

Multivariate Analyse von Geoarchiven zur Rekonstruktion  
eisenzeitlicher Landnutzung im Umfeld der spätlatènezeitlichen  
Viereckschanze von Poign, Lkr. Regensburg

---

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde  
der Philosophischen Fakultät III (Geschichte, Gesellschaft und Geographie)  
der Universität Regensburg

vorgelegt von

Matthias Leopold

aus

Sinzing

Regensburg

2002

**Erstgutachter: Prof. Dr. J. Völkel**

**Zweitgutachter: Prof. Dr. K. Heine**

**Obergutachter: Prof. Dr. P. Schauer**

## **Vorwort**

Die Arbeiten wurden am Institut für Geographie im Fach Bodenkunde unter Leitung von Herrn Prof. Dr. J. Völkel an der Universität Regensburg durchgeführt und waren in die Arbeitsgruppe „Landschaftsökologie und Bodenkunde“ eingebettet. Dies ermöglichte insbesondere eine zügige und zielgerichtete Umsetzung der umfangreichen Untersuchungen im Gelände. Ein Jahr lang erfolgte die Förderung im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs 462 „Paläoökosystemforschung und Geschichte“ an der Universität Regensburg.

Allen sei an dieser Stelle gedankt:

Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. J. Völkel (Professur f. Bodenkunde), der die entscheidenden Impulse zu dieser Dissertation gab. Sein fachlicher Rat und die fortwährende methodische und logistische Unterstützung waren die Grundvoraussetzungen dieser Arbeit. Innovationen jeglicher Art wurden von ihm konstruktiv und unbürokratisch umgesetzt, wodurch sich das umfangreiche Methodenspektrum implementieren ließ. Wiederholt wurde die Teilnahme an nationalen und internationalen Fachtagungen durch Herrn Prof. Dr. J. Völkel realisiert. Dadurch wurde die fachliche Diskussion auch mit auswärtigen Kolleginnen und Kollegen ermöglicht. Nicht zuletzt sorgte seine zielgerichtete und unkomplizierte Art der Teamführung für ein sehr motivierendes Umfeld.

Herrn Prof. Dr. K. Heine (Lst. f. Physische Geographie) danke ich für wichtige Hinweise im Rahmen fachlicher Diskussionen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Herr Prof. Dr. P. Schauer (Lst. f. Vor- und Frühgeschichte) hat die Arbeiten stets zielgerichtet aus dem Blickwinkel der prähistorischen Wissenschaften begleitet. Dafür sei ihm gedankt.

Frau Dr. A. Raab und Herrn Dr. T. Raab danke ich für die vielen gemeinsamen Geländeaufenthalte, die Bearbeitung der Palynologie, die Diskussionen und den damit verbundenen Anregungen.

Bei Fragen zur Archäologie konnte ich auf die Unterstützung durch Herrn Dr. G. Moosbauer zurückgreifen, wofür ihm mein Dank gilt.

Frau Dipl.-Geogr. B. Bruckmooser und Frau Chemielaborantin T. Heindl wird sehr für die Betreuung und die Unterstützung in arbeitstechnischen und methodischen Fragen der Laboranalytik gedankt.

Herr Cand. Geogr. P. Jürs hat bei den Geländearbeiten maßgeblich mitgewirkt, wofür ich ihm danke. Allen wissenschaftlichen und studentischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Arbeitsgruppe sowie des Instituts für Geographie gilt mein Dank für die Mithilfe im Gelände und Labor, wie auch für die stete Diskussionsbereitschaft.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern und meiner Tochter Larissa für ihre uneingeschränkte und vorbehaltlose Unterstützung.

**Inhaltsverzeichnis**

1 Einführung in die Landnutzungsrekonstruktion..... 1

    1.1 Einleitung..... 1

    1.2 Arbeitsansatz..... 2

    1.3 Begriffsherleitung und Definition..... 5

    1.4 Archive der Landnutzungsrekonstruktion ..... 6

    1.5 Bilanzierung prähistorischer Bodenerosion ..... 12

2 Untersuchungsgebiet..... 15

    2.1 Naturraumgliederung, Topographie und Hydrologie..... 15

    2.2 Tektonik, Geologie, Sedimente und Böden ..... 20

    2.3 Klima..... 23

        2.3.1 Rezent-klimatische Situation ..... 23

        2.3.2 Starkregenereignisse ..... 24

        2.3.3 Paläoklima der Eisenzeit und der Römischen Kaiserzeit..... 26

    2.4 Vegetation ..... 32

    2.5 Besiedlungsgeschichte ..... 35

        2.5.1 Besiedlungsgeschichtliche Zusammenfassung..... 35

        2.5.2 Definition, Charakteristika und zeitliche Stellung von Viereckschanzen ..... 36

        2.5.3 Verbreitung und Nutzungszweck von Viereckschanzen ..... 37

        2.5.4 Römische Gutshöfe..... 38

3 Methodik ..... 40

    3.1 Tachymetrische Geländeaufnahme..... 40

    3.2 Sedimentologisch-pedologische Feldmethoden..... 41

        3.2.1 Standortauswahl..... 41

        3.2.2 Profilbeschreibung..... 41

        3.2.3 Beprobung..... 42

        3.2.4 Volumenbeprobung ..... 43

    3.3 Sedimentologisch-pedologische Labormethoden..... 43

        3.3.1 Bodenphysikalische Parameter ..... 43

        3.3.2 Bodenchemische Parameter ..... 44

    3.4 Geophysik..... 46

        3.4.1 Refraktionsseismik ..... 47

        3.4.2 Bodenradar..... 48

        3.4.3 Magnetik..... 50

    3.5 Palynologie ..... 51

    3.6 Absolutdatierungen..... 52

    3.7 EDV ..... 52

|  |     |
|--|-----|
| 4 Ergebnisse.....  | 53  |
| 4.1 Eignungsprüfung des Untersuchungsgebietes.....   | 53  |
| 4.2 Reliefanalyse.....   | 57  |
| 4.3 Bodenkundlich-sedimentologische Detailkartierung.....  | 68  |
| 4.3.1 Übersicht zur Lage der Profile.....  | 68  |
| 4.3.2 Ausgangssubstrate der Bodenbildung.....  | 70  |
| 4.3.2.1 Tertiäre Sedimente.....  | 70  |
| 4.3.2.2 Löss.....  | 74  |
| 4.3.2.3 Lößlehm-Feldspatsand-Fließerden.....   | 80  |
| 4.3.2.4 Kolluvien.....   | 80  |
| 4.3.2.5 Torfe.....   | 88  |
| 4.3.3 Kartierung der Bodentypen, der Erosions- und Akkumulationsareale und deren<br>Mächtigkeiten..... | 93  |
| 4.3.4 Pedologisch-sedimentologische Catenen.....   | 97  |
| 4.3.5 Geophysikalische Prospektion.....  | 109 |
| 4.4 Physiotopenrekonstruktion.....   | 113 |
| 4.5 Siedlungsarchäologische Kartierung.....  | 117 |
| 4.6 Vegetationsgeschichte.....   | 120 |
| 4.7 Chronologie.....   | 127 |
| 4.8 Landnutzungsmodell.....  | 130 |
| 5 Diskussion des Landnutzungsmodells.....  | 134 |
| 6 Zusammenfassung.....   | 139 |
| 7 Literaturverzeichnis.....  | 141 |
| 8 Anhang.....  | 161 |

Abbildungsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Abb. 1 Darstellung der Bearbeitungsebenen einer Landnutzungsrekonstruktion. Die Ebenen werden fortlaufend verschnitten und führen im gezeigten Verlauf zu einem Modell der Landnutzung eines bestimmten Zeitabschnittes. Eigentwurf.....</i>        | <i>4</i>  |
| <i>Abb. 2 Zusammenstellung der verwendeten Geoarchive im Arbeitsgebiet. Gegenüberstellung der Arbeitstechniken und -methoden und deren mögliche Informationen .....</i>  | <i>7</i>  |
| <i>Abb. 3 Darstellung der relativen Bodenentwicklung in Abhängigkeit der Faktoren Landschafts(in)stabilität (Erosion / Ablagerung) und Zeit nach BIRKLAND (1999: 346) verändert .....</i>  | <i>10</i> |
| <i>Abb. 4 Ermittlung der präerosionszeitlichen Oberfläche über die Extrapolation der fossilisierten Oberfläche (nach LEOPOLD, 1997 bzw. VÖLKEL et al., 2002).....</i>  | <i>14</i> |
| <i>Abb. 5a Geologische Gliederung und naturräumliche Einheiten nach STETTNER (1992), verändert .....</i>   | <i>15</i> |
| <i>Abb. 5b Geologische Übersicht des Arbeitsgebietes .....</i>   | <i>16</i> |
| <i>Abb. 6 Topographische Übersicht des Arbeitsgebietes (gestrichelt). Ausschnitt aus TK 1:25.000; 7038 Bad Abbach; Maßstab verändert .....</i>   | <i>17</i> |
| <i>Abb. 7 Digitales Geländemodell des Arbeitsgebietes (Blickrichtung nach NE) mit Darstellung der Flurnamen .....</i>  | <i>19</i> |
| <i>Abb. 8 Klimadiagramme der Stationen Regensburg und Mallersdorf. Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur und monatliche Niederschlagssummen im Jahresverlauf (Datengrundlage MÜLLER-WESTERMEIER, 1990). Eigene Darstellung.....</i>                | <i>24</i> |
| <i>Abb. 9 Die Verteilung von Jahresniederschlag und erosiv wirksamem Regen im Mittel. Prozentualer jahreszeitlicher Verlauf für Bayern (Datenquelle: ROGLER &amp; SCHWERTMANN, 1981, zitiert in SCHEFFER &amp; SCHACHTSCHABEL, 1992: 470) .....</i>    | <i>24</i> |
| <i>Abb. 10 Die Verteilung von Jahresniederschlag und erosiv wirksamem Regen im Mittel. Prozentualer jahreszeitlicher Verlauf für Regensburg der Jahre 1979-1996 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Station Regensburg). Eigene Darstellung.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Abb. 11 Temperatur und Niederschlagsverlauf im Holozän nach diversen Autoren sowie Darstellung erosiver Aktivitätsphasen süddeutscher Flüsse. Klimatische Umbruchsphasen nach FRENZEL (2000) grau hinterlegt.....</i>                               | <i>28</i> |
| <i>Abb. 12 Rekonstruktion der Jahresmitteltemperaturen sowie der durchschnittlichen Jahresniederschläge zwischen 1.500 BP und 2.500 BP nach KLOTZ (schriftl. Mittlg., 2001), Steisslinger See, Baden-Württemberg ....</i>                              | <i>30</i> |
| <i>Abb. 13 Skizzierte Wirkungsweise des Ground Penetrating Radar und Darstellung der Reflexionen von Punkt- bzw. Flächenreflektoren.....</i>   | <i>48</i> |
| <i>Abb. 14 Luftbildausschnitt des Untersuchungsgebietes, Maßstab ca. 1 : 15.000. Bayerisches Landesvermessungsamt, Luftbildarchiv vom 30.05.96 Nr. 996016/0 298.....</i>   | <i>54</i> |
| <i>Abb. 15 Ausschnitt der „Special und Administrativkarte vom Königreiche Bayern“ aus dem Jahr 1860 mit Darstellung der damaligen Waldverteilung westlich der Ortschaft Poigen (heute Poign). Karte ist nicht maßstabsgetreu abgebildet.....</i>       | <i>55</i> |
| <i>Abb. 16 Vergleichende Darstellung einer rasterbasierten sowie einer objektbasierten Geländevermessung. Kartenausschnitt aus Abb. 18.....</i>  | <i>58</i> |
| <i>Abb. 17 Darstellung der tachymetrisch aufgemessenen Punkte .....</i>  | <i>59</i> |

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Abb. 18 Verschneidung der Isohypsenmodelle der eigenen tachymetrischen Aufnahme und der digitalisierten Grundkarten. Ausschnittsdarstellung von Detailbereichen der Vermessung in unterschiedlicher Auflösung .....</i>  | <i>60</i> |
| <i>Abb. 19 Graphische Darstellung unterschiedlicher Hangneigungen im Arbeitsgebiet sowie Lagekennzeichnung der Profilschnitte zu Tab. 4.....</i>  | <i>62</i> |
| <i>Abb. 20 Beispiele der dreidimensionalen Reliefdarstellung und Rekonstruktion des Paläoreliefs im Umfeld der Viereckschanze von Poign. Stratigraphische Leithorizonte (Fe-Mn Band) schaffen als Bezugslinien Sicherheit bei der Modellierung .....</i>                            | <i>65</i> |
| <i>Abb. 21 Höhenquerprofil der Viereckschanze von Geiselhöring, Ndb. Eigene tachymetrische Vermessung Januar 2000, örtliches System, relative Höhen .....</i>   | <i>66</i> |
| <i>Abb. 22 Lageübersicht der Profilgruben und Bohrpunkte sowie geophysikalische Meßlinien und Meßfelder im Arbeitsgebiet.....</i>   | <i>69</i> |
| <i>Abb. 23 Korngrößenverteilung tertiärer Sedimente im Untersuchungsgebiet. Darstellung verschiedener Profile.....</i>  | <i>71</i> |
| <i>Abb. 24 <math>KAK_{eff}</math> im Tiefenverlauf einer Parabraunerde-Braunerde aus Feldspatsanden der sandigen Fazies, Profil 7038-206.....</i>   | <i>72</i> |
| <i>Abb. 25 Tiefenverlauf der <math>KAK_{eff}</math> und des pH-Wertes am kolluvial überdeckten Profil 7038-79 der schluffig-tonigen Feldspatsandfazies.....</i>   | <i>73</i> |
| <i>Abb. 26 Röntgendiffraktogramm (Pulverpräparat) des Profils 7038-84. Parabraunerde aus primär carbonathaltigem Löß über sekundär carbonatisiertem Lößlehm über tertiären Sedimenten der schluffig-tonigen Fazies. D-Werte in Å, Q=Quarz, Kf=Kalifeldspäte, P=Plagioklase.....</i> | <i>75</i> |
| <i>Abb. 27 Typische Verteilung der Korngrößen in Zyklus 1 und Zyklus 2 anhand zweier Beispiele.....</i>   | <i>76</i> |
| <i>Abb. 28 Korngrößenverteilung einer typischen Lößparabraunerde (Profil 7038-84).....</i>  | <i>78</i> |
| <i>Abb. 29 Profil 7038-84, pH-Werte und Anteile (%) der <math>KAK_{eff}</math> im Tiefenverlauf.....</i>  | <i>79</i> |
| <i>Abb. 30 Vergleich der Korngrößenparameter verschiedener Bt-Horizonte aus Lößlehm-Feldspatsand-Fließerden bzw. Löß .....</i>  | <i>80</i> |
| <i>Abb. 31 Darstellung der Textur verschiedener Lößkolluvien (n=60) im Dreiecksdiagramm. Abgrenzung verschiedener Fazies .....</i>  | <i>82</i> |
| <i>Abb. 32 Darstellung der Porenziffer ausgewählter Proben (in situ-Substrate und kolluviale Sedimente).....</i>  | <i>84</i> |
| <i>Abb. 33 Dünnschliff (32 mm x 26 mm) aus Profil 7038-78/2. Aggregate des erodierten Bt-Horizontes sind in der diffusen Matrix zu erkennen und auszugsweise mit roten Pfeilen markiert.....</i>  | <i>85</i> |
| <i>Abb. 34 Darstellung der <math>KAK_{eff}</math> (Scherenverlauf der Kurve), des pH-Wertes sowie der Gehalte an <math>Fe_o</math> und <math>Fe_d</math> im Tiefenverlauf eines Hangfußkolluviums (7038-81) der schwach bis mittelsandigen Fazies.....</i>                          | <i>86</i> |
| <i>Abb. 35 Übersichtsaufnahme hydromorph gebleichter Wasserabzugsbahnen in Profil 7038-81 .....</i>   | <i>87</i> |
| <i>Abb. 36 Darstellung der Gesamtgehalte ausgewählter Schwermetalle im Tiefenverlauf (nicht linear) des Niedermoorprofils 7038-102. Kolluviale Zwischenlagen grau hinterlegt.....</i>   | <i>90</i> |
| <i>Abb. 37 Profil 7038-86 im Ostwall der Viereckschanze im Übergang des geschütteten Substrates zum liegenden, fossilisierten in situ-Boden. Darstellung der Schwermetallgehalte ausgewählter Elemente im Tiefenverlauf.....</i>  | <i>92</i> |
| <i>Abb. 38 Bodenkundlich-sedimentologische Kartierung des Untersuchungsgebietes .....</i>   | <i>94</i> |

## Abbildungsverzeichnis

---

|  |     |
|--|-----|
| <i>Abb. 39</i> Skizzierter Verlauf der Catena am Helling mit maßstabsgetreuer Detaildarstellung des Tiefenlinienprofils 7038-184. Altersangaben cal. 2 sigma.....  | 99  |
| <i>Abb. 40</i> Schematisierte SW-NE Catena am Moosfeld. Sedimentologie nicht maßstabsgetreu abgebildet. Altersangaben cal. 2 sigma.....  | 100 |
| <i>Abb. 41</i> Darstellung der Korngrößenverteilung und der prozentualen Anteile des pedogenen Eisens im Profil 7038-177.....  | 102 |
| <i>Abb. 42</i> Röntgendiffraktogramme des Kolluviums 7038-177; Magnesium- und Kaliumpräparate. Erhitzungspräparate 200 °C und 500 °C nicht dargestellt.....  | 103 |
| <i>Abb. 43</i> Darstellung der kolluvialen Akkumulationsterrasse im entzerrten Schrägluftbild unter Verschneidung mit der tachymetrischen Reliefaufnahme.....  | 104 |
| <i>Abb. 44</i> Nicht maßstabsgetreue, zusammenfassend skizzierte Darstellung der Befundsituation in der nördlichen Tiefenlinie des Flurstücks Moosfeld. Altersangaben cal. 2 sigma.....  | 105 |
| <i>Abb. 45</i> Catena Höhenrainacker-Südhang mit Detaildarstellung der Tiefenlinienprofile 7038-102 und 7038-111. Profile nicht maßstabsgetreu. Altersangaben cal. 2 sigma.....  | 108 |
| <i>Abb. 46</i> Darstellung der stratigraphischen Dreiteilung der Tiefenlinie im Kirchenmoos über Refraktionsseismik.....   | 109 |
| <i>Abb. 47</i> GPR-Linie durch den östlichen Teil des Kirchenmooses. Radargerät: PulseEKKO™ IV 400V mit 100 MHz Antennen; Antennenabstand 1,0 m; Meßintervalle 0,5 m; 0,4 gain; stacking 64; near surface velocity 0,06 m/ns.....            | 111 |
| <i>Abb. 48</i> Graphische Umsetzung der bodenkundlich-sedimentologischen Befunde auf die Flächenverteilung innerhalb eines Landnutzungsmodells.....  | 112 |
| <i>Abb. 49</i> Verschneidung der Nutzungsartenrekonstruktion der bodenkundlich-sedimentologischen Kartierung und der Reliefanalyse als Basis der Physiotopenrekonstruktion. Ziffern zeigen die Lage der im Text diskutierten Teilareale..... | 114 |
| <i>Abb. 50</i> Physiotope als Basis eines Landnutzungsmodells.....   | 116 |
| <i>Abb. 51</i> Magnetogramm des Kuppenbereiches am Flurstück Moosacker.....  | 119 |
| <i>Abb. 52</i> Pollenprofil 7038-111; Zusammenstellung der anthropogenen Indikatoren. Analyse und Graphik RAAB (2002).....   | 121 |
| <i>Abb. 53</i> Darstellung der absoluten Flächen in ha und prozentualen Anteile an der Gesamtfläche des latènezeitlichen Landnutzungsmodells im Nutzungsartenmosaik (ohne Siedlungsflächen).....   | 130 |
| <i>Abb. 54</i> Latènezeitliches Landnutzungsmodell im Untersuchungsgebiet. Verteilung der rekonstruierten Wald-, Acker-, Grünland- und Moorareale.....   | 133 |

Tabellenverzeichnis

|   |     |
|---|-----|
| <i>Tab. 1 Geologie und naturräumliche Einheiten im Umfeld des Arbeitsgebietes</i> .....   | 15  |
| <i>Tab. 2 Übersicht der aktuellen Vegetation im Untersuchungsgebiet</i> .....   | 34  |
| <i>Tab. 3 Kriterienkatalog zur Eignungsprüfung eines Gebietes als Grundlage einer Landnutzungsrekonstruktion, Eigenentwurf</i> .....  | 53  |
| <i>Tab. 4 Ausgewählte Talasymmetrien im Untersuchungsgebiet. Darstellung der Durchschnittswerte; (Lage der Profilschnitte in Abb. 19)</i> .....   | 61  |
| <i>Tab. 5 Landschaftsökologische Einteilung der Hangneigungsklassen nach BASTIAN &amp; SCHREIBER (1999: 75)....</i>   | 61  |
| <i>Tab. 6 Tabellarische Übersicht der Sedimenttypen des Arbeitsgebietes</i> .....   | 70  |
| <i>Tab. 7 Absolute und prozentuale Flächenberechnung der sedimentologisch orientierten Bodentypenverbreitung im Arbeitsgebiet in Gegenüberstellung mit der prozentualen Flächenverteilung vor einer anthropogenen Landnutzung</i> ..... | 95  |
| <i>Tab. 8 Zusammenstellung der wichtigsten Arten und Zeigerpflanzen, die für die jeweilige Nutzungsart zur Latènezeit im Arbeitsgebiet rekonstruiert werden</i> .....   | 126 |
| <i>Tab. 9 Tabellarische Zusammenstellung räumlich getrennter Befunde latènezeitlichen Alters nach Art und Anzahl. Zur räumlichen Lage im Nutzungsmodell vgl. Abb. 54.</i> .....   | 129 |
| <i>Tab. 10 Methoden der vierdimensionalen Landschaftsanalyse nach BORK et al. (2001: 43).</i> .....   | 135 |

Verzeichnis der verwendeten Karten

Topographische Karte 1:25.000 (Bayerisches Landesvermessungsamt München)

Blatt 7038 Bad Abbach

Grundkarte 1: 5.000 (Bayerisches Landesvermessungsamt München)

Blatt NO 38-16 /Blatt NO 38-17

Geologische Karte 1:25.000 (Bayerisches Geologisches Landesamt)

Blatt 7038 Bad Abbach

Geologische Karte 1:500.000 (Bayerisches Geologisches Landesamt)

Geologische Karte von Bayern

## **1 Einführung in die Landnutzungsrekonstruktion**

### **1.1 Einleitung**

Seit jeher verändern und gestalten Lebewesen ihre Umwelt und stehen so in engen Bio-Geo-Wechselbeziehungen. Der Grundgedanke ökosystemarer Betrachtung liegt im Bewußtsein, daß die komplexen Wirkungsgefüge zwischen der abiotischen und biotischen Lebewelt immer zum Wandel und zur Umgestaltung des Lebensraumes führen. Diese Prozesse verlaufen als Teil der Evolution im allgemeinen langsam und kontinuierlich, können bisweilen jedoch sprunghaft und plötzlich auftreten. Die Gründe hierfür sind nur teilweise bekannt. Als gesichert darf gelten, daß der Mensch im Laufe der Jahrtausende zunehmend als dominantes Glied dieser Abläufe auftritt. Sein Wirken innerhalb eines Naturraumes ist immer mit einer Um- und Neugestaltung verbunden und bewirkt den Umbau der Naturlandschaft hin zur Kulturlandschaft. Damit besitzt der Mensch die Fähigkeit, seine Umwelt für sich gerecht zu gestalten und zu nutzen. Die jeweils folgende Generation baut auf den Veränderungen der vorherigen auf und modifiziert diese weiter. Je nach Art und Intensität der Eingriffe kommt es in Kombination mit anthropogen unabhängig wirksamen Faktoren zu Rückkoppelungen im Ökosystem, die eine intentional positive Veränderung ins Negative umkehren können. So werden seit langem Übernutzung und Ausbeutung natürlicher Ressourcen, die zur Devastation eines Lebensraumes führen, als Auslöser für den Untergang ganzer Kulturen diskutiert. Grundlage für ein Modell, welches versucht die Wirksamkeit zwischen natürlichen und anthropogenen Faktoren einer Landschaftsveränderung zu eruieren, ist es, diese Faktoren möglichst hochauflösend zu erfassen, zu dokumentieren und zu rekonstruieren. Kennt man Art, Ausmaß und Intensität dieser Veränderungsfaktoren sowie die daraus resultierende ökosystemare Antwort, können aus den Ergebnissen gewinnbringende Daten für Prognosemodelle der Zukunft erarbeitet werden. Forschungsansätze, die sich mit der Rekonstruktion von Landnutzungsmodellen der Vergangenheit beschäftigen, sind Bausteine der Paläoökosystemforschung, die diese Daten erarbeitet.

## 1.2 Arbeitsansatz

Mitteleuropa liegt im klimatischen Teilbereich der gemäßigten mittleren Breiten. Ausreichende Niederschläge und günstige bodenökologische Ressourcen schaffen potentiell die Voraussetzungen für eine nahezu flächendeckende, dichte Vegetation über das Holozän hinweg. Diese natürlichen Rahmenbedingungen führen dazu, das Holozän primär als Zeitraum weitestgehender morphodynamischer Stabilität im Sinne von ROHDENBURG (1970, 1990) zu verstehen. Erst das Eingreifen des Menschen durchbricht dieses Stabilitätsgefüge und ruft eine Phase morphodynamischer Aktivität hervor („*Anthropogene Teilaktivitätsregel*“ nach BORK et al., 1998: 18). Die sozioökonomische Entwicklung, wie auch die kulturelle Differenzierung im Rahmen der Menschheitsgeschichte (z.B. Siedlungsverhalten, landwirtschaftliche Entwicklung, Herstellung von Gebrauchsgütern etc.), führen zu einer massiven Beeinflussung der Umwelt, beginnend mit dem prähistorischen Menschen. Nach FINKE (1994: 36) *„ist der Mensch das einzige Lebewesen, das im großen Stil sogar die anorganischen Lebensgrundlagen der von ihm beherrschten Ökosysteme verändert, ja immer häufiger sogar zerstört“*. HEINE (1994: 65) spricht von *„...anthropogener Veränderung der Geosysteme...“* im Rahmen von Bodenzerstörungsprozessen, womit immer eine Veränderung der Biosysteme verbunden ist. Eingriffe, wie Rodung, Viehwirtschaft, Ackerbau, Bergbau oder aber auch Siedlungsaufbau, rufen Prozesse hervor, die charakteristische Spuren hinterlassen. Sie können unter geeigneten Umständen in Geoarchiven gespeichert werden und stehen damit für die Rekonstruktion der ehemaligen Abläufe und Verhältnisse zur Verfügung. Nach JÄGER & LOZEK (1978: 145) *„zeichnet sich die Stratigraphie des Holozäns durch eine Besonderheit aus, die in den vorangegangenen Abschnitten der Erdgeschichte ohne Parallele bleibt. Die Fähigkeit des Menschen, seine Auseinandersetzung mit der ihn umgebenden Natur und die hierdurch bewirkten Eingriffe in den natürlichen Landschaftshaushalt werden in zunehmendem Maße und schließlich für weite Gebiete auf dem Festland sogar vorrangig zur Ursache für veränderte Sedimentationsbedingungen, die in stratigraphischen Befunden ihr Abbild finden“*.

Ziel dieser Arbeit ist es, für ein kleines Untersuchungsareal eine möglichst hochauflösende Landnutzungsrekonstruktion zu erarbeiten. Dabei wird der zu bearbeitende Zeitbereich auf die Eisenzeit und randlich auf die Römische Kaiserzeit gelegt, da eine menschliche Nutzung beider kultureller Abschnitte über Bauwerke vor Ort dokumentiert ist. Der vornehmlich betrachtete Zeitrahmen umfaßt ca. 1.000 Jahre, von BC 500 bis AD 500. Es ist zu erwarten, daß die zeitlich bisweilen sehr viel weiter vor- und zurückreichenden Geoarchive des Untersuchungsgebietes durchaus auch Aussagen zu anderen Epochen erlauben (vgl. VÖLKELE et al., 2002). Da dies immer am selben Ort geschieht, sind Aussagen über die Dominanz menschlicher oder natürlicher Einflüsse, die zur Ausprägung des jeweiligen

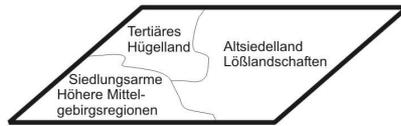
Landschaftsbildes führen, möglich. Es wurde ein interdisziplinärer Ansatz ausgearbeitet (Abb. 1), dessen Basis die methodisch-multivariaten Analysen unterschiedlicher Geoarchive bilden. Die Zusammenschau und die Verschneidung von Ergebnissen verschiedener Bearbeitungsebenen führen zu einem Landnutzungsmodell, dessen Proxidaten aus unterschiedlichsten Geoarchiven gewonnen werden. Damit wird eine Grundlage geschaffen, die auf belastbaren und diskutierbaren Daten beruht.

Sukzessive werden die einzelnen Bearbeitungsebenen durchlaufen. Nach der Eignungsprüfung des Untersuchungsgebietes wird das engere Arbeitsgebiet einer tachymetrischen Aufnahme unterzogen. Die Vermessung dient als Grundlage der Reliefanalyse und der Visualisierung in einem Geographischen Informationssystem (GIS). Die folgenden bodenkundlich-sedimentologischen und geomorphologischen Feldarbeiten bilden einen Schwerpunkt, der durch geophysikalische und laboranalytische Methoden ergänzt wird. Hier erfolgt auch die Gewinnung geeigneten Probenmaterials für Relativ- und Absolutdatierungen. Die Verschneidung der Daten führt zu einem Modell, welches auf der Grundlage rekonstruierter Physiotope (vgl. Punkt 1.3.) potentielle Ackergebiete von potentiellen Waldgebieten unterscheidet. Dieses Modell wird mit siedlungsarchäologischen und vegetationskundlichen Daten belegt, wodurch sich der Informationsgehalt der einzelnen Physiotope ergibt. Stratigraphische Relativdatierungen über die Sedimentologie, die archäologische Typologie und Palynologie, wie auch Absolutdatierungen (Infrarot-Stimulierte-Lumineszenz (IRSL),  $^{14}\text{C}$ , Dendrochronologie) ermöglichen eine Chronologie der Erosions- und insbesondere der Akkumulationsgeschichte kolluvialer Sedimente und geben weitere Hinweise auf Zeiten von Siedlungstätigkeiten in Verbindung mit Rodungs- und Ackerbauaktivitäten. Die Verschneidung aller Daten bildet die Grundlage für ein Landnutzungsmodell des Untersuchungsgebietes zur Latènezeit. Damit wird der in der heutigen Wissenschaft oft geforderten interdisziplinären Zusammenarbeit in hohem Maße Rechnung getragen, ja sie ist die zwingende Voraussetzung dieser Dissertation. Als kleinräumig angelegte Arbeit, die im Feld durchgeführt, im Labor vertieft und über ein Modell verallgemeinert wird, stellt sie den Hintergrund für regionale oder globale Betrachtungsweisen dar (BARSCH, 2000: 19). Im Sinne von LESER (2000: 34) ist es eine *„klassische geowissenschaftliche Feldarbeit mit einer mehrstufigen Methodik, also auch mit dem Datierungs- und Labordaten-Hintergrund“*.

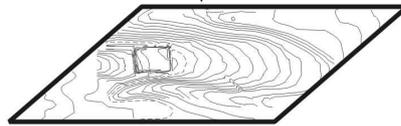
## 1.2 Arbeitsansatz

### BEARBEITUNGSEBENEN

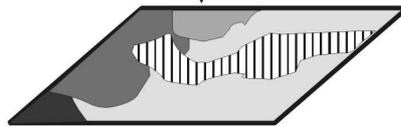
Eignungsprüfung des Untersuchungsgebietes



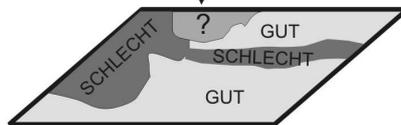
Reliefanalyse



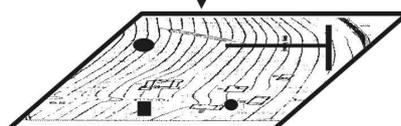
Bodenkundliche, sedimentologische Detailkartierung



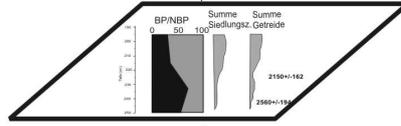
Physiotopenrekonstruktion  
Ausweisen von ackerbaulich gut / schlecht nutzbaren Arealen



Siedlungsarchäologische Kartierung (Art, Lage, Streuung, Kontinuität)



Vegetationsrekonstruktion  
Siedlungszeiger;  
Waldzusammensetzung  
BP/NBP Zusammensetzung



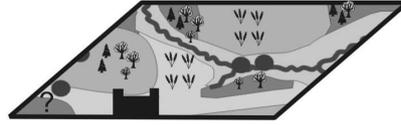
Chronologische Einordnung der Erosion / Akkumulation



Verschneidung der Daten  
Chronologie Abgleich zwischen archäologischen und sedimentologischen Daten



Landnutzungsmodell



### METHODEN

Archive, Ortsakten, Thematische Karten (Geologie/Pedologie), Luftbilder

Grundkarten als Basis, DGM (Raster min. 10 m), Tachymetrische Detailaufnahme, Verschneidung / Visualisierung im GIS

Schnitte, Schürfgruben, Bohrungen, Sondierungen, Laboranalytische Bearbeitung diverser Proben, Geophysik (Bodenradar, Seismik, Magnetik) für Flächenaussagen

Geomorphologischer und pedologischer Sachverstand, CAD-Systeme, GIS

Feldbegehungen (Surveys), Ortsakten; Sondierungsschnitte, Archäologische Grabungen, Archäologischer Sachverstand

Palynologische Auswertung, Makrorestanalyse, Vegetationskundlicher Sachverstand

Stratigraphie, Radiokarbon Datierungen, Lumineszenzverfahren, Dendrochronologie, archäologische Typologie, Palynologie

Diskussion der Daten der Teildisziplinen (Bodenkunde, Archäologie, Vegetationskunde; Physik etc.), CAD-Systeme, GIS

Abb. 1 Darstellung der Bearbeitungsebenen einer Landnutzungsrekonstruktion. Die Ebenen werden fortlaufend verschritten und führen im gezeigten Verlauf zu einem Modell der Landnutzung eines bestimmten Zeitabschnittes. Eigenentwurf

### 1.3 Begriffsherleitung und Definition

Menschliches Wirtschaften innerhalb eines Naturraumes verursacht immer eine Umgestaltung der Naturlandschaft zur Kulturlandschaft (vgl. 1.1). Je nach Intensität und Art der Nutzung entstehen charakteristische, sich verändernde Muster der Flächennutzung. Diese Muster gilt es im Rahmen der Landnutzungsrekonstruktion für einen definierten Zeitraum zu erfassen. Landnutzung ist somit synonym zur Flächennutzung (land use) zu sehen, die als *„Verwendung und Gestaltung der Erdoberfläche und der an sie gebundenen Naturraumpotentiale und Naturraumressourcen für die Erfüllung gesellschaftlicher Bedürfnisse des Menschen“* definiert wird (BASTIAN & SCHREIBER, 1999: 548). Das Nutzungsmuster wird durch die Flächennutzungsart (land use form) bestimmt, welche die *„Bewirtschaftungsweise bestimmter Flächen mit unterschiedlichem Nutzungsziel (Acker, Grünland, Wald, Verkehrsflächen, [Siedlungen, Wasser] usw.)“* vorgibt (BASTIAN & SCHREIBER, 1999: 548). Die räumliche Vergesellschaftung wird nach BASTIAN & SCHREIBER (1999: 548) als Flächennutzungsgefüge bzw. Flächennutzungsmosaik (land use pattern) bezeichnet und ist einem ständigen Wandel unterzogen (z.B. PARLOW, 1999: 351). Dabei geben die Physiotope als kleinste landschaftsökologisch relevante Raumeinheiten mit homogenen physisch-geographischen Strukturen in ihrer Zusammensetzung ein naturräumliches Grundgefüge vor (TROLL, 1950; zur Homogenität vgl. NEEF, 1964). Bereits in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde die enge Verflechtung zwischen dem Physiotopegefüge und dem Landnutzungsmuster wiederholt dargelegt (z.B. MÜLLER-WILLE, 1955; UHLIG, 1960). Daher muß einer der ersten Schritte bei der Darstellung von Landnutzung die Erfassung des Physiotopegefüges sein, welcher hier über die Reliefanalyse, die geo(morpho)logische, sedimentologische und pedologische Kartierung sowie Charakterisierung geleistet wird. Da sich Physiotope durch die Landnutzung im Laufe der Zeit ändern können (z.B. durch Erosion der Böden), ist die Rekonstruktion der zum fokussierten Zeitpunkt vorhandenen Physiotope primäres Ziel. Sie bilden die Grundlage weiterer Bearbeitungsebenen, die zum Landnutzungsbild eines bestimmten Zeitabschnittes führen (vgl. Abb. 1).

Die Landnutzungsrekonstruktion wird in dieser Arbeit als *„Momentaufnahme des horizontalen Verteilungsmusters der Flächennutzungsart auf Basis rekonstruierter Physiotope während eines bestimmten Zeitabschnitts [hier Latènezeit]“* definiert.

## 1.4 Archive der Landnutzungsrekonstruktion

Um das Ziel einer Landnutzungsrekonstruktion in geeigneter und ausreichender Art und Weise bearbeiten zu können, ist die Qualität und Quantität der zur Verfügung stehenden Daten von essentieller Bedeutung. Die Aussagekraft jeder Rekonstruktion auf Basis eines Modells ist im hohen Maße auf die Validität der Eingangsdaten angewiesen und dies unabhängig von der Art der Modellierung oder des Mediums. Moderne Geoinformationssysteme bieten mannigfache Möglichkeiten der Datenbearbeitung, der Verrechnung und der abschließenden Darstellung. Das Problem der Verarbeitung hoher Datenmengen für eine Landnutzungsrekonstruktion spielt daher eher eine untergeordnete Rolle. Vielmehr sind die Erhebung, die Dokumentation und die Charakterisierung der Eingangsdaten die entscheidenden Schritte. Da der Betrachtungszeitraum dieser Arbeit auf einem Bereich in der Vergangenheit liegt, für den keine Primärdaten vorhanden sind, müssen diese über geeignete Archive erarbeitet werden. Die Analyse dieser Geoarchive führt zu jener Datenmenge, welche die Basis eines Landnutzungsmodells bilden. Dafür stehen eine Reihe unterschiedlicher Geoarchive im Arbeitsgebiet zur Verfügung. Ihre Informationsgehalte und mögliche Aussagekraft zu Nutzungsformen sind in Abb. 2 schematisch zusammengefaßt.

BORK & DALCHAU (1999: 143) verdeutlichen, daß *„die enge Korrelation des leicht quantitativ bestimmbaren Reliefs [= Geoarchiv Oberflächenformen] zu schwieriger erhebbaren Parametern [diesem] bei den allermeisten raumbezogenen geographisch-geoökologischen Prozeßuntersuchungen höchste Wichtigkeit verleiht“*. Die Auflösungsskala einer Reliefvermessung muß den im Vorfeld zu erwartenden Variationen bezüglich der Formen, wie auch der sedimentologisch-bodenkundlichen Stratigraphie, angepaßt sein (HOLLIDAY et al., 1993). Nur dann kann das Archiv „Oberflächenformen“ vollends ausgeschöpft werden. Die Analyse der rezenten Oberflächenformen ist grundlegende Basis im Rahmen bodenkundlich-sedimentologischer, geoarchäologischer oder reliefanalytischer Arbeiten. Sie ermöglicht es, homogene Reliefeinheiten als ein Gliederungsmerkmal der Physiotope herauszuarbeiten. Weiter können anthropogene Formen wie Gräben, Gruben oder auch Bauwerke, die hochauflösend vermessen wurden, über entsprechende dreidimensionale Visualisierungen dargestellt und deren Volumen für Bilanzierungen berechnet werden. Darüber hinaus dient eine großmaßstäbige Vermessung als Rekonstruktionsgrundlage des Paläoreliefs. Mittels Verschneidung der rezenten Oberfläche und des Paläoreliefs werden Erosionsvolumina auf den Kuppen und Oberhangbereichen sowie in den Akkumulationsbereichen kolluvial verlagertes Sedimente berechnet (z.B. BORK et al., 1998: 114). Nicht zuletzt schafft die Reliefaufnahme eine allgemeine Datengrundlage für weitergehende Anwendungen in einem Geoinformationssystem (vgl. SAILE, 1997a; 1997b).

Erste Ergebnisse aus dem Untersuchungsgebiet mit Methodendiskussion werden bei LEOPOLD (1997), LEOPOLD & VÖLKEL (2000b) sowie VÖLKEL et al. (1998, 2002) vorgestellt.

| <b>GEOARCHIV</b>  | <b>INFORMATIONSGEHALT</b>   |
|---|---|
| <b>Oberflächenformen (rezent / fossil)</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reliefanalyse mittels tachymetrischer Geländeaufnahme</li> <li>• Reliefberechnungen zwischen fossiler und rezenter Oberfläche</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gliederungsmerkmal der Physiotope, Visualisierung anthropogener Kleinformen als Berechnungsgrundlage für GIS-Anwendungen</li> <li>• Bilanzierung von Erosionsstandorten, Rekonstruktion des Paläoreliefs als Datenbasis feinstratigraphischer Ansätze</li> </ul>                                     |
| <b>Rezente Böden / Sedimente</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartierung (flächig)</li> <li>• Kartierung (linear / Catenaprinzip)</li> <li>• Kappung von Bodenhorizonten im Oberhang</li> <li>• Laboranalyse der physikochemischen Eigenschaften</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzt Pedotope als Teile von Physiotopen aus, weist Areale mit anthropogen starker / schwacher Beeinträchtigung aus</li> <li>• Prozeßgenetische Rekonstruktion am Hang</li> <li>• Erosionsvorgänge / minimale Erosionsabschätzung</li> <li>• Ökologischer Zustand</li> </ul>                        |
| <b>Fossile Böden / Sedimente</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenhorizont-Stratigraphie</li> <li>• Sediment-Stratigraphie</li> <li>• Laboranalyse der physikochemischen Eigenschaften</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aussagen zur Lage der ehemaligen Geländeoberkante</li> <li>• Rückschlüsse auf die minimale Mächtigkeit von Erosionsprozessen</li> <li>• Bodenökologischer Zustand vor / während anthropogener Eingriffe (je nach Alter)</li> </ul>   |
| <b>Kolluvien</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartierung</li> <li>• Physikochemische Eigenschaften</li> <li>• Stratigraphie</li> <li>• Chronologie</li> <li>• Volumenbilanzierung</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodungs- und / oder Ackerbautätigkeit</li> <li>• Ablagerungsmechanismen (äolisch / aquatisch), ökologischer Verlust / Bilanz (z.B. Nährstoffverlust)</li> <li>• Erosions- / Akkumulationsgeschichte</li> <li>• Zeitliche Stellung des Ackerbaus</li> <li>• Minimale Abtragsraten</li> </ul>          |
| <b>Moore</b>  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollenzusammensetzung</li> <li>• Verhältnis von Baumpollen zu Nichtbaumpollen (BP/NBP)</li> <li>• Siedlungszeiger, Getreidepollen</li> <li>• Begleitpollen des Ackerbaus</li> <li>• Makroreste</li> <li>• Ausfällungen von Almkalken</li> <li>• Einlagerung kolluvialer Sedimente</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Vegetationsgeschichte</li> <li>• Anteil von Wald-/Offenland</li> <li>• Siedlungstätigkeit, Ackerbau / Konstanz</li> <li>• (indirekt) Ackerbau / Konstanz</li> <li>• Vegetation im Umfeld</li> <li>• Grundwasserstände, Klima</li> <li>• Ackerbautätigkeit am benachbarten Hang</li> </ul> |

Abb. 2 Zusammenstellung der verwendeten Geoarchive im Arbeitsgebiet. Gegenüberstellung der Arbeitstechniken und -methoden und deren mögliche Informationen

Mit dem Geoarchiv „rezente Böden / Sedimente“ werden vorrangig unterschiedliche Bodentypenvergesellschaftung im Raum erfaßt, die in hohem Maße von den Ausgangssedimenten abhängig sind. Die Aufnahme dieser räumlichen Anordnung ermöglicht in der anschließenden Analyse der rezenten physikochemischen Eigenschaften der Böden Aussagen zur Genese des aktuellen Verteilungsmusters. Daraus lassen sich Hinweise zur ehemaligen Nutzungsstruktur gewinnen (u.a. MACHANN & SEMMEL, 1970; LOZEK, 1976; BORK, 1983; BAUER, 1993; FECHNER et al., 1995; NILLER, 2001). Im Gegensatz zur geoökologisch orientierten Bodenkartierung nach LESER (1997: 360) stehen pedogenetische und substratgenetische Merkmale im Vordergrund, die auch zu Aussagen der quantitativen Erfassung von Bodenerosion führen (vgl. auch Kap. 1.5) beziehungsweise Hinweise auf die verursachenden Prozesse geben. In Zusammenhang mit sedimentstratigraphischen Betrachtungen können Untersuchungen zu pedogenetischen Entwicklungsraten bzw. Intensitäten wichtige Hinweise zur Chronologie verschiedener Erosions- und Akkumulationsstandorte geben (SEMMEL, 1995b; SEMMEL & POETSCH, 1996; LEOPOLD & VÖLKELE, 2002b).

Die Ausgliederung von Pedotopen als Teilbereiche der Physiotope ist eine weitere grundlegende Aussagemöglichkeit des Geoarchivs „rezente Böden / Sedimente“. Daran beteiligt ist auch ein Vergleich des ökologischen Ist-Zustandes der Böden mit dem in zurückliegenden Zeitscheiben (Archiv „fossile Böden“).

Der Vergleich von Merkmalen, Eigenschaften und stratigraphischen Befunden rezenter und fossilisierter Böden und deren Sedimente eröffnet mannigfache Ansätze, die bei der Landnutzungsrekonstruktion von entscheidender Bedeutung sind. Soweit fossilisierte Böden und Sedimente nicht mehr der rezenten Pedogenese unterliegen, zeichnen sie über ihre physikochemischen Eigenschaften den ehemaligen pedoökologischen Zustand nach. Dieses Abbild kann mit Böden in nicht fossilisierten Bereichen verglichen werden (z.B. SAILE, 1993). Für die Rekonstruktion der ehemaligen Geländeoberkante ist dies ein elementarer Baustein, denn er dient als Bezugsbasis für Erosionsmodellierungen, die ihrerseits ein Maß für anthropogenes Wirken im Naturraum darstellen (Diskussion unter Punkt 2.3). Das Archiv „fossile Böden / Sedimente“ liefert dazu die entscheidenden Hinweise, da in fossilen Bodenhorizonten indirekte Informationen zum Paläorelief gespeichert sind. Die Bedeutung des engen Zusammenhangs von Böden und Reliefgenese als Teilkompartiment der Geomorphologie findet vor allem in der englischen Literatur über entsprechende Monographien Ausdruck (u.a. BIRKLAND, 1999; GERRARD, 1992). Kolluviale Sedimente werden als Bestandteil der Oberflächenformen durchaus erkannt (u.a. AHNERT, 1999: 174, 264) und zu den „off site Schäden“ der Bodenerosion gezählt. Prozeßgenetisch werden sie jedoch meist relativ einheitlich als Akkumulationsform von Bodenerosionsmaterial am Hangfuß charakterisiert (ZEPP, 2002: 132). Prozesse, welche die Ablagerung steuern,

wurden im Vergleich zu den erosionssteuernden Prozessen bislang relativ wenig beachtet. Um aber unterschiedliche Formen und Fazies kolluvialer Substrate diskutieren zu können, müssen die Ablagerungsbedingungen bekannt sein. Vorrangig sind hier die Arbeiten von H.-R. BORK hervorzuheben, die in einer Zusammenschau von Befunden unterschiedlichster Landschaftsräume zur Ausgliederung von Kolluvialregeln bzw. -thesen führen (BORK et al. 1998: 28f.). So wird das Geoarchiv „Kolluvium“ erst in jüngerer Zeit wieder verstärkt als solches in den Geowissenschaften genutzt. NILLER (1998) gibt dazu eine umfangreiche Literaturzusammenfassung. Die weitreichenden Aussagemöglichkeiten zur Erosions- und Akkumulationsgeschichte und damit indirekt zur Ackerbaugeschichte machen es für die Rekonstruktion der Landnutzung unentbehrlich. Dort, wo Kolluvien auftreten, wurde im benachbarten Areal Waldweide, Rodung oder Ackerbau betrieben, wodurch charakteristische Spuren hinterlassen wurden. Diese äußern sich in Form kolluvialer Depositionen, welche die korrelierten Sedimente einer anthropogen ausgelösten Bodenerosion darstellen (BRUNNACKER & KOSSACK, 1958: 47; JÄGER & LOZEK, 1978: 145; SEMMEL, 1995a). Sind kolluviale Sedimente mehrgliedrig, geben sie bisweilen Hinweise auf die chronologische Abfolge der Landnutzung (u.a. BORK et al., 1998, KADEREIT et al., 2002). Mit Hilfe einer volumetrischen Quantifizierung der kolluvialen Depositionen sind minimale Abtragsraten bestimmbar. An die Massenbilanzen erodierter und akkumulierter Sedimente können Berechnungen zu den ökologischen Konsequenzen gekoppelt werden. Beispielsweise sind unwiederbringliche Nährstoffverluste als Folge der Bodenerosion qualitativ und quantitativ erfaßbar. Da die Ablagerungsverteilung von Kolluvien in erster Linie die heterogene Landnutzung zum jeweiligen Zeitpunkt widerspiegelt, sind großmaßstäbige, raum-zeitlich stark differenzierte Befunde zu erwarten. Ihre räumliche Aussagekraft ist daher eher lokal (LITT, 1986: 6) und bisweilen auf einzelne Ackerschläge begrenzt. Dies ist m. E. jedoch die Stärke kolluvialer Sedimente, da ihnen ein räumlich eng definierter, relativ einfacher Entstehungsprozeß zugrunde liegt. Naturgemäß wird dieses System von vielen Komponenten gesteuert und modifiziert (vgl. LEOPOLD & VÖLKELE, 2002b). NILLER (1998: 3) verweist auf die differenziert zu betrachtenden Ablagerungsbedingungen infolge wiederholter Auffüllung und Erosion in hintereinander gestaffelten Senkungsbereichen im Sinne eines Kaskadensystems nach CHORLEY et al. (1984). Jüngere Erosionsvorgänge können zudem ältere aufarbeiten und überprägen, wie dies auch für pedogenetische Prozesse gilt. Es entsteht ein System aus den Faktoren Landschafts(in)stabilität und Zeit, deren Wechselwirkung sich in den Sedimenten und Böden in ihren Ausprägungen wiederfindet (BIRKLAND, 1999). Abb. 3 zeigt diesen Zusammenhang auf. Dabei ist die Stabilität mitteleuropäischer Landschaften, wie oben dargelegt, in hohem Maße gegenläufig zum anthropogenen Wirken im Naturraum. Dies ist einer der Grundsätze, auf denen diese Arbeit aufbaut.

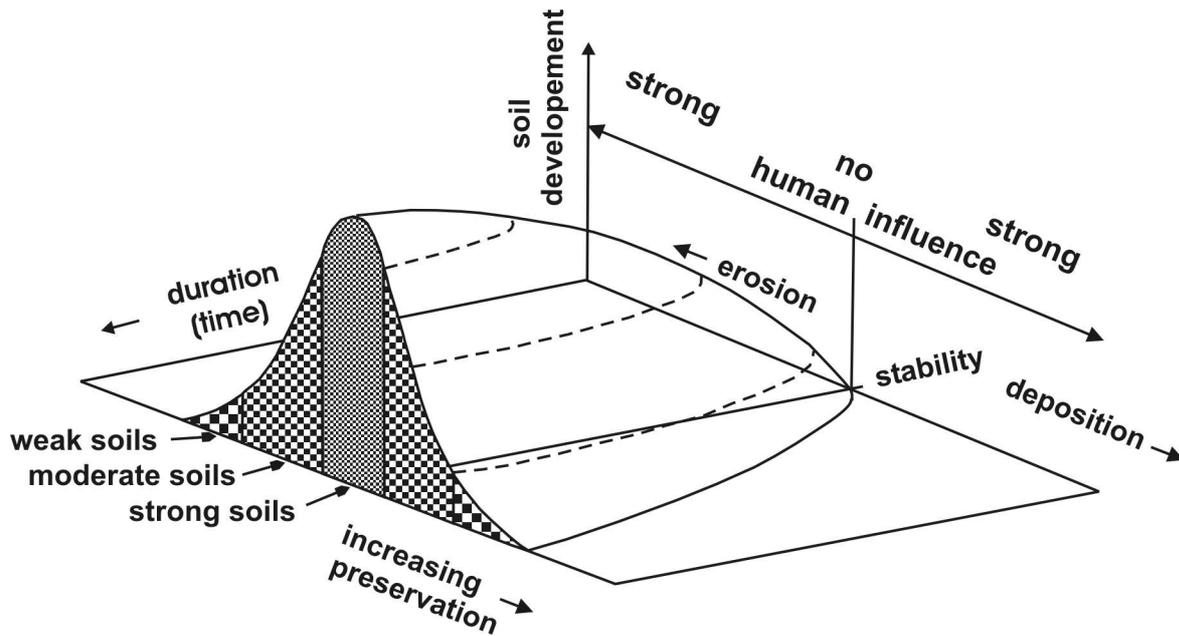


Abb. 3 Darstellung der relativen Bodenentwicklung in Abhängigkeit der Faktoren Landschafts(in)stabilität (Erosion / Ablagerung) und Zeit nach BIRKLAND (1999: 346) verändert

Weiterhin können in Kolluvien typologische Merkmale der erodierten Böden gespeichert sein, die ihrerseits teilweise für paläoklimatische Aussagen verwendet werden (vgl. SEMMEL, 2000). Der Versuch, aus Kolluvien generell paläoklimatische Parameter abzuleiten, scheint naheliegend, ist aber aufgrund vielfacher Unwägbarkeiten der kolluvial-genetischen Prozesse derzeit nicht ohne größere Schwierigkeiten und Unsicherheiten möglich (vgl. LEOPOLD & VÖLKELE, 2002b).

Böden und Kolluvien stellen damit ein zwar durchaus komplexes, dennoch greifbares Geoarchiv dar, das unmittelbar auf menschliche Beeinflussung reagiert. Die eng begrenzte räumliche Aussagekraft macht dieses Geoarchiv bei der Rekonstruktion von Landnutzungsverhältnissen um so wertvoller und ist sogar in gewisser Weise Voraussetzung dafür. SAILE (1997a) verdeutlicht die enge Korrelation von Böden und Siedlungsmustern unterschiedlicher Kulturepochen an Beispielen in der Wetterau und verweist auf die Notwendigkeit kleinräumiger Untersuchungen für detaillierte Ergebnisse.

Dem Umstand, daß die Geoarchive „Kolluvien“ und „Böden“ für Landnutzungsrekonstruktionen eine zentrale Bedeutung besitzen, wird in der hier vorliegenden Arbeit höchste Aufmerksamkeit geschenkt. Weiterhin wird versucht, einen Beitrag zu den Ursachen und Prozessen der Ablagerung, der Verbreitung und der Bodenentwicklung in Kolluvien zu leisten.

Das Geoarchiv „Moor“ wird seit jeher intensiv für die Rekonstruktion der Vegetations-, der Klima- wie auch der Landnutzungsgeschichte verwendet (u.a. FIRBAS, F., 1949; OVERBECK,

1975, KÜSTER, 1995; BEHRE, 2000; BEUG et al., 1999). Da Moore im nativen Zustand für eine agrar- und forstwirtschaftliche Nutzung eher ungeeignet sind, blieben sie über lange Zeiträume unbeeinflusst von anthropogenen Störungen. Dies prädestiniert sie als ideale Speicher für den Eintrag von Pollen oder auch atmo- gen transportierten Schwermetallen, deren qualitative und quantitative Erfassung die Datengrundlage oben beschriebener Rekonstruktionen darstellt. Ausfällungen von Almkalken, die in Folge hydrologischer Variabilitäten aufgrund sich verändernder Niederschlagsmengen in den Mooren entstehen, ermöglichen z.T. klimatische Aussagen (z.B. JÄGER, 1965, 2002). Die Einlagerungen kolluvialer Sedimente in Moore als Zeugen der Landnutzung wurde des öfteren beschrieben (z.B. BRUNNACKER, 1958a; GROSSE-BRAUCKMANN et al., 1987; LESSMANN-SCHOCH et al., 1991; WUNDERLICH, 2000). Eine konsequente Umsetzung dieser Befunde in die Fläche als Teilgrundlage eines Landnutzungsmodells erfolgte bislang nicht. Gerade aber in der Verschneidung von minerogenen mit organogenen Sedimenten liegt ein großes Potential verborgen, da derartige Wechsellagerungen über Bohrungen bzw. geophysikalische Prospektionsmethoden gut erkennbar sind (VÖLKELE et al., 2002). Palynologische und bodenkundlich-sedimentologische Daten sind in einem Bohrkern quasi verschmolzen und können miteinander abgeglichen werden. In der Regel ist eine Datierung der Sedimente über die organischen Komponenten gewährleistet, da Relativdatierungen über die Stratigraphie und die Palynologie mit den Absolutdatierungen ( $^{14}\text{C}$ ) verschnitten werden können. Verfolgt man solche Befunde in der Fläche, lassen sich daraus Aussagen zur Nutzung des Umfeldes gewinnen. Dort, wo kolluviale Einlagerungen im Moor dokumentiert sind, hat am benachbarten Hang anthropogene Landnutzung (Waldweide, Rodung, Ackerbau) stattgefunden. Aus solchen Geoarchiven sind raum-zeitlich variierende Muster der Landnutzung als Spiegel des sich wandelnden anthropogenen Wirkens im Naturraum zu gewinnen.

Um aber die Ursachen der Einlagerung, wie beispielsweise klimatische Variabilitäten bzw. Starkregenereignisse, Innovationen der Anbau- und Agrartechnik oder auch Intensivierung des Ackerbaus infolge eines gestiegenen Nutzungsdruckes, klären zu können, müssen zusätzlich die weiter oben aufgeführten Archive herangezogen werden. Erst in der Zusammenschau der Ergebnisse aller Einzelarchive, zu denen Informationen aus Archiven anderer Disziplinen (z.B. Archäologie, Archäobotanik) hinzukommen, stehen qualitativ und quantitativ ausreichende Datenmengen für eine Rekonstruktion der Landnutzung zur Verfügung.

## 1.5 Bilanzierung prähistorischer Bodenerosion

Nach RICHTER (1965) wird der über das natürliche Ausmaß des Bodenabtrags hinausgehende Bodenabtrag als Bodenerosion beschrieben (vgl. auch SCHULZE, 1952). In der Geomorphologie wird Bodenerosion als „*die vom Menschen verursachte oder beschleunigte Abtragung von Regolithmaterial*“ definiert (AHNERT, 1999). In der Bodenkunde wird Bodenerosion als „...*die Ablösung und der Transport von Bodenteilchen (Primärteilchen oder Aggregate) entlang der Bodenoberfläche*“ beschrieben (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1998: 365). Dabei wird über das Transportmedium in Wind- und Wassererosion unterschieden. Greift der Mensch in das natürliche Ökosystem ein und zerstört die schützende Vegetationsdecke, wird eine „...*kulturbedingte Bodenerosion...*“ ausgelöst (BREBURDA & RICHTER, 1998: 21). Das Ausmaß dieser Vorgänge findet seinen Ausdruck in den Abtragsraten. Diese definieren sich über die Masse des verlagerten Materials bezogen auf das Erosionsareal während eines bestimmten Zeitabschnittes (z.B. t/ha/a). Für die moderne Agrarnutzungsepoche in Mitteleuropa sind relativ detaillierte Daten zu Abtragsraten in unterschiedlichsten Gebieten vorhanden (RICHTER, 1979; AUERSWALD & SCHMIDT, 1986; SCHWERTMANN et al., 1987; LESER et al., 1998; u.v.a.m.). Auch die Gefahren der damit verbundenen Bodendegradation werden erkannt und sind teilweise quantifizierbar (u.a. RICHTER, 1965, 1998a). Schwieriger gestaltet sich der Versuch, diese Daten mit jenen zurückliegender Zeitabschnitte zu vergleichen. Dies wäre besonders wünschenswert, um ein Maß der Intensität anthropogenen Wirkens im Naturraum zu erarbeiten. Unter Berücksichtigung der Parameter, die steuernd auf Bodenerosion wirken, ermöglicht die Kenntnis der Abtragsleistung unterschiedlicher Kulturepochen einen unmittelbaren Vergleich. Fragen, die sich mit dem Themenkomplex Klima oder Mensch als Ursache gesteigerter bzw. verminderter Abtragsraten beschäftigen, können so entscheidend vertieft werden (vgl. LEOPOLD & VÖLKELE, 2002b).

Allerdings existiert eine vergleichsweise geringe Anzahl an Arbeiten über Bodenabtragsraten zurückliegender Zeitabschnitte, die auf belastbare und hinreichend validierte Daten beruht. Für die Zeitabschnitte, die über historische Quellen faßbar sind, gibt es eine Reihe von Daten, die diesen Anforderungen gerecht werden (u.a. BORK, 1983, 1989; BORK & BORK, 1987; BORK et al., 1998, 1999). Je nach Einzugsgebiet, Sedimentvoraussetzungen und Ackergeschichte variieren die Erosionsraten, wobei Erosionsspitzen im frühen 14. und in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts aufgrund gesteigerter hygrischer Variabilität angenommen werden. Sie resultieren in gesteigerter Linearerosion (gully erosion). RICHTER & SPERLING (1967) und auch SEMMEL (1993) dokumentieren ähnliche Phänomene, legen ihnen aber gesteigerten Nutzungsdruck und Umstrukturierungen in der Agrarwirtschaft ursächlich zugrunde. Sie machen keine Angaben zu Erosionsraten.

Für die vor- und frühgeschichtlichen Abschnitte der Ackerbaugeschichte sind zumindest in Mitteleuropa nur wenige Daten vorhanden. NILLER (1998) dokumentiert den Stand der Forschung, wobei deutlich wird, daß bei bisherigen Ansätzen die Erfassung, die Charakterisierung und die Datierung kolluvialer Sedimente primäres Arbeitsziel waren. Eine gesteigerte Häufigkeit der Deposition kolluvialer Sedimente in SW-Deutschland zur Eisenzeit wie auch zur Römischen Kaiserzeit belegen zum Beispiel LANG (2003) sowie KADEREIT et al. (2002). Für die selbe Zeitspanne belegen MÄCKEL et al. (2002) im oberen Rheintal und den angrenzenden unteren Höhenlagen des Schwarzwaldes neben einer gesteigerten Bodenerosion auch eine verstärkte Bildung von Auelehmen. Exakte Angaben zu den Mengen des erodierten Materials im Sinne einer Massenbilanzierung fehlen fast immer. BORK et al. (1998) gibt für das Arbeitsgebiet Dahmsdorf in Norddeutschland eine durchschnittliche Abtragsrate von 6 t/ha/a von der Bronzezeit bis zur Eisenzeit an. FAVIES-MORTLOCK et al. (1997) modellieren für die Bronzezeit und Eisenzeit gesteigerte Erosionsvolumina von 20 m<sup>3</sup>/ha/a bis über 100 m<sup>3</sup>/ha/a in den Southdowns in England. LEOPOLD (1997) bzw. VÖLKELE et al. (1998) errechnen minimal 20 t/ha/a für das Nutzungsumfeld einer spätlatènezeitlichen Viereckschanze während der Nutzungszeit des Bauwerks. Die spärliche Datenlage ist auf vielerlei Ursachen zurückzuführen. Eine Grundvoraussetzung für eine Erosionsbilanzierung ist es, die Kolluvien zu datieren und zu charakterisieren sowie die Erosions- und Akkumulationsareale genau zu erfassen. Diese Daten sind oft nicht oder äußerst ungenügend und unzuverlässig zu ermitteln, so daß die Ergebnisse immer mit den dazugehörigen Unschärfen zu bewerten sind. Hinzu kommt, daß die Ergebnisse mit Hilfe unterschiedlicher Methoden gewonnen wurden und daher nur bedingt vergleichbar sind. Meist werden Erosionsraten über eine Massenbilanzierung der kolluvialen Depositionen errechnet (Methode A) oder über eine Abschätzung der Erosionsmächtigkeiten mit Hilfe gekappter Bodenhorizonte (Methode B) bestimmt. Die m. E. für eine Erosionsbilanzierung zwingend notwendige Rekonstruktion der präerosionszeitlichen Geländeoberkante erfolgt im ersten Fall gar nicht und im zweiten Fall über sekundäre Parameter. LEOPOLD (1997) sowie VÖLKELE et al. (1998) zeigen erstmals eine Methode auf, die es ermöglicht, die ehemalige Erosionsoberkante auf direktem Wege zu bestimmen (Methode C). Erdbauwerke, gleich welchen Alters, fossilisieren durch ihre Wall- oder Hügelschüttung nicht nur die ehemaligen Böden, sondern oft auch die Geländeoberfläche zum Zeitpunkt der Errichtung des Bauwerks. Damit steht eine direkte Information zum präerosionszeitlichen Relief zur Verfügung. Durch Extrapolation dieser fossilisierten Oberfläche auf die Erosionsareale stehen zwei meßbare Flächen zur Verfügung. Durch Subtraktion der jeweiligen Höhen errechnet sich die direkte Mächtigkeit des Bodenabtrags (Abb. 4).

Die unterschiedlichen Methoden werden in VÖLKELE et al. (2002) diskutiert und am Beispiel der Viereckschanze von Poign bei Regensburg miteinander verglichen. Dabei zeigt sich, daß die Ergebnisse je nach Methode stark variieren. Mit Hilfe der Methode A, die sich auf die Massenberechnung der korrelierten Sedimente des Erosionsvorganges stützt, werden 20,4 t/ha/a errechnet. Unter Anwendung von Methode B, welche die Mächtigkeit des Abtrags über gekappte Bodenhorizonte ermittelt, errechnen sich hier in diesem Beispiel lediglich 13,3 t/ha/a, während mit Hilfe der Methode C über die Differenz zweier real existierenden Oberflächen eine Erosionsrate von 24,5 t/ha/a errechnet wird.

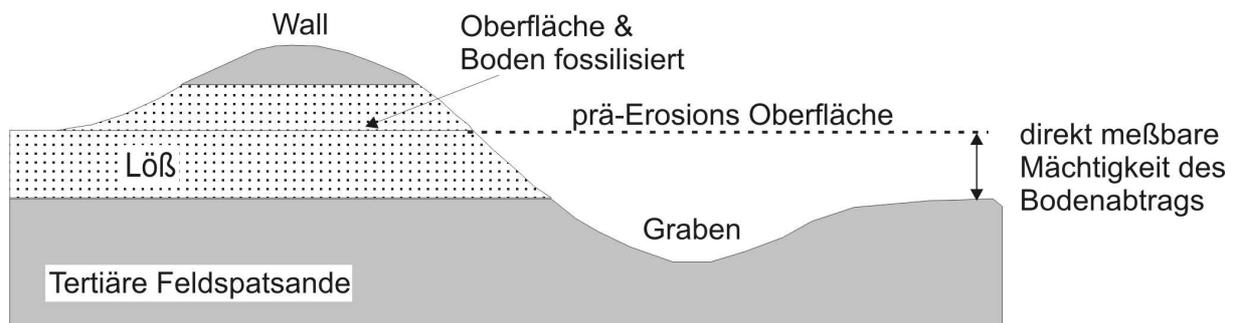


Abb. 4 Ermittlung der präerosionszeitlichen Oberfläche über die Extrapolation der fossilisierten Oberfläche (nach LEOPOLD, 1997 bzw. VÖLKELE et al., 2002)

Die Ursachen dieser Unterschiede werden in VÖLKELE et al. (2002) diskutiert, wobei insbesondere posterosionszeitliche, pedogenetische Prozesse im Zuge der Wiederbewaldung ehemaliger Agrarstandorte die gekappten Bodenhorizonte überprägt. Dies wiederum führt zur Berechnung viel zu geringer Erosionsraten. Daher kann Methode B nur unter Kenntnis der Landnutzungsgeschichte seit dem Erosionsereignis angewendet werden - eine Bedingung, die kaum zu erfüllen ist. Die geringere Bodenerosionsabträge, die mit Methode A gegenüber Methode C errechnet wurden, führen VÖLKELE et al. (2002: 58) „...auf nicht mehr darstellbare Materialverluste [...], wie sie infolge kurzfristiger Austragsereignisse bei extrem erosiven Starkregen in Form sogenannter ephemeral gullies (BOARDMAN, 1992: 13) auftreten...“ zurück.

Die angeführten Beispiele zeigen deutlich auf, daß einerseits die Datenlage zu prähistorischen Erosionsraten extrem schlecht ist, und andererseits die wenigen existierenden Daten nur unter Diskussion der angewandten Methoden miteinander vergleichbar sind. Für die Zukunft wären Daten über prähistorische wie historische Erosionsraten wünschenswert, die mit Hilfe der Methode C ermittelt werden, da dadurch die realen Abtragsleistungen exakt errechnet werden können. Mit Hilfe dieser Datengrundlage könnte eine Diskussion über die Intensität agrarischer Nutzung auf der Basis belastbarer Daten in einzelnen Kulturepochen geführt werden.

## 2 Untersuchungsgebiet

### 2.1 Naturraumgliederung, Topographie und Hydrologie

Die naturräumliche Gliederung im Umfeld des Arbeitsgebietes wird maßgeblich von den geologischen Grundstrukturen bestimmt. Diese gliedern sich wie folgt in vier Groseinheiten:

| <b>Geologie / Sedimentologie</b>                                 | <b>Naturräumliche Einheiten</b> |
|--|---------------------------------|
| Gneise und Granite des Moldanubikums (kristallines Grundgebirge) | Oberpfälzer u. Bayerischer Wald |
| Carbonatische Sedimentgesteine des Jura                          | Südliche Frankenalb             |
| Tertiäre Feldspatsande und quartäre Lössse des Molassebeckens    | Tertiärhügelland                |
| Quartäre Schotter und Lössse des Regensburg-Straubinger Beckens  | Dungau                          |

Tab. 1 Geologie und naturräumliche Einheiten im Umfeld des Arbeitsgebietes

MANSKE (1981/1982) und SCHIEBER (1984) beschreiben ausführlich obige Naturräume und gliedern diese teilweise weiter auf. STETTNER (1992; vgl. Abb. 5a) gibt letztlich die jüngste geologische Gliederung mit den naturräumlichen Einheiten wieder.

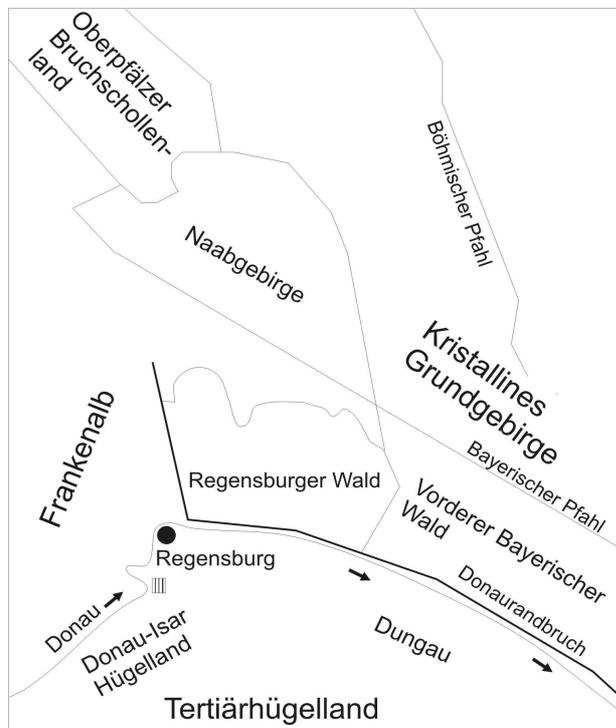


Abb. 5a Geologische Gliederung und naturräumliche Einheiten nach STETTNER (1992), verändert



## 2.1 Naturraumgliederung, Topographie und Hydrologie

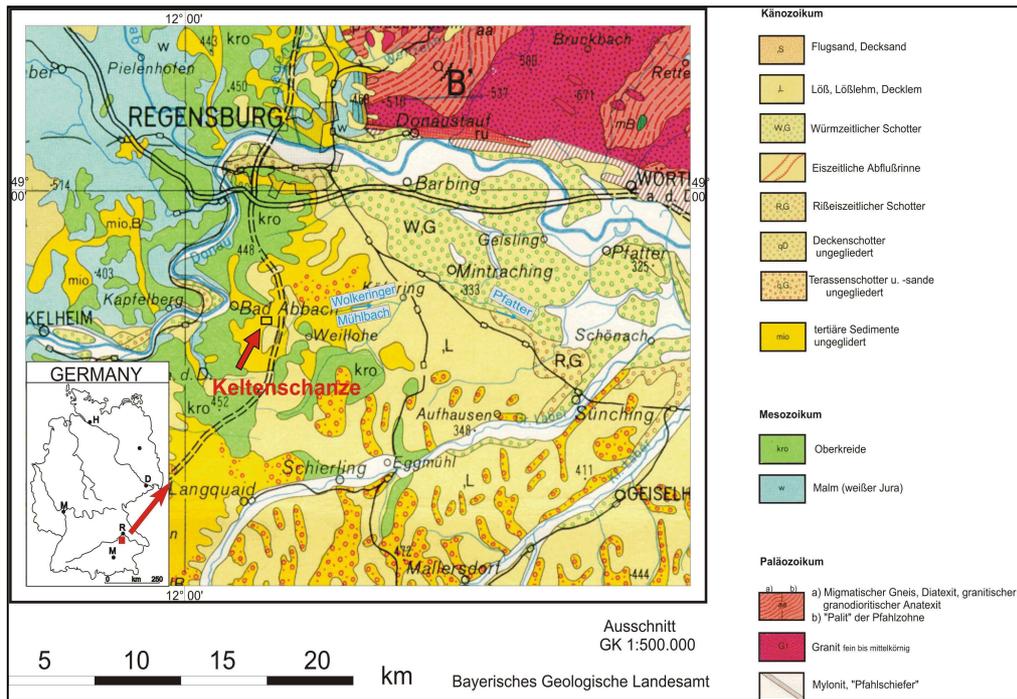


Abb. 5b  
Geologische  
Übersicht  
des Arbeits-  
gebietes

Die Donau bildet den Vorfluter der Südlichen Frankenalb, des Vorderen Bayerischen Waldes und des Tertiärhügellandes und fungiert als Grenzsaum zwischen den Großeinheiten. Südwestlich von Regensburg verläuft sie in nordöstlicher Richtung entlang der südlichen Albgränze, taucht bei Neustadt an der Donau in die Jurahochfläche ein, durchfließt mehrere Engtäler (Weltenburger Donaudurchbruch, Engtal bei Matting) und tritt unterhalb Regensburg in südöstlicher Richtung in das Regensburg-Straubinger Becken, den Dungau, aus (HOMILIUS et al., 1983). Die tektonische Bruchlinie des obertägig bis zu 200 m hohen Donaurandbruches grenzt den Regensburger Wald und Vorderen Bayerischen Wald vom Dungau bzw. vom Tertiärhügelland ab (vgl. Abb. 5a; 5b). Wiederholt standen Ausschnitte des Gesamttraumes im Betrachtungsfeld geowissenschaftlicher Untersuchungen, wofür stellvertretend auf die Arbeiten von BUCH (1988), STRUNK (1989), MEYER & SCHMIDT-KALER (1994, 1995), HILGART (1995) und VÖLKELE (1995) hingewiesen wird.

Das nähere Untersuchungsgebiet befindet sich 10 km südlich von Regensburg und 3 km östlich von Bad Abbach (Abb. 6). Es liegt im nordwestlichen Teil des Unterbayerischen Hügellandes, dessen Begrenzung dort die Donau bildet (FEHN, 1953). Eingerahmt wird es von den Ortschaften Gemling und Peising im Westen, sowie Poign und Untermassing im Osten. Die Tiefenlinie erreicht bei Poign ein Minimalniveau von 360 m NN, während der *Limmenberg* und die Anhöhe *Auf der Heide* mit jeweils 405 m NN die höchsten Erhebungen des Untersuchungsgebietes bilden. Es handelt sich um eine typische Hügellandschaft mit hier zumeist asymmetrischen Talquerschnitten. Steil nach Westen exponierte Hänge liegen entsprechend flacheren Osthängen gegenüber. Bisweilen sind steile Süd- und flache Nordhänge vorhanden. Asymmetrische Talsysteme sind formentypische Erscheinungen im

Tertiärhügelland und sind u.a. auf periglaziale Prozesse (Solifluktion) während der Kaltzeiten zurückzuführen (KARRASCH, 1970; JERZ, 1993). Die asymmetrische Reliefsituation spiegelt sich teilweise auch in der Nutzungsart wieder. So werden die steilen Westhänge heute als Forst genutzt, während die flacheren ostexponierten Flächen einer landwirtschaftlichen Nutzung unterliegen. Neben dem asymmetrischen Reliefaufbau trägt zu dieser Verteilung gleichwertig die Ausstattung mit unterschiedlichen Sedimenten auf den jeweiligen Hangabschnitten bei. Die Westhänge der Flurstücke *Moosholz*, *Im Steinbruch* und *Peisinger Höhe* werden aus Feldspatsanden aufgebaut, während auf den Kuppen und den Osthängen Lösssedimente zu finden sind. Analog lassen sich Lösssedimente immer im Südhang, nie jedoch auf den Nordhängen kartieren (vgl. Abb. 5b).

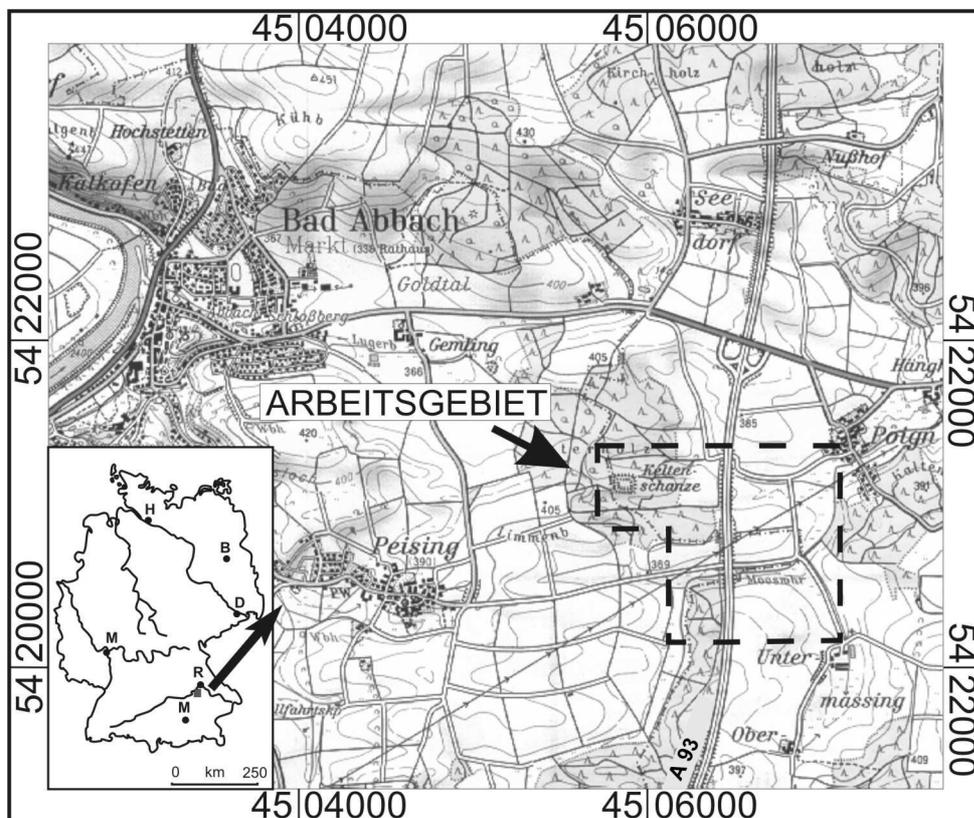


Abb. 6 Topographische Übersicht des Arbeitsgebietes (gestrichelt). Ausschnitt aus TK 1:25.000; 7038 Bad Abbach; Maßstab verändert

Die Lage der für diese Arbeit relevanten, prähistorischen und historischen Bauwerke, bzw. deren Reste, sind in Abb. 7 wiedergegeben (die Viereckschanze von Poign im Flurstück *Esterholz* und die villa rustica im Flurstück *Moosacker*, ca. 1 km nordwestlich von Unter-massing). Zur besseren Orientierung wird in Abb. 7 ebenfalls die schematische Lage der Flurstücke wiedergegeben, da immer wieder darauf Bezug genommen wird.

Die Entwässerungsrichtungen sind im Untersuchungsgebiet über eine Wasserscheide in eine westliche und eine östliche zweigeteilt, wobei die Donau für beide Richtungen als Vorfluter fungiert. Dies erklärt sich aus dem Verlauf der Donau, die, südwestlich von Kelheim kommend, bei Bad Abbach einen großen Mäanderbogen bildet und in nördlicher Richtung nach Regensburg weiterfließt (zum näheren Naturraum vgl. VÖLKELE, 1998). Dabei schneidet sie die jurassischen und kretazischen Sedimentgesteine in einem markanten Engtal zwischen der Ortschaft Matting und dem Stadtteil Prüfening. Sie erreicht bei Regensburg ihren nördlichsten Punkt und knickt dort nach Südosten um. Diese bogenförmige Anlage des Flusses bedingt die beiden unterschiedlichen Abflußrichtungen im Untersuchungsareal. So wird der überwiegende Teil östlich über den Wolkeringer Mühlbach, der tributär auf die Pfatter eingestellt ist, abgeführt. Diese entwässert weiter in nordöstlicher Richtung aus dem Tertiärhügelland in die Regensburg-Straubinger Senke (Dungau) und mündet dort nach einer Laufstrecke von ca. 25 km auf einem Niveau von 325 m NN in die Donau (vgl. Abb. 5b). Die westlich gerichtete Entwässerung erfolgt über die beiden Bachläufe des Lugerbaches und des Abbacher Mühlbaches, die beide 3 km entfernt bei Bad Abbach auf einer Höhe von 332 m NN ins Donautal münden (Abb. 6). Aus den unterschiedlichen Laufstrecken ergeben sich entsprechend variierende Gefälle. In westlicher Richtung ist ein durchschnittlicher Höhenverlust von 24,3 m/km Laufstrecke zu verzeichnen, während das Gefälle in Ostrichtung lediglich 3,2 m/km beträgt. Daraus ist jedoch keine erhöhte Reliefenergie mit potentiell höheren Erosionsraten im Westen abzuleiten, da das durchschnittliche Gefälle nicht herangezogen werden kann. Alle drei Bachläufe besitzen an der Grenze des Untersuchungsgebietes ein nahezu gleichwertiges Niveau von 360 m NN bzw. 365 m NN, woraus eine gleichverteilte Reliefenergie innerhalb des Arbeitsgebietes resultiert. Das geringe Gefälle des Wolkeringer Mühlbaches sowie der Pfatter führt zu einer charakteristischen fluvialmorphologischen Struktur. Dies äußert sich in Form eines mäandrieren Flußverlaufes innerhalb einer breiten Talau. Große Bereiche davon sind durch Niedermoor- und Altarmbildung sowie Vernässungen gekennzeichnet. Teile dieser Vermoorungen reichen bis in das Untersuchungsgebiet. So zieht das Kirchenmoos von Poign mit einem Ausläufer in westlicher Richtung teilweise unter die heutige Autobahntrasse der A 93. Ein weiterer Niedermoorbereich befindet sich westlich des *Moosholzes*, knickt dann nach Osten und weiter in nördlicher Richtung auf das Poigner *Kirchenmoos* ab (Abb. 7). Diese als topogene Niedermoore ausgebildeten Bereiche sind im Untersuchungsgebiet zu großen Teilen kolluvial bedeckt und werden als Grünlandstandorte oder Ackerflächen genutzt. Die Moore spielen im Verlauf der Arbeit eine wichtige Rolle, da sie über weite Teile der Siedlungsgeschichte im Gebiet offen standen. Sie bildeten potentielle Ablagerungsgebiete für Kolluvien.

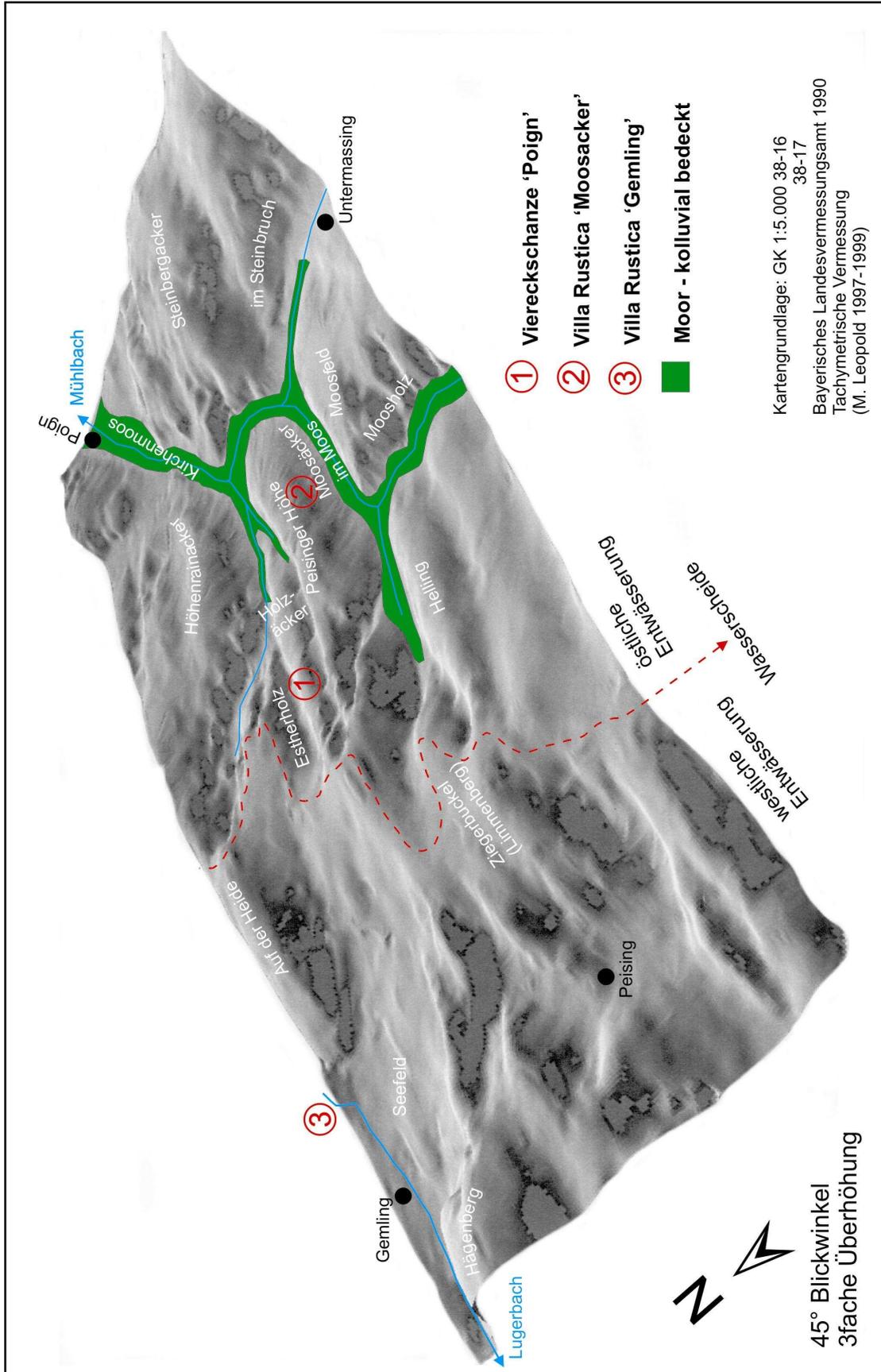


Abb. 7 Digitales Geländemodell des Arbeitsgebietes (Blickrichtung nach NE) mit Darstellung der Flurnamen

## 2.2 Tektonik, Geologie, Sedimente und Böden

Das Arbeitsgebiet ist in ein tektonisch kleingekammertes Gebiet eingebettet, welches den Übergang des jüngeren Mesozoikums zum Senkungsbereich des Molassebeckens repräsentiert. Jurassische und kretazische Sedimentgesteine tauchen in östlicher bis südöstlicher Richtung unter die tertiären Sedimente ab. 2 km westlich des Untersuchungsgebietes befindet sich eine Zone mit ausgeprägter Bruchtektonik, die durch Schollen, Verwerfungen und Verwerfungstreppen, sowie tektonische Gräben und Senkungsfelder aufgebaut wird (OSCHMANN, 1958: 158; vgl. auch Abb. 5b).

Unmittelbar nördlich des Untersuchungsgebietes liegt der Abbach-Gemlinger Graben, der von der Goldtalverwerfung (Sprunghöhe 32 m) und der Gemlingerverwerfung (Sprunghöhe 12 m) begrenzt wird. In ost-südöstlicher Richtung sind im gesamten Untersuchungsgebiet tektonisch ungestörte Verhältnisse vorhanden. Erst im 6 km entfernten Tal der Pfatter treten erneut Störungszonen auf (vgl. Profil A-A' Geologische Karte 1:25.000, Blatt 7038 Bad Abbach).

Im Folgenden wird die Geologie über die Verbreitung der kretazischen, tertiären und quartären Sedimente und Gesteine des Untersuchungsareals beschrieben. Sie bestimmen in hohem Maße die Morphologie wie auch die Ausprägung der verschiedenen Böden und damit die Nutzungsart durch den Menschen.

Kretazische Sedimentgesteine treten lediglich lokal östlich einer Linie Gemling - Peising aus der tertiären Bedeckung zu Tage. So sind kleinere Vorkommen von teilweise mergeligen Kalkgesteinen der Eisbuckelschichten bei Peising und unmittelbar südöstlich von Gemling zu finden. Der jüngste Vertreter der oberkretazischen Serie des Arbeitsgebietes ist der Großberger Sandstein, der in mehreren alten Steinbrüchen südöstlich von Poign und Untermassing ansteht (vgl. Geologische Karte Blatt 7038 Bad Abbach).

Die tertiären Ablagerungen im Untersuchungsgebiet werden der Oberen Süßwassermolasse (OSM) als Teil der östlichen Vorlandmolasse zugerechnet (UNGER, 1996: 168). Die Sedimentation des liegenden Braunkohlentertiärs beginnt nach UNGER (1996: 177) im Mittleren Otnang des ausgehenden Unteren Miozäns. Zeitlich ist dies der Beginn der limnisch fluviatilen Schüttung der Nordfazies aus dem tertiären Urnaabsystem (MAYER, 1996: 132). Im Bearbeitungsgebiet ziehen die Ablagerungen des Braunkohlentertiärs, ausgehend von der Bad Abbacher Senke, in östlicher Richtung bis unmittelbar vor Gemling. Weitere Vorkommen sind westlich von Peising sowie östlich von Poign zu finden. Letztere unterlagern die ausgedehnten Vermoorungsbereiche des nach Osten entwässernden Wolkeringer Mühlbaches und stehen mit Mächtigkeiten von bis zu 5 m in 6 m bis 8 m Tiefe an. Westlich von Poign finden sich der Geologischen Karte 1:25.000, Blatt 7038 Bad Abbach zufolge keine Braunkohlenvorkommen (vgl. auch WAPPENSCHMITT, 1936). Eigene Bohrungen

bis 10 m Tiefe geben ebenfalls keine Hinweise auf eventuelle Kohleflöze oder Tone, wengleich die hangenden Feldspatsande bei 10 m noch nicht durchteuft wurden. Dagegen spricht die häufig zu beobachtende Vergesellschaftung von Torfmooren im Hangenden und Braunkohleflözen im Liegenden auch im Untersuchungsgebiet für das Vorkommen von tertiären Braunkohlen. Durch den Inkohlungsprozeß hervorgerufene Volumenveränderungen werden für sekundäre Senkenbildungen mit nachfolgendem Torfwachstum verantwortlich gemacht (WAPPENSCHMITT, 1936: 40).

Im Übergang des Mittleren zum Oberen Miozän setzt verstärkt die Schüttung aus dem nördlichen Moldanubikum ein. Die ebenfalls dem tertiären Naabsystem zuzuordnenden limnisch fluviatilen Sedimente werden in Form von Kiesen, Sanden, Feldspatsanden und Tonen zur *Moldanubischen Serie* (Lithozone L5) zusammengefaßt (UNGER, 1996: 184). Insbesondere die Feldspat-Glimmersande, die Leitfazies des Untersuchungsgebietes, kommen ihrem Sedimentationsmilieu entsprechend als Lockersedimente unterschiedlichster Textur vor (HOFMANN, 1992: 9). Reine Sande mit Tonlinsen wechseln mit Lehmen, die an ihrer charakteristischen Beimengung von kleinen weißlichen und gelblichen, relativ frischen und meist scharfkantigen Feldspatkörnern gut zu erkennen sind (OSCHMANN, 1958: 141). Die Mächtigkeit der Feldspatsande nimmt von West nach Ost von 15 m auf 40 m zu (BESCHOREN, 1955: 62). Im Gebiet südlich von Untermassing stehen Tone und Mergel an, die „*einem tiefen Niveau der Feldspatsande [...] entsprechen*“ (OSCHMANN, 1958: 139). Diese werden aber in keinem Profil der Untersuchungen angeschnitten. Die bis dato vorherrschende Schüttungs- und Entwässerungsrichtung nach West-Südwest wird im ausgehenden Obermiozän nach Ost-Südost durch Hebung des Schwarzwaldmassivs umgepolt (LEMCKE, 1988). Im Zuge der weiteren Alpenorogenese wird das Molassebecken „*...von einer Vortiefe in ein Abtragungsgebiet umgewandelt...*“ (UNGER & DOPPLER, 1996: 158). Damit verbunden war die Entstehung eines präquartären Flußnetzes, dessen älteste Schotterablagerungen das Hangendtertiär der Höhenhofer Schotter aufbauen. Die 1 km nordöstlich des Untersuchungsgebietes in ihrer Typuslokalität anstehenden Schotter werden ins Pliozän gestellt (UNGER & DOPPLER, 1996: 158). Nach STRUNK (1989: 291) ist das exakte Alter ungeklärt und wird aufgrund paläopedologischer Untersuchungen im Hangenden auf minimal 700.000 bis 800.000 Jahre geschätzt. Mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 15 - 20 m werden sie als „*...Füllung in einem Gebiet mit unregelmäßigem Relief...*“ (STRUNK, 1989: 290) angesehen. Nach OSCHMANN (1958: 144) findet die weite Verbreitung der Höhenhoferschotter „*...entlang einer durch die Orte Pentling, Hohengebraching, Seedorf, Poign und Bockenberg gekennzeichneten Linie eine recht scharfe Begrenzung im Westen*“, womit das engere Areal dieser Arbeit als Fundort ausscheidet.

Die pliozänen Donauhochschotter, die westlich von Gemling am Hägenberg anstehen, leiten zu den quartären Lockersedimenten des Untersuchungsgebietes über.

Lösse und Lößlehme in unterschiedlichen Mächtigkeiten bedecken weite Teile des Arbeitsgebietes (Abb. 5b). Im weiteren Umfeld werden Lößdecken von bis zu 25 m beschrieben (WEINIG, 1980), jedoch sind die Lösse des Untersuchungsgebietes durchschnittlich 1 m und maximal 5 m mächtig.

Zur Lößsedimentation und -klassifikation um Regensburg liegen eine Vielzahl von Untersuchungen vor, die überwiegend das Jungpleistozän betreffen (BRUNNACKER, 1958a, 1960; KALLENBACH, 1966; SCHELLMANN, 1990; VÖLKEL, 1995). STRUNK (1990) beschreibt das 5 km vom Untersuchungsgebiet entfernte Quartärprofil von Hagelstadt mit seinen acht Paläoböden und erstellt damit die umfangreichste Kaltzeiten-Warmzeitengliederung in Bayern in einem Profil. Das Ende der würmzeitlichen Lößsedimentation wird im Regensburger Raum mit 16 ka BP mit Hilfe von TL-Datierungen von BUCH & ZÖLLER (1990) angegeben.

Die bodenkundliche Situation wird erstmals von BRUNNACKER (1958b) beschrieben. Demnach haben sich im Untersuchungsareal Parabraunerden aus Löß bzw. Lößlehm entwickelt, deren Entwicklungsgrad mit anderen Lokalitäten im Regensburger Lößgebiet zu vergleichen ist. Als weitere Ausgangssubstrate für die Bodenbildung stehen Lößlehm und Feldspatsande zur Verfügung, die wie in anderen Gebieten des Donaoraumes z.T. als Fließerden aufgearbeitet sind (JERZ & GROTTENTHALER, 1995). Mit sinkendem Sandgehalt nimmt die Tendenz der Braunerdebildung ab und die Parabraunerdedynamik zu. Weiter beschreibt BRUNNACKER (1958b) in Senken kolluvial abgelagertes Material, welches unter Grundwassereinfluß zur Ausbildung von Gleyen geführt hat, die lokal in anmoorige Böden übergehen.

Eine kleinräumige Bodentypen- und Substratkartierung wurde im Rahmen dieser Arbeit erstmals durchgeführt. Die Ergebnisse hierzu werden in Kap. 4.3.3 vorgestellt.

### 2.3 Klima

Klimatische Parameter spielen bei der Rekonstruktion der Landnutzungsverhältnisse eine wichtige Rolle. Über die Komponenten Niederschlag und Temperatur beeinflusst und steuert das Klima maßgeblich die agrarischen Nutzungsformen. Insbesondere sind auch die Prozesse der Pedogenese an die klimatischen Voraussetzungen gebunden. Nicht zuletzt sind Häufigkeit und Stärke der Niederschläge wichtige Determinanten im Rahmen von Bodenerosionsprozessen. Daher wird versucht, die rezenten klimatischen Verhältnisse unmittelbar vor Ort im Untersuchungsgebiet über Daten nahegelegener Klimastationen kurz zu charakterisieren. Im Anschluß werden mit Hilfe holozäner Klimarekonstruktionen aus der Literatur die generell zu erwartenden Schwankungsbreiten der atmosphärischen Größen Niederschlag und Temperatur während der mitteleuropäischen Ackerperiode dargelegt. In einem Fokus, gerichtet auf die Latènezeit und die Römische Kaiserzeit, werden paläoklimatische Daten mit aktuell gemessenen verglichen.

#### 2.3.1 Rezent-klimatische Situation

Datengrundlage bilden die beiden zum Untersuchungsareal nächstgelegenen Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes, die 10 km nördlich in Regensburg, bzw. 15 km südöstlich in Mallersdorf liegen. Das Untersuchungsgebiet liegt im kontinental geprägten Klimabereich (EIMERN, 1975) mit einer Jahresmitteltemperatur von 8,0 °C und einer jährlichen Niederschlagssumme von 643,7 mm in Regensburg bzw. 7,7 °C und 707,0 mm in Mallersdorf (MÜLLER-WESTERMEIER, 1990). Die Daten beziehen sich auf die Periode von 1951-1980 und werden als Grundparameter herangezogen, da in Veröffentlichungen der letzten klimatischen Normperiode von 1961-1990 die Station Mallersdorf nicht mehr dargestellt wird (MÜLLER-WESTERMEIER, 1996). Das Areal ist Teil des Klimabezirks *Niederbayerisches Hügelland* (BAYFORKLIM, 1996: 4).

In der nachfolgenden Abb. 8 werden die monatlichen Mittelwerte der Temperatur und die monatlichen Niederschlagssummen im jahreszeitlichen Verlauf der jeweiligen Stationen gegenübergestellt. Der jahreszeitliche Temperaturverlauf ist an beiden Stationen nahezu identisch. Der mittlere Temperaturgradient ist in Regensburg mit 8,0° C um 0,3° C höher als in Mallersdorf. Dies ist m. E. über die relative Nähe zur Stadt selbst zu erklären, wodurch insbesondere in den Wintermonaten Januar und Februar gegenüber der Station Mallersdorf leicht erhöhte Werte gemessen werden. Kleinklimatische Ursachen, wie häufige winterliche Inversionswetterlagen oder Wärmezufuhr durch die Flüsse Donau, Naab und Regen könnten ebenfalls Schwankungen hervorrufen.

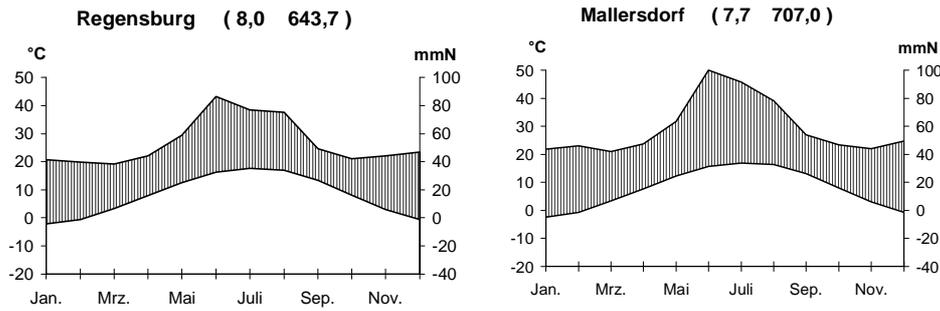


Abb. 8 Klimadiagramme der Stationen Regensburg und Mallersdorf. Monatliche Mittelwerte der Lufttemperatur und monatliche Niederschlagssummen im Jahresverlauf (Datengrundlage MÜLLER-WESTERMEIER, 1990). Eigene Darstellung

Die Niederschläge sind an der Station Regensburg durchweg geringer, zeigen jedoch in Regensburg wie in Mallersdorf ein ausgeprägtes Sommermaximum als Ausdruck überwiegend konvektiver Niederschläge durch Gewitter. Dies unterstreicht den kontinentalen Charakter des Gebietes (vgl. auch BAYFORKLIM, 1996: 4). Im Monat Juni werden an beiden Stationen die höchsten Monatsmittel mit 86,5 mm (Regensburg) und 100,5 mm (Mallersdorf) verzeichnet. Nahezu die Hälfte aller Niederschläge fällt in den Monaten Mai bis August.

### 2.3.2 Starkregenereignisse

Für Bodenerosionsprozesse, die nach HUDSON (1995: 55ff.) vornehmlich durch Starkregenereignisse von mindestens 10 mm/h gesteuert werden, sind Mittelwertangaben nur bedingt geeignet. Ein Vergleich der Niederschläge im Monatsmittel mit dem prozentualen Anteil des erosiven Regens im jahreszeitlichen Verlauf in Bayern verdeutlicht dies (Abb. 9).

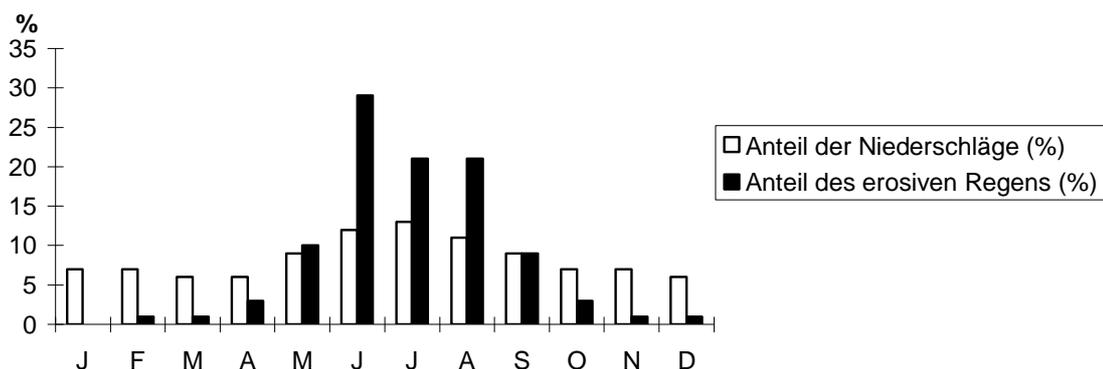


Abb. 9 Die Verteilung von Jahresniederschlag und erosiv wirksamem Regen im Mittel. Prozentualer jahreszeitlicher Verlauf für Bayern (Datenquelle: ROGLER & SCHWERTMANN, 1981, zitiert in SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1992: 470)

81 % der potentiell erosiv wirksamen Niederschläge fallen in den Monaten Mai bis August, wobei wiederum knapp die Hälfte (39 %) auf die Monate Mai und Juni entfällt. Gerade im Mai und Juni ist die Saat zumeist noch nicht so stark entwickelt, so daß in diesen Monaten mit einer erhöhten Erosion zu rechnen ist (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1992: 470).

Ähnlich, jedoch noch extremer, gestaltet sich die Situation in Regensburg. Die Daten basieren auf einer eigenen Auswertung der Aufzeichnungen der stündlichen Niederschlagsmessungen der Station Regensburg und umfassen den Zeitraum von 1970 - 1996 (vgl. A.3 im Anhang). In 26 Jahren wurden insgesamt 47 Starkregenereignisse, die mehr als 10 mm/h erbrachten, registriert. Das Maximum von 31 mm/h wurde im Juni 1971 erreicht. Abb. 10 zeigt die durchschnittliche prozentuale Verteilung dieser Ereignisse gegenüber den durchschnittlichen monatlichen Niederschlägen.

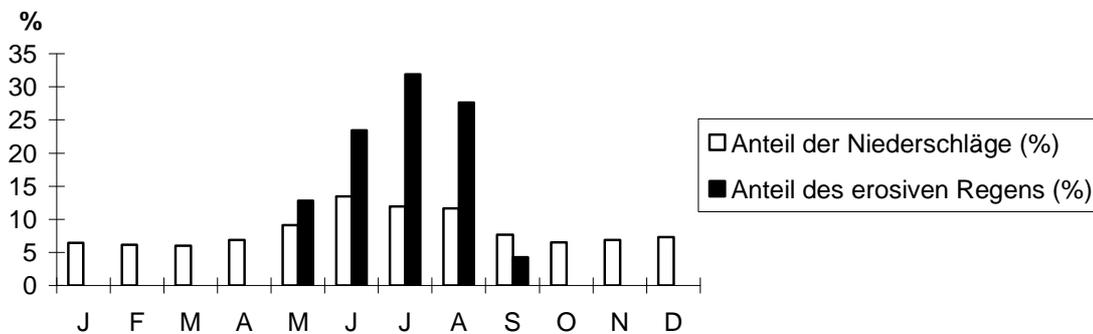


Abb. 10 Die Verteilung von Jahresniederschlag und erosiv wirksamem Regen im Mittel. Prozentualer jahreszeitlicher Verlauf für Regensburg der Jahre 1979-1996 (Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Station Regensburg). Eigene Darstellung

Demnach ereigneten sich Starkregen von > 10 mm/h ausschließlich in den Monaten Mai bis September mit einem Maximum von 31,9 % im Juli. Gut ein Drittel (36,2 %) findet in den Monaten Mai und Juni statt. Im August treten am zweithäufigsten (27,6 %) Starkregenereignisse auf, während im September lediglich 4,3 % zu verzeichnen sind.

Generell sind große jährliche Schwankungen zu verzeichnen. In der Periode 1982 - 1984 sind beispielsweise keine Starkregenereignisse gemessen worden, im darauffolgenden Jahr 1995 dagegen sechs. In solchen Extremjahren ist mit besonders hohen Erosionsraten zu rechnen, da die schützende Vegetation oft wenig Zeit hat, sich zu erholen. Dadurch können zwei kurz aufeinanderfolgende Ereignisse zu höheren Abtragsraten führen als drei oder vier, die über mehrere Monate verteilt sind. Ebenfalls muß die winterliche Schneedecke berücksichtigt werden. Sie dient bei Tauwetter als möglicher Wasserlieferant, so daß bereits Niederschläge von weniger als 10 mm/h Bodenerosion auslösen können. Zudem muß der Schnee als Feststoff betrachtet werden, der in dieser Eigenschaft über weite Strecken an seiner Oberfläche Wasser sammelt, so daß an bereits ausgeaperten Stellen große

Wassermassen für eine mögliche Erosion zur Verfügung stehen (vgl. RICHTER, 1998b: 43). Bei solchen Verhältnissen reichen Niederschläge von unter 10 mm/h aus, um eine Erosion auszulösen. Gerade im Dezember sind langanhaltende, oft über mehrere Stunden dauernde Regenfälle von 5 mm/h bis 6 mm/h in Regensburg zu beobachten, so daß die oben beschriebene Situation auch im Untersuchungsgebiet auftritt. Verstärkt wird die winterliche Erosion durch das Fehlen einer schützenden Vegetation (z.B. GIESSÜBEL, 1977: 180).

Um rezente Erosion zu beschreiben, muß neben der Größenverteilung unbedingt die Frequenz der Starkregenereignisse mit eingehen. SEUFERT (1998) verweist zudem auf die hohe Heterogenität während eines einzelnen Ereignisses. Insbesondere ist *„das Ausmaß der Heterogenität der Niederschlagsintensität im raum/zeitlichen Neben- bzw. Nacheinander des jeweiligen Niederschlagsfeldes“* ein erosionswirksames Strukturelement des Niederschlages (SEUFERT, 1998: 157). Wie BOARDMAN & FAVIES-MORTLOCK (1999) aber anhand mehrerer Untersuchungsgebiete in Europa und Nordamerika belegen, eignen sich Häufigkeits- und Größenverteilung von Niederschlägen selbst für rezente Erosionsprognosen nur bedingt. *„Frequency-magnitude distributions of rainfall are a poor predictor of distributions of runoff or soil loss. Site-specific influences appear to operate more strongly on distributions of erosion than runoff since rainfall and erosion distributions differ more in absolute terms than do rainfall and runoff distributions“* (BOARDMAN & FAVIES-MORTLOCK, 1999: 67). Dies verdeutlicht die Notwendigkeit kleinräumiger, gebietsspezifischer Untersuchungen der Faktoren, die steuernd auf die Bodenerosion wirken, insbesondere in Zeitabschnitten, für die keine Niederschlagsmeßreihen vorhanden sind.

Diesem Grundsatz folgend werden in dieser Arbeit die ohnehin spärlichen Informationen bezüglich klimatischer Parameter der Eisenzeit und frühen Römischen Kaiserzeit lediglich dafür verwendet, um die Möglichkeit erosionsauslösender Starkregenereignisse zu be- oder widerlegen. Erosionsauslösende Faktoren, die über die Ergebnisse der bodenkundlich-sedimentologischen Untersuchungen, der Reliefanalyse sowie der Vegetations- und Siedlungsgeschichte erfaßt werden, bilden die Grundlage zur Rekonstruktion oben geforderter gebietsspezifischer Untersuchungen.

### **2.3.3 Paläoklima der Eisenzeit und der Römischen Kaiserzeit**

Wie oben dargelegt kann die rezente klimatische Situation über die vorhandenen Daten gut beschrieben werden. Diese Ergebnisse können aber nicht ohne Diskussion auf die in dieser Dissertationsschrift bearbeiteten Zeitabschnitte der Eisenzeit und frühen Römischen Kaiserzeit extrapoliert werden. Daher werden im Anschluß die paläoklimatischen Gegebenheiten kurz dargelegt und mit den rezenten verglichen, soweit dies möglich erscheint.

In Abb. 11 wird eine Zusammenstellung der Klimaparameter Niederschlag und Temperatur in Mittel- und Nordeuropa für das Holozän gegeben, wobei die verschiedenen Autoren unterschiedliche Geoarchive zur Rekonstruktion benutzen (vgl. LEOPOLD & VÖLKEL, 2002b). PATZELT (2000) berechnet aus den Schwankungen der holozänen Schnee-, Wald- und Baumgrenzen in den Alpen eine maximale holozäne Temperaturschwankung von 1,5 °C. Auch FRENZEL et al. (1992) sowie FRENZEL (1998, 2000) gehen von einer durchschnittlichen Temperaturabnahme von 1,5 °C mit sich verringernden Niederschlagssummen und gesteigerter Variabilität des Sommerklimas während der letzten 6.500 Jahre aus. SCHÖNWIESE (1997) errechnet eine Varianz von 2 °C und eine ebenfalls gesteigerte Variabilität zwischen den jeweiligen kälteren und wärmeren Abschnitten im Holozän. Die Höhe der Niederschläge prägt maßgeblich die Böden sowie die Genese und die Ausprägung von Kolluvien. Sie ist im Gegensatz zu den Temperaturen aufgrund der erheblichen regionalen Unterschiede sowie der Schwankungsbreiten, die zwischen Mittelwerten und Extremereignissen herrschen, sehr viel schwieriger zu fassen. Eine hochauflösende Rekonstruktion der Niederschlagsverteilung der letzten 1.000 Jahre in Mitteleuropa gibt GLASER (2001: 181). Hier wird die hohe Varianz einzelner Jahre (+/- 50 mm/a) gegenüber dem Durchschnittstrend (+/- 20 mm/a) sehr deutlich. Letztlich führen aber die Schwankungen innerhalb eines Jahresganges nur über die extremen Starkregen zu verstärkter Boden-erosion und damit zur Bildung von Kolluvien. Diese Ereignisse sind außerhalb der durch historische Quellen belegbaren Zeitabschnitte nur sehr schwer bis gar nicht zu rekonstruieren. So muß bei der holozänen Niederschlagsrekonstruktion auf Archive zurückgegriffen werden, die einerseits die Variabilität abpuffern, andererseits aber Extremereignisse dokumentieren. Flüsse scheinen dafür gut geeignet zu sein, da sie direkt auf das Niederschlagsaufkommen reagieren und in ihren Ablagerungen oft auch Extremereignisse in Form von Hochflutsedimenten archivieren. Aktuell werden diese Prozesse bezüglich zukünftiger Klimavariabilität modelliert und diskutiert (MILLY et al., 2002; PALMER & RÄLSÄNEN, 2002).

Eine Zusammenstellung der Aktivitätsphasen süddeutscher Flüsse in Kombination mit Klimaschwankungen während der letzten 8.000 Jahre gibt FRENZEL (2000; vgl. Abb. 11). Demzufolge fallen viele Phasen verstärkter fluvialer Aktivität mit Phasen von Temperaturpessima zusammen (vgl. auch SCHÖNWIESE 1995: 85ff.). Konträr dazu wird von einer Reihe anderer Autoren wie FINK (1977), BUCH (1988), MÄCKEL & ZOLLINGER (1995) sowie HEINE (2001) zumindest seit dem Atlantikum der Einfluß des Menschen als primäre Ursache einer sich verändernden fluvialen Morphodynamik gedeutet. Diese ersten verstärkten anthropogenen Eingriffe (wie z.B. Rodung) äußern sich in einer größeren Häufigkeit und Varianz fluvialer Aktivitätsphasen, weshalb sich fluviale Systeme nur bedingt zur holozänen Niederschlagsrekonstruktion eignen.

## 2.3 Klima

Besser geeignet scheinen Moore, die auf Basis sich wandelnder Vegetationsgesellschaften über ihre Pollenführung auch Klimarekonstruktionen erlauben (GUIOT et al., 1989; KLOTZ, 1999). Einzelne Starkregenereignisse können aber auch sie nicht auflösen. SEPPÄ & BIRKS (2001: 553) rekonstruieren mit Hilfe der Pollenzusammensetzung in Mooren die holozäne Niederschlagsverteilung für Fennoskandien. Dabei dokumentieren sie Schwankungen zwischen 150 mm/a und 900 mm/a während der mitteleuropäischen Ackerperiode. Die Varianz der langjährigen Mittelwerte schwankt zwischen 700 mm/a im ausgehenden Mesolithikum und 350 mm/a während der Bronzezeit (vgl. Abb. 11).

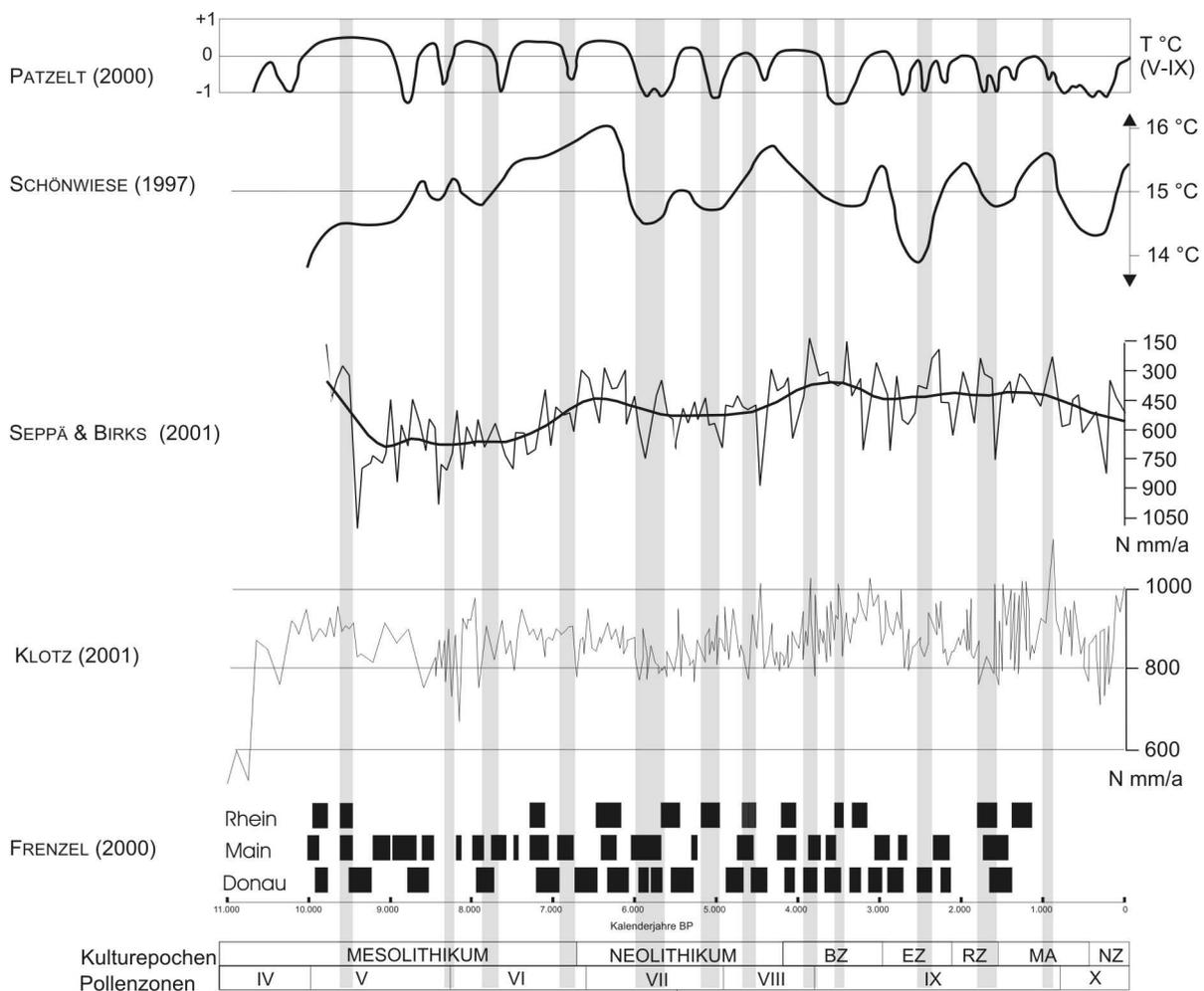


Abb. 11 Temperatur und Niederschlagsverlauf im Holozän nach diversen Autoren sowie Darstellung erosiver Aktivitätsphasen süddeutscher Flüsse. Klimatische Umbruchphasen nach FRENZEL (2000) grau hinterlegt

KLOTZ (2001; schriftl. Mittlg.) untersucht einen Bohrkern aus dem Steisslinger See in Baden-Württemberg und errechnet daraus die Niederschlagsverteilung im südwestdeutschen Raum für die letzten 15.000 Jahre. Vegetationsgesellschaften, die durch die Pollenzusammensetzung ausgewiesen und warvenchronologisch eingeordnet werden, erlauben im aktualistischen Vergleich paläoklimatische Aussagen zu Temperatur und Niederschlag. Dabei treten für die letzten 8.000 Jahre Extremwerte von 711 mm/a bzw. 1.123 mm/a auf. Für diesen Zeitabschnitt sind die Werte normal verteilt, wobei 80 % der Werte im Bereich zwischen 800 mm/a und 950 mm/a sowie 95 % der Werte zwischen 750 mm/a und 1.000 mm/a liegen.

Betrachtet man die Paläoklimarekonstruktionen bezüglich der Eisenzeit und der kaiserzeitlichen Phase, ergibt sich folgendes Bild. WILDERLING (1977: 379) stellt die unterschiedlichsten klimatisch deutbaren Befunde für den Zeitraum 900 BC bis 1.600 AD gegenüber. Dabei geht er von einer generellen Klimaverschlechterung mit Beginn der Hallstattzeit aus. Bis zum Beginn der Spätlatènezeit sind mit kleinen Unterbrechungen kühle und feuchte Phasen vorherrschend. Die anschließende Phase trockeneren und wärmeren Klimas bis zur Mitte der Römischen Kaiserzeit um 300 AD ist das sogenannte „*Klimaoptimum der Römerzeit*“ (SCHÖNWIESE, 1979: 82). SCHÖNWIESE (1979) sieht diesen Zeitabschnitt aber durchaus als niederschlagsreich an. LAMB (1977: 385) geht von einem generell kühleren Abschnitt mit vermehrten sommerlichen wie winterlichen Kaltlufteinbrüchen aus dem arktischen Norden ab 500 BC sowie einer feuchten Phase zwischen 350 BC und 100 BC aus. Dies wiederum ist im Einklang mit der Stratigraphie der Süßwasserkalke nach JÄGER (1965) zu sehen, der erhöhte Niederschläge bis 100 BC feststellt. BOUZEK (1982: 183) rekonstruiert ebenfalls feuchtere und kühlere Bedingungen ab 700 BC, welche im Übergang von 600 BC zu 500 BC sowie von 200 BC nach 100 BC, von kurzen wärmeren Phasen unterbrochen werden und erst zu Beginn der Römischen Kaiserzeit enden. Generalisierend sehen die meisten Autoren die Latènezeit als feuchten und kühlen Abschnitt, der in der Mitte der Spätlatènezeit (100 BC), spätestens aber mit Beginn der Römischen Kaiserzeit von einem wärmeren und trockeneren Abschnitt abgelöst wird. Aussagen zu Niederschlagsintensitäten können aus diesen Daten jedoch nicht abgeleitet werden. NILLER (1998: 18) stellt für die prähistorische Zeit in einer umfangreichen Übersicht die paläoklimatischen Rekonstruktionen verschiedenster Autoren gegenüber. Mit Hilfe unterschiedlicher Klimaarchive werden, im Abgleich mit klimatischen Zirkulationsmodellen, Perioden bzw. Phasen mit höherer Wahrscheinlichkeit für das Auftreten erosiver Niederschläge ausgegliedert, worunter auch die Früh- und Mittellatènezeit fällt. Allerdings erscheint m. E. auch eine Wahrscheinlichkeitsvorhersage schon aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Definitionen bzw. Schwellenwerte für erosionsauslösende Starkregen wenig aussichtsreich (u.a. > 7,5 mm/h nach KRETZSCHMAR, 1990; > 10 mm/h nach HUDSON,

1995; > 17 mm/h nach BLÜTHGEN & WEISCHET, 1980). Solche exakten Angaben auch nur annähernd aus Geoarchiven zu berechnen, ist derzeit nicht möglich und muß generell in Frage gestellt werden. Daher können holozäne Klimarekonstruktionen derzeit nur als Diskussionsgrundlage dafür herangezogen werden, ob es überhaupt denkbar ist, daß zu gewissen Zeitabschnitten erosionsauslösende Starkregenereignisse stattgefunden haben. Geht man von einer gewissen Konstanz des kontinentalen Klimaraumes im Untersuchungsgebiet über die letzten 2.500 Jahre aus, so kann der Versuch gemacht werden, Paläoklimadaten mit aktuellen Daten zu vergleichen. Diese Bedingung wird auch für den südwestdeutschen Raum vorausgesetzt. Er fungiert als Untersuchungsgebiet des nachfolgend dargestellten, hochauflösenden Klimaarchivs, welches sich am Steisslinger See ca. 250 km südwestlich von Regensburg befindet.

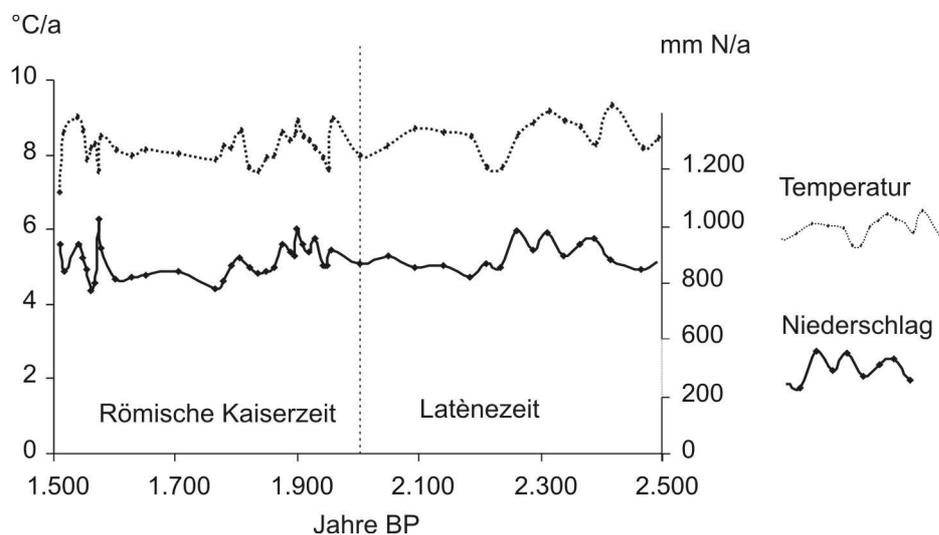


Abb. 12 Rekonstruktion der Jahresmitteltemperaturen sowie der durchschnittlichen Jahresniederschläge zwischen 1.500 BP und 2.500 BP nach KLOTZ (schriftl. Mittlg., 2001), Steisslinger See, Baden-Württemberg

KLOTZ (2001, schriftl. Mittlg.) rekonstruiert in der Latènezeit Jahresmitteltemperaturen zwischen 7,7 °C und 9,2 °C sowie Jahresniederschläge zwischen 805 mm/a und 968 mm/a (Abb.12). Auch hier zeichnet sich eine etwas feuchtere Phase zu Beginn der Latènezeit ab (vgl. LAMB, 1977, 1995). Die leichten Schwankungen in diesem Abschnitt könnten auch Ausdruck der erhöhten Anzahl an Datenpunkten sein und sollen hier nicht weiter diskutiert werden. In der ausgehenden Mittel- und insbesondere der Spätlatènezeit (ab 2.200 BP) variieren die Niederschlagswerte geringfügig zwischen 840 mm/a und 877 mm/a. Der Übergang zur Römischen Kaiserzeit ist wiederum durch vermehrte Schwankungen gekennzeichnet. Dieser wird von einem vergleichsweise einheitlich wirkenden Zeitabschnitt zwischen 1.860 BP und 1.600 BP abgelöst. Die rekonstruierten Niederschlagswerte

zwischen 760 mm/a und 870 mm/a belegen den trockensten Zeitabschnitt in dieser Darstellung, der wiederum von einer Phase erhöhter Variabilität abgelöst wird. Die Temperaturen der Römischen Kaiserzeit liegen zwischen 7,0 °C und 9,0 °C und damit im holozänen Schwankungsbereich (vgl. SCHÖNWIESE, 1997).

Die aktuellen Daten der letzten klimatischen Normalperiode der nahegelegenen Station Radolfzell werden mit einer Jahresmitteltemperatur von 9,0° C und einer jährlichen Niederschlagssumme von 801 mm angegeben (MÜLLER-WESTERMEIER, 1990). Damit zeugen die Werte der letzten klimatischen Normalperiode von einem geringfügig trockeneren und relativ warmen Abschnitt. Demgegenüber werden insbesondere zur Latènezeit und teilweise zur Römischen Kaiserzeit leicht erhöhte Niederschläge rekonstruiert, die sich aber durchaus in holozäne Variationen einordnen lassen. So kann man von einer durchschnittlichen Häufigkeit von Starkregenereignissen vor und nach der Zeitenwende in Südwestdeutschland ausgehen. Bedingt durch die relative Nähe zum Untersuchungsgebiet wird dies auch für das Areal der Viereckschanze von Poign und dessen unmittelbare Umgebung postuliert. Demnach darf im Arbeitsgebiet das Klima nicht zwingend als Ursache gesteigerter oder verminderter Erosion während der Latènezeit bzw. Römischen Kaiserzeit gesehen werden. Dennoch muß es stets als möglicher Auslöser für Erosionsprozesse diskutiert werden (vgl. auch RICHTER 1976: 5).

### 2.4 Vegetation

Vegetationsgeschichtliche Arbeiten zum Untersuchungsgebiet selbst oder dessen unmittelbare Umgebung fehlen bislang. Untersuchungen liegen aus dem angrenzenden Vorderen Bayerischen Wald (STALLING, 1987), dem Oberpfälzer Wald (KNIPPING, 1989), den großen Moorgebieten der Donau- und Isarniederung (BAKELS, 1978; RAUSCH, 1975) und dem Voralpenland (u.a. KÜSTER, 1995) vor. Die dort rekonstruierte waldgeschichtliche Entwicklung kann aufgrund der generell begrenzten räumlichen Aussagekraft einzelner, vegetationskundlich interpretierter Pollenprofile für das Untersuchungsgebiet selbst nicht verwendet werden. Die vegetationsgeschichtliche Lücke im Naturraum des Tertiärhügellandes wird von den in dieser Arbeit vorgestellten Ergebnissen in gewissen Altersabschnitten teilweise geschlossen.

Nach SEIBERT (1968) ist die potentielle natürliche Vegetation (PNV) im weiteren Umfeld des Untersuchungsareals von verschiedenen Waldgesellschaften geprägt. So dominiert die Südbayernrasse des reinen Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald (*Galio-Carpinetum typicum*) weite Bereiche des Tertiärhügellandes. Eingeschaltet sind Areale des Hainsimsen-Buchenwaldes (*Luzulo Fagetum* / Südbayernrasse) und des Hainsimsen-Labkraut-Eichen-Hainbuchenwaldes (*Galio-Carpinetum luzuletosum* / Südbayernrasse). Westlich der Donau wird die PNV auf den sandigen Standorten zudem von Moos-Kiefernwäldern (*Leucobryo-Pinetum* mit *Peucedano-Pinetum*) sowie Preiselbeer-Eichenwäldern (*Vaccinio-Quercetum*) geprägt. In den Tiefenlinien finden sich des öfteren topogene Kalkflachmoore, die als typische Niedermoore (*Caricion canescenti-fuscae*) ausgeprägt sind (SEIBERT, 1968). Die Verteilung der unterschiedlichen Vegetationsgesellschaften richtet sich dabei vorwiegend nach der heterogenen Sedimentverteilung zwischen Lössen und Feldspatsanden und den daraus resultierenden unterschiedlichen Bodentypen, der Topographie und den damit verbundenen hygri-schen Schwankungen sowie der Exposition (SEIBERT, 1968: 11ff.).

Die anthropogene Nutzung hat seit Jahrtausenden zu tiefgreifenden Umgestaltungen der natürlichen Vegetation geführt. Rezent werden die Waldgebiete als Forste unterschiedlicher Zusammensetzung genutzt. Meist dominieren reine Fichtenmonokulturen, die in Einzelfällen von Mischwaldbeständen abgelöst werden. Das Alter der Bestände reicht von wenige Jahre alte Jungpflanzungen bis hin zu Altholzbeständen mit über 150 Jahre alten Bäumen (z.B. westlicher Teilbereich der Viereckschanze von Poign). In Fichtenmonokulturen herrscht ein typischer Unterwuchs, der sich durch eine Dominanz von *Deschampsia flexuosa* (L.) TRIN, *Rubus fruticosus* (L.), *Oxalis acetosella* (L.), sowie einer Reihe unterschiedlicher Bryophyten äußert (vgl. DÜLL & KUTZELNIGG, 1994: 549f.).

Die Laub- und Mischholzbestände setzen sich aus mächtigen Exemplaren von *Fagus sylvatica* (L.), *Pinus sylvestris* (L.) und *Picea abies* (L.) KARST. zusammen. An lichten Stellen

unterbindet die vorherrschende *Rubus fruticosus* (L.) ein Emporkommen anderer Arten beinahe vollständig. In den Jungpflanzungen kommen neben den bereits erwähnten Nadel- und Laubhölzern auch *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL., *Betula pendula* ROTH., *Sambucus Nigra* (L.) sowie eine *Sorbus* (L.) em. CR. Art vor, wodurch der überwiegende Teil des Arealis durch Laubholzarten gekennzeichnet ist.

Während mehrerer Geländebegehungen wurde nachfolgende Liste erhoben, um einen kleinen Einblick in die Bestockungsart und die Vegetation des Waldareales in unmittelbarer Nachbarschaft zur Viereckschanze von Poign zu geben (vgl. Tab. 2). Es wurde in Gehölzpflanzen und Unterwuchs unterteilt (nach OBERDORFER, 1983 und SCHMEIL & FITSCHEN, 1988).

Gehölzpflanzen:

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| <i>Betula spec.</i> L.                | Birke      |
| <i>Fagus sylvatica</i> L.             | Rotbuche   |
| <i>Picea abies</i> (L.) KARST.        | Rotfichte  |
| <i>Pinus sylvestris</i> L.            | Waldkiefer |
| <i>Quercus petraea</i> (MATT.) LIEBL. | Steineiche |
| <i>Sorbus spec.</i> L.                | Eberesche  |

Unterwuchs:

|  |                         |
|--|-------------------------|
| <i>Alliaria petiolata</i> BIEB.        | Gemeine Knoblauchsrauke |
| <i>Articum spec.</i> L.                | Klette                  |
| <i>Cheledonium majus</i> L.            | Großes Schöllkraut      |
| <i>Convallaria majalis</i> L.          | Maiglöckchen            |
| <i>Dactylis glomerata</i> L.           | Wiesen Knäuelgras       |
| <i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) TRIN. | Geschlängelte Schmiele  |
| <i>Fragaria vesca</i> L.               | Walderdbeere            |
| <i>Geranium sylvaticum</i> L.          | Wald-Storchschnabel     |
| <i>Geum urbanum</i> L.                 | Echte Nelkenwurz        |
| <i>Glechoma hederaceae</i> L.          | Gundermann              |
| <i>Juncus spec.</i> L.                 | Binse                   |
| <i>Leontodon spec.</i> L.              | Löwenzahn               |
| <i>Luzula spec.</i> Dc.                | Hainsimse               |
| <i>Myosotis spec.</i> L.               | Vergißmeinnicht         |
| <i>Oxalis acetosella</i> L.            | Sauerklee               |

|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| <i>Poa nemoralis</i> L.        | Hain Rispengras     |
| <i>Poa spec.</i> L.            | Rispengras          |
| <i>Poa trivialis</i> L.        | Gemeines Rispengras |
| <i>Polystichum spec.</i> L.    | Schildfarn          |
| <i>Rubus idaeus</i> L.         | Himbeere            |
| <i>Rubus fruticosus</i> L.     | Brombeere           |
| <i>Sambucus spec.</i> L.       | Holunder            |
| <i>Trifolium Lupinaster</i> L. | Lupinen-Klee        |
| <i>Urtica urens</i> L.         | Brennnessel         |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> L.  | Blaubeere           |

Tab. 2 Übersicht der aktuellen Vegetation im Untersuchungsgebiet

Die Verteilung von Wald- und Offenland im eigentlichen Untersuchungsgebiet entspricht der Darstellung auf der topographischen Karte 1:25.000, Blatt 7038 Bad Abbach von 1985 (Abb. 6). Sie ist in typischer Weise an das asymmetrische Relief des Tertiärhügellandes und die damit zusammenhängende Verteilung ackerbaulich gut oder schlecht nutzbarer Areale gebunden (vgl. Kap. 4.1). So werden die steilen westexponierten Hänge zumeist forstwirtschaftlich genutzt, während die gegenüberliegenden ostexponierten relativ flachen Lößhänge einer ackerbaulichen Nutzung unterzogen sind. In wie weit diese Aufteilung in den unterschiedlichen Kulturepochen Veränderungen unterworfen war bzw. dauerhaften Bestand hatte, wird als Teil dieser Arbeit untersucht.

## 2.5 Besiedlungsgeschichte

### 2.5.1 Besiedlungsgeschichtliche Zusammenfassung

Die Besiedlungsgeschichte spielt bei der Rekonstruktion der Landnutzungsformen eine entscheidende Rolle. Die Anpassung des Menschen an seine Umwelt bzw. die Anpassung der Umwelt an anthropogen beeinflusste Nutzungssysteme sind seit langem Kern- diskussionen vieler natur- und geisteswissenschaftlicher Disziplinen. Sind in einem Untersuchungsraum chronologisch kontinuierliche Siedlungstätigkeiten zu erwarten, so wird die Diskussion erheblich erschwert. Die jeweils ältere Siedlungsepoche modifiziert einen Raum in spezifischer Intensität (z.B. Siedlungsart und -struktur, Rodung, Ackerbau, Viehhaltung, Bergbau etc.), so daß nachfolgende Generationen diese Erblast aufzunehmen haben. Daher ist die Besiedlungsgeschichte in Altsiedelgebieten einerseits ein sehr komplexes Wirkungsgefüge, andererseits aber über mannigfache Befunde auch gut zu untersuchen und darzustellen. Das Altsiedelland um Regensburg betreffend ist der siedlungsgeschichtliche Forschungsstand über eine Vielzahl von Publikationen erfaßt (u.a. BRUNNACKER & KOSSACK, 1958; TORBRÜGGE, 1984; SCHIER, 1985 sowie PÄTZOLD, 1983). Arbeiten zur Besiedlung in der Latènezeit wurden u.a. von RIECKHOFF (1992), in der Römischen Kaiserzeit von FISCHER (1992) und MOOSBAUER (1997) vorgelegt. Seit jeher bilden die Terrassenlandschaften entlang der Donau sowie die Terrassen der darauf tributär eingestellten Nebenflüsse die Hauptzentren des Siedlungsgeschehens, was über eine große Anzahl archäologisch dokumentierter Kartierungs-, Grabungs- und Luftbildbefunde belegt wird. Bereits in den danubischen Nebentälern sowie insbesondere im Hinterland (Tertiärhügelland) wird die Kenntnis über das Siedlungsmuster zunehmend geringer (SCHIER, 1985: 23). Dies ist aber nicht zwingend mit einer generell geringeren land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung des Hinterlandes um Regensburg zu verknüpfen. Denn vermehrte Spezialisierung auf Viehzucht sowie verbesserte Agrartechniken erlauben das Vordringen in ungünstigere Lagen (LÜNING, 1997: 34). Die Besiedlung abseits der großen Terrassensysteme ist wegen ihrer seit jeher extensiveren Siedlungs- und Wirtschaftsformen schwieriger archäologisch zu fassen und damit auch seltener im Blick archäologischer Forschungen (z.B. KURZ, 2001: 210ff.). Dies bestätigt sich auch in einer Kartierung der latènezeitlichen Fundstellen im Untersuchungsgebiet selbst. So werden in einem Gebiet von gut 10 x 10 km über 30 Siedlungsstellen angegeben, obwohl dieses Areal niemals systematisch prospektiert wurde (mündl. Mittlg. E. MÜLLER, München). Fragen nach der Größe der Wirtschaftsflächen dieser überwiegend ländlichen Siedlungen sind bislang völlig offen und basieren auf „*puren Vermutungen*“ (WIELAND, 2001: 231). Dennoch „*zeigen die ländlichen Siedlungen das Bild einer autarken bäuerlichen Gesellschaft, die sich stark an*

*ihre unmittelbare Umgebung angepaßt hatte und von Handel und spezifischem Handwerk kaum abhängig war*“ (WIELAND, 2001: 236). Eines der Charakteristika der spätkeltischen Siedlungsweise sind neben den stadtähnlichen Oppida vor allem auch die teilweise bis heute obertägig sehr gut erhaltenen Viereckschanzen. KRAUSE (1999: 90) sieht in der Verbreitung dieser Anlagen „... ein Spiegelbild der spätkeltischen ländlichen Siedlungsformen ...“. Für die Fragestellung dieser Arbeit ist dies deshalb von besonderer Bedeutung, da es Ziel ist, den weiteren Naturraum einer solchen Anlage nutzungszeitlich zu charakterisieren. Daher ist es unerlässlich, sich mit dem forschungsgeschichtlichen und aktuellen Kenntnisstand solcher Anlagen eingehender zu beschäftigen.

### **2.5.2 Definition, Charakteristika und zeitliche Stellung von Viereckschanzen**

Unter Viereckschanzen versteht man Wall-Grabenanlagen, welche von den Kelten insbesondere in der mittleren bis späten Latènezeit errichtet wurden (BITTEL et al., 1990; REICHENBERGER, 1992; WIELAND, 1995; NETH & SCHATZ, 1996). BITTEL et al. (1990) geben einen Überblick über die unterschiedlichen Ausmaße und Erscheinungsformen dieser Erdwerke. Überwiegend treten rechteckige bzw. quadratische Formen mit durchschnittlichen Seitenlängen von ca. 100 m x 70 m auf. Anlagen mit rhombischem, trapezoidem oder polygonalem Grundriß sind eher selten zu beobachten (BUCHSENSCHUTZ & OLIVIER, 1989; BITTEL et al., 1990). Den Wällen sind stets Gräben vorgelagert, überwiegend in Form von Spitzgräben (PLANK, 1982: 112; PAULI, 1993: 29; REICHENBERGER & SCHAICH, 1996: 92). Das Aushubmaterial des Grabens wurde für die Errichtung des Walls verwendet (NETH & SCHATZ, 1996: 133f.). Gemeinsam ist fast allen Anlagen ein Tor, welches den Wall durchbricht und einen Zugang zum Innenraum darstellt. Das Tor ist zumeist nach Osten, zum Teil auch nach Süden oder Westen, jedoch nie nach Norden ausgerichtet. MÜLLER (1999) beschäftigt sich eingehend mit der topographischen Lage von Viereckschanzen, die primär auf einen ländlichen Nutzungscharakter hinweist und fortifikatorischen Gesichtspunkten kaum Rechnung trägt.

Ein häufiges, augenscheinliches Merkmal der Viereckschanzen ist ein gegenüber der äußeren Geländeoberkante erhöhter Innenraum (MANNSFELD, 1981, 1983; BITTEL et al., 1990). MANNSFELD (1981) beschäftigt sich mit der Thematik der „Innenraumerhöhung“, unterzieht in Baden-Württemberg sechs Objekte einer eingehenden Vermessung und weist sie als konstituierendes Merkmal der Viereckschanzen aus. REICHENBERGER (1994) diskutiert dazu kontrovers und fordert zur letztendlichen Klärung weitere archäologische Untersuchungen. VÖLKELE et al. (1998) belegen für die Viereckschanze von Poign eine Erniedrigung der Geländeoberkante im Außenraum der Anlage. Anthropogen induzierte Bodenerosion im Außenbereich führt zu einem Massenverlust, wodurch es zu einer

vorgetäuschten Erhöhung des Innenbereiches kommt (EHEIM, 1994; LEOPOLD, 1997). Weitere Sondierungen in obertägig erhaltenen Anlagen ergaben ähnliche Befunde (vgl. auch BITTEL et al., 1990; WIELAND, 1999a: 39). Die Diskussion zur exakten chronologischen Einordnung der Anlagen ist indes noch nicht abschließend geklärt. WIELAND (1999a: 69) stellt über Keramikfunde den zeitlichen Beginn der Viereckschanzen in die Stufe Latène C2 der mittleren Latènezeit um BC 175, wobei Vorläuferbauten noch weiter zurückreichen. Die jüngsten dendrochronologisch gewonnenen Daten stammen aus den niederbayerischen Viereckschanzen Plattling-Pankofen (BC 74) und Pocking-Hartkirchen (BC 51 +/- 10) (REICHENBERGER & SCHAICH, 1996; WIELAND, 1999a). Sie wurden aus Bohlen (mit Waldkante) und Pfosten von Brunnenverschalungen bzw. Brückenbauten gewonnen. Die Daten stellen einen terminus post quem dar, denn die Nutzungszeit, insbesondere des Brunnens, dauerte sicher noch einige Dekaden länger. Für die Anlage und Nutzung der Viereckschanzen ergibt sich damit ein gesichertes Zeitfenster von BC 175 bis BC 50 mit Erweiterungsmöglichkeiten von mehreren Dekaden in beide Zeitrichtungen.

### **2.5.3 Verbreitung und Nutzungszweck von Viereckschanzen**

Nach BITTEL et al. (1990) sind spätkeltische Viereckschanzen von Frankreich über Deutschland bis in die Tschechei (Böhmen) verbreitet. BEESER (1990) beschreibt ca. 500 Erdanlagen, wobei sich ein Großteil der Anlagen in Süddeutschland im Inn-Rhein Gebiet konzentriert (NETH & SCHATZ, 1996). Die von FILIP (1961) angegebenen ca. 250 Schanzen in Süddeutschland decken sich in etwa mit den Angaben von BITTEL et al. (1990) (73 Anlagen in Baden-Württemberg) und REICHENBERGER (1992) (ca. 150 Anlagen in Bayern). BUCHSENSCHUTZ & OLIVIER (1989: 170) beschreiben 134 Anlagen im französischen Raum, WALDHAUSER (1989) nennt 37 für das böhmische Gebiet. Viele der heute im Gelände noch sichtbaren, z.T. sehr gut erhaltenen Schanzenanlagen sind in Waldgebieten oder auf landwirtschaftlich minderwertigen und daher kaum genutzten Flächen zu finden. In ackerbaulich intensiv genutzten Gebieten sind die Anlagen zumeist völlig eingeebnet und im Gelände nicht mehr sichtbar. Die Luftbildarchäologie bietet in diesen Arealen neue Möglichkeiten, wodurch die Zahl der neuentdeckten Viereckschanzen durch konsequente Befliegung in den letzten Jahren ständig zunimmt (FAßBINDER & IRLINGER, 1995; IRLINGER, 1996).

Die Diskussion über den Nutzungszweck dieser Wall-Grabenanlagen ist seit jeher von verschiedenen Ansätzen geprägt. Einen guten Überblick über Forschungsgeschichte und -stand geben BITTEL et al. (1990), WIELAND (1995, 1999a) und REICHENBERGER (1992, 1994, 1995). Viereckschanzen werden bis zur Jahrhundertwende wegen ihrer Form zu den römischen Castra gerechnet. Erst 1899 stellt Karl SCHUMACHER (zitiert in REICHENBERGER,

1994) die Anlagen in den richtigen zeitlichen Kontext (vgl. Kap. 2.1) und deutet die Schanzen als spätkeltisches Gehöft, Herrenhof oder Fliehburg (vgl. WIELAND, 1995). Auch KAHRSTEDT & REINECKE (1922) argumentieren für einen Gutshof, wenngleich auch verschiedene Hinweise für eine mögliche wehrtechnische Verwendung gesammelt werden. Letztere führen den Begriff der *Viereckschanze* ein (vgl. REICHENBERGER, 1994). Eine grundlegende Veränderung bringen dann die Arbeiten von SCHWARZ (1958) und ZÜRN & FISCHER (1991), die erstmalig Viereckschanzen umfangreich untersuchen und zu ähnlichen Ergebnissen kommen. Sie sehen in den Anlagen kultische Versammlungsplätze, in denen rituelle Handlungen vollzogen werden.

Der kultische Charakter der Schanzen scheint bis Mitte der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts gesichert, bis man dazu übergeht, die Anlagen teilweise flächenhaft auszugraben. SCHIEK stellt 1984 in Ehningen eine Innenbebauung der Viereckschanze fest. FAßBINDER & IRLINGER (1999a; 1999b) erzielen über eine kombinierte Luftbild- und Magnetikprospektion gute Hinweise auf das Verteilungsmuster der Bebauungen in einer Viereckschanze. Auch KRAUSE & WIELAND (1993) entdecken mehrere Spuren von Gebäuden innerhalb der Wallanlage von Bopfingen-Flochberg, und es gelingt ihm weiterhin, die Beziehung zu einer latènezeitlichen Siedlung herzustellen. REICHENBERGER (1994) hebt ebenfalls hervor, daß „...*zahlreiche Viereckschanzen in unmittelbarer Nähe von Oppida oder kleineren, unbefestigten Siedlungen liegen...*“ und daher in das alltägliche Leben mit eingebunden waren. Bestätigt wird dies durch die Entdeckung von mehreren Speicherbauten und Kellergruben in der näheren Umgebung der Erdwerke sowie durch einen Fundgutfundus, der eindeutig auf eine Beziehung zum Alltagsleben hindeutet (KLEIN, 1996: 158). NETH & SCHATZ (1996: 137) kommen letztlich zu folgender Deutung: „*Auf der Grundlage der neuen Grabungsergebnisse möchte man in den Viereckschanzen nunmehr größere Hofanlagen sehen, die wirtschaftliche und soziale Mittelpunkte eines ländlichen Kleinraumes darstellen könnten*“. WIELAND (1999b: 273) sieht in den Anlagen „*ein Charakteristikum des ländlichen Siedelwesens der jüngeren Latènezeit in Süddeutschland*“. Ziel dieser Arbeit ist es, das nähere Umfeld einer solchen Anlage in seiner Landnutzungsart während ihres Bestehens zu rekonstruieren.

### 2.5.4 Römische Gutshöfe

Römische Gutshöfe („*villae rusticae*“) sind die landwirtschaftlichen Zentren der Römischen Kaiserzeit. Sie folgen in ihrer chronologischen Einordnung der Spätlatènezeit und sind im weiteren Untersuchungsgebiet über zwei Anlagen (villa rustica von Gemling, villa rustica von Untermassing) dokumentiert. Ihren zeitlichen Ursprung haben diese Anlagen in Periode A1 (70 - 140 AD; nach MOOSBAUER, 1997), wobei nach publiziertem Forschungsstand viele der

Anlagen in der Periode B (170 - 280 AD) aufgebaut wurden. Neue methodenkritische Überlegungen unter Einbeziehung von Neufunden zeigen in der Tendenz, daß die meisten Gutshöfe bereits vor 170 AD angelegt worden sind (schriftl. Mittlg. Dr. G. MOOSBAUER). Die Anlagenverbreitung zwischen Regensburg und Passau ist durch die Arbeiten von FISCHER (1990) und MOOSBAUER (1997, 1999) dokumentiert. Die relativ kleinen Anlagen im Untersuchungsgebiet hatten ein Wohngebäude mit zwei Ecktürmen, wie es in Ostrætien üblich war (FISCHER, 1990: 299f.; BENDER, 2001: 9f.). Daß von den villae rusticae eine landwirtschaftliche Nutzung ausging, gilt als gesichert, wobei im niederbayerischen Gäuboden Nutzungsareale von 60 - 100 ha bewirtschaftet wurden (MOOSBAUER, 1999: 125). Im Untersuchungsgebiet ist von geringeren Größen um 50 ha auszugehen (mündl. Mittlg. Dr. MOOSBAUER, 2002). Ebenfalls nachgewiesen ist handwerkliches Gewerbe, das sich u.a. über Keramik- und Ziegelbrennöfen belegen läßt (vgl. MOOSBAUER, 1999: 126). Da einerseits historische Quellen einen landwirtschaftlichen Nutzungszweck der villae rusticae eindeutig belegen (BENDER, 1997) und andererseits detaillierte Kenntnisse zur Flächenaufteilung und deren Nutzung von einzelnen Anlagen existieren (GAITZSCH, 1991), muß man von einer erheblichen Einflußnahme auf die Gestaltung des umgebenden Naturraumes ausgehen. In welchem Ausmaß (z.B. Flächenanteile und deren Nutzungsart) die kaiserzeitliche Naturraumnutzung in Gegenüberstellung zur spätlatènezeitlichen Nutzung geschah und ob sich überhaupt Hinweise darauf in den Geoarchiven des Untersuchungsareals finden lassen, ist ein weiteres, wenn auch untergeordnetes Ziel dieser Arbeit.

### 3 Methodik

Um Geoarchive gewinnbringend entschlüsseln zu können, bedarf es seitens der Geowissenschaften eines umfangreichen Methodenspektrums (u.a. BORK, 1998). Nur so kann gewährleistet werden, daß potentiell vorhandene Informationen voll erfaßt, aber auch so objektiv und umfangreich wie möglich interpretiert werden können. Daher muß bei solchen Aufgabenstellungen m. E. auch der Schritt gewagt werden, verschiedene Methoden nach dem ‚*trial and error*‘ Prinzip anzuwenden, ohne von Beginn an mit positiven Ergebnissen zu rechnen. In diesem Sinne wurde im Rahmen dieser Arbeit darauf gesetzt, mit Hilfe eines möglichst umfangreichen Methodenkollektivs die Fragestellungen zu bearbeiten. Die klassische geomorphologisch-sedimentologische und pedologische Feld- und Laborarbeit nimmt eine zentrale Stellung im Methodenspektrum ein, da sie als Grundstein vieler weiterer Arbeitsschritte angesehen wird. Sie wird ergänzt durch eine tachymetergestützte Geländeaufnahme, speziellen bodenphysikalischen, chemischen und mineralogischen Analysen, palynologischen Arbeiten, Absolutdatierungen, geophysikalischen Methoden, sowie einer Verrechnung von Teilbereichen in einem Geoinformationssystem.

#### 3.1 Tachymetrische Geländeaufnahme

Die Messung wurde mit einem elektronischen Tachymeter der Firma LEICA (Typ TC 600) durchgeführt. Das Gerät besitzt eine Genauigkeit von 1,5 mgon bei Winkelberechnungen und 3 mm bei Distanzmessungen, wobei bei guter Witterung eine maximale Reichweite von 2.000 m erreicht werden kann. Die gemessenen Daten werden online mit Hilfe eines Feldrechners im Softwarepaket LISCADplus 3.12 (LEICA) verarbeitet. Nach einer trigonometrischen Berechnung der Reliefpunkte können im Feld erste Isohypsenkarten erstellt werden, die der Bearbeiter unmittelbar im Gelände überprüfen kann. Damit vermeidet man vor allem aufwendige Nachstationierungen und Nachmessungen, was einen erheblichen Zeitgewinn mit sich bringt. Die Meßpunktdichte wird entsprechend den geomorphologischen Gegebenheiten vor Ort angepaßt. Bei hoher Reliefvariabilität werden viele, bei geringer Reliefvariabilität wenige Meßpunkte gesetzt. Das Verfahren ist jedoch von der Erfahrung und vom morphologischen Sachverstand des Bearbeiters abhängig. Zum genauen technischen Ablauf der Messung siehe auch RAAB (1999) sowie ZEISKE (2000).

### 3.2 Sedimentologisch-pedologische Feldmethoden

Zur Rekonstruktion der vor- und frühgeschichtlichen Landnutzungsphasen im Untersuchungsgebiet stehen naturgemäß keinerlei Quellen zur Verfügung. So ist der Bearbeiter dazu gezwungen, seine Rückschlüsse primär aus den heute vorhandenen Feldbefunden zu erlangen. Teilweise können diese durch vorsichtige Analogschlüsse aus anderen Bearbeitungsgebieten verdichtet werden. Da dies der elementare Interpretationshintergrund ist, liegt ein besonderes Augenmerk auf einer sorgfältigen, umfangreichen und geplanten sedimentologischen und pedologischen Feldaufnahme. Insgesamt stehen 160 Profile zur Verfügung, davon 35 Schürfruben und 125 Rammkern- bzw. Kammerbohrungen. Teile davon sind in den Arbeiten von EHEIM (1994), SIMM (1997) und LEOPOLD (1997) beschrieben. Darüber hinaus liegen ca. 30 Sondierungen mit dem Kammerbohrer vor sowie ca. 100 Profile, die mit dem Pürckhauer-Bohrstock aufgenommen wurden.

#### 3.2.1 Standortauswahl

Die Standortauswahl der Schürf- und Bohrstellen erfolgte im Gelände nach unterschiedlichen Gesichtspunkten. Der Großteil der Profile wird im Catena Prinzip an fünf Reliefpositionen angelegt (Kuppe, Oberhang, Mittelhang, Unterhang und Tiefenlinie). Der Abstand der einzelnen Gruben oder Bohrungen untereinander beträgt selten mehr als 30 m, meist unterschreitet er 15 m. Schürfruben werden mittels Pürckhauerbohrungen stratigraphisch verknüpft.

Des weiteren richtet sich die Standortauswahl nach im Gelände sichtbaren anthropogenen Kleinformen wie Wällen, Gräben oder Böschungen. Letztlich erfordern eigene archäologische bzw. geomorphologische Prospektionen zielgerichtete Grabungen und Bohrungen.

#### 3.2.2 Profilbeschreibung

Die Profile werden nach den Kriterien der AG BODEN (1994) bzw. AK BODENSYSTEMATIK (1998) beschrieben. Dabei kommen im Feld folgende Merkmale zur Aufnahme oder werden abgeschätzt: Bodentyp und Horizont- bzw. Schichtabfolge mit Mächtigkeit, Bodenart (Fingerprobe), Skelettgehalt, Humus- und Carbonatgehalt, Lagerungsdichte, Durchwurzelung, Hydromorphie, Farbänderungen (die Farbbestimmung nach der Munsell-Farbtabelle erfolgte unter konstanten Licht- und Feuchtebedingungen im Labor) sowie die Art des Horizont- oder Schichtübergangs. Zur weiteren Differenzierung werden Merkmale wie

Toncutane, sekundäre Carbonat- oder Fe-Mn-Ausfällungen, Mollusken, Tier- und Pflanzenreste, Grad der Torfzersetzung, Holzkohle, Artefakte und Störungen wie Windwurf oder Bio- und Kryoturbationen aufgezeichnet.

Kolluviale Sedimente nach der bodenkundlichen Kartieranleitung im Feld zu beschreiben bereitet Probleme. Nach AG BODEN (1994: 90, 102) setzen sie einen Humusgehalt nach Definition des Ah-Horizontes voraus (je nach Substratzusammensetzung minimaler Gehalt an organischer Substanz von 0,6 Gew. %). Ist dies bei rezenten Kolluvien durchaus anzuwenden, so versagen die Definitionen sehr oft bei historischen und prähistorischen Kolluvien, da deren Gehalte sehr oft unter diesen Grenzwerten liegen. In der hier vorliegenden Arbeit kommt daher in Anlehnung an VÖLKE & RAAB (1999) nachfolgender, teilweise erweiterter Kriterienkatalog zur Abgrenzung kolluvialer Sedimente zur Anwendung.

- Stratigraphische Position über begrabenen in situ-Horizonten
- Artefakte (Scherben, Abschläge, etc.)
- Makroreste (Knochen, Holzkohle, etc.)
- Lagerungsdichte
- Hydromorphiemerkmale (u.a. Bleichbahnen; Anreicherungen und Ausfällungen von Metalloxiden)
- Textur entspricht meist der des erodierten Sediments (häufig ist eine Verarmung an Ton zu beobachten)
- Erhaltene Gefügemerkmale (Polyeder mit Toncutanen) der erodierten Böden
- Deutlicher Farbwechsel zum fossilisierten Horizont
- Mikromorphologisch erkennbare Transportspuren (Abrundung) von Fe-Mn-Konkretionen
- Mikromorphologisch erkennbare Tonanreicherung in Poren entgegen der aktuell vertikalen Richtung der Pedodynamik
- Mikromorphologisch erkennbare Tonbröckel als Residuum eines erodierten, im Gefügekontext transportierten und abgelagerten Bt-Horizontrestes

Es bleibt anzumerken, daß nicht zwangsläufig alle der obengenannten Kriterien an jedem kolluvialen Sediment greifen müssen und gegebenenfalls gebietsspezifisch sogar neue hinzukommen können. Im Rahmen dieser Untersuchungen hat der Kriterienkatalog sich jedoch bewährt.

### **3.2.3 Beprobung**

Die Proben werden an der frisch abgestochenen Profilwand entnommen. Maximaler Beprobungsabstand sind 10 cm. Abweichend davon werden die Sedimente aus den Sonden der Rammkernbohrungen teilweise in größeren Abständen beprobt, da eine gesicherte Ansprache kleinräumiger Wechsel von Gefügemerkmalen oder Dichteunterschieden etc.

durch die Stauchung des Bohrgutes in den Sonden nicht möglich ist. Horizont- oder Schichtgrenzen werden niemals übergreifend beprobt.

#### **3.2.4 Volumenbeprobung**

Ungestörte Proben werden mit Hilfe eines geeichten Stechzylinders von 100 cm<sup>3</sup> (HARTGE & HORN, 1992) entnommen. Dieser wird nach Freilegung einer geeigneten Fläche von oben in das Substrat gedrückt und vorsichtig aus dem Profil herauspräpariert. Überstehendes Material wird mit einem scharfen Messer entfernt. Zum Transport wird der Stechzylinder in Plastikfolie als Verdunstungsschutz eingewickelt und verklebt.

### **3.3 Sedimentologisch-pedologische Labormethoden**

#### **3.3.1 Bodenphysikalische Parameter**

Eines der wichtigsten Kriterien zur Ansprache von Sedimenten ist die Zusammensetzung der Korngrößen. Sie bietet die Möglichkeit, sowohl unterschiedliche Sedimenttypen als auch Unterschiede im Sedimentationsmilieu zu erfassen. Darüber hinaus können pedogenetische Prozesse wie die Lessivierung, dargestellt werden.

Analysiert wird die Korngrößenverteilung mittels kombinierten Schlämm- und Siebverfahren nach KÖHN. Beschreibungen zu den physikalischen Voraussetzungen sowie dem Verfahren selbst, finden sich bei HARTGE & HORN (1992), KRETZSCHMAR (1996) und in der DIN 19683 Blatt 1 bis 3. Bei Überschreitungen des Analyseergebnisses um mehr als  $\pm 5\%$  vom Ausgangswert der Einwaage wird die Analyse wiederholt.

Ein Nachteil des oben beschriebenen Verfahrens ist, daß pedogenetische Prozesse wie Lessivierung und Verwitterung, die unmittelbar nach Ablagerung des Substrates auftreten, ablagerungsbedingte Texturunterschiede überdecken. Beispielsweise wird der prozentuale Anteil der Sandfraktion durch Toneinwaschung von oben erniedrigt. Eine Lösung dieses Problems wäre die komplette Analyse einer ungestörten, mittels Stechzylinder gewonnenen Probe.

Eine weitere physikalische Differenzierung von Substraten wird durch Berechnungen der Dichte vorgenommen. Da im Untersuchungsgebiet unterschiedliche Substrattypen (Löß und Feldspatsande) vorliegen, werden sowohl die Rohdichte (dB) als auch die spezifische Dichte (dF) errechnet.

Die Bestimmung der Rohdichte erfolgt nach KRETZSCHMAR (1996: 414ff.). Die Proben werden in feuchtem Zustand und nach einer 24stündigen Trocknung bei 105°C gewogen (0,0000g). Hieraus errechnet sich die Bodendichte in natürlichem Zustand (Rohdichte):

$$d_B = \frac{\text{Masse der Probe} - \text{Masse des Wassers}}{\text{Zylindervolumen}}$$

Zur Ermittlung der spezifischen Dichte wird die Probe mit einem 2 mm-Sieb in Feinboden und Skelett aufgetrennt. Das Volumen des Bodenskeletts wird mittels Wasserverdrängung in einem möglichst engen Gefäß ermittelt und vom Volumen des Stechzylinders abgezogen (KRETZSCHMAR, 1996: 414ff.).

Die Bestimmung der spezifischen Dichte erfolgt am Feinboden im 50 cm<sup>3</sup> Pyknometer:

$$d_F = \frac{\text{Masse der Probe}}{\text{Pyknometervolumen} - (\text{Pyknometer (voll)} - \text{Pyknometer (leer)} - \text{Einwaage})}$$

Die Porenziffer  $\varepsilon$  wird nach der Formel berechnet:

$$\varepsilon = \frac{d_F - 1}{d_B}$$

#### 3.3.2 Bodenchemische Parameter

Der **pH-Wert** wird elektrometrisch mit Hilfe eines pH-Meters mit Glaselektrode der Firma WTW (pH 521) bestimmt. Dabei werden 10 g Feinboden in einer 0,01 m CaCl<sub>2</sub>-Lösung im Verhältnis 1:2,5 aufgeschlämmt und die Wasserstoffionenkonzentration nach 30 min sowie nach 24 h gemessen.

Insbesondere zur Charakterisierung unterschiedlicher Lößsubstrate und deren Entcarbonisierungsstadien kann die Bestimmung des **Carbonatgehaltes** wichtige Hinweise liefern. Bei einer positiven Vorbestimmung mittels HCl-Test wird der Carbonatgehalt auf gasvolumetrischem Wege mit einer Apparatur nach SCHEIBLER-FINKENER ermittelt. 0,5 g bis 2 g Feinboden werden mit 5 ml HCl versetzt. Die Menge des entweichenden CO<sub>2</sub>-Gases wird nach einer Luftdruck- und Temperaturkorrektur in % Carbonat umgerechnet (Umrechnungsfaktor nach REUTER).

Die Gehalte an **organischem Kohlenstoff** und die daraus zu errechnende **organische Substanz** sind wichtige Zeiger der Pedogenese. Zur Bestimmung des organischen Kohlenstoffs (C<sub>org</sub>) werden 0,05 g bis 1 g Feinboden mit 20 ml Schwefelsäure (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konz.) aufgeschlossen und anschließend mit 12,5 ml Kaliumdichromat (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) oxidiert. Die daraus resultierende Farbänderung der Probe wird am UV/VIS-Spektralphotometer der Firma PERKIN ELMER, Typ Lambda 2, mit einer Wellenlänge von 578 nm gemessen

(kolorimetrische Bestimmung). LESER (1977) und KRETZSCHMAR (1996) beschreiben obiges Verfahren ausführlich. Bei allen Proben wird eine Parallelanalyse durchgeführt und die Ergebnisse im Anschluß gemittelt. Die organische Substanz wird mit Hilfe des Umrechnungs-Multiplikators von 1,72 bei minerogenen Proben und von 2,0 bei organogenen Proben berechnet (AG Boden, 1994: 107).

Proben im Überschneidungsbereich von organogenen und minerogenen Horizonten liefern oft zu geringe Werte gegenüber der Geländeansprache der Gehalte an organischer Substanz (vgl. NILLER, 1998: 96). Dies ist auf vier Ursachen zurückzuführen. Erstens kann Inhomogenität der Proben zu Fehlern führen, die jedoch durch die Doppelbestimmung zu erkennen sind. Zweitens kann ein hoher Verdünnungsfaktor der Proben bis zur eigentlichen Messung Schwankungen hervorrufen. Weitاً wichtiger ist aber, daß bei zu großer Einwaage entweder die Lösungskapazität der Schwefelsäure erreicht ist, oder nicht genug Kaliumdichromat zur Oxidation mit dem gelösten Kohlenstoff zur Verfügung steht. Daher wurden Versuchsreihen (A.4 im Anhang) mit unterschiedlich großen Einwaagen durchgeführt, die diese Vermutung belegen. Insbesondere äußerst humose Proben (> 15 % nach AG BODEN 1994: 108) zeigen bei unterschiedlichen Einwaagen (u.a. Probe Nr. 1 – 9) Abweichungen in den Ergebnissen von mehr als 10 % im  $C_{org}$ -Gehalt und daraus resultierend bis zu 20 % in der organischen Substanz. Hingegen werden bei Verwendung geringerer Einwaagen gute Korrelationen zwischen den Methoden der nassen Veraschung, des Glühverlustes und der Geländeansprache erzielt. Daher werden Proben, die im Gelände als anmoorig oder moorig angesprochen wurden, mit einer Einwaage von 0,05 g analysiert.

Bei pedogenetischen Fragestellungen spielt die Verteilung der nicht silikatisch gebundenen pedogenen Oxide von Eisen, Mangan und Aluminium als charakteristische Verwitterungsneubildungen eine wichtige Rolle. Der Verwitterungsgrad eines Substrates kann über Verhältnisbildungen der oben genannten Verbindungen beschrieben und damit auch in der Fläche verglichen werden. Da die pedogenen Oxide in unterschiedlicher Kristallinität und Bindungsform vorliegen, kam ein in drei Schritten aufeinander aufbauendes, naßchemisches Aufschlußverfahren zum Einsatz. Angewendet wird die Dithionit-Citrat-Bicarbonat Methode nach MEHRA & JACKSON (1960) zum Aufschluß der kristallinen Fraktion, die Ammoniumoxalat Methode nach SCHWERTMANN (1964) für die amorphe Fraktion und für die organisch gebundene Fraktion die Natriumpyrophosphat Methode nach ZEJSCHWITZ et al. (1973). Die methodische Vorgehensweise und Reproduzierbarkeit des oben genannten Verfahrens ist innerhalb der Arbeitsgruppe eingehend untersucht und diskutiert (VÖLKELE, 1995). Die Elemente werden am Flammen-Atomabsorptionsspektrometer der Firma UNICAM (Typ Solaar 939) gemessen.

Die Bestimmung von ausgewählten Schwermetallen (Pb; Cd; Cu; Cr; Co) im Gesamtaufschluß dient zum einen der Charakterisierung von fossilisierten Böden und zum anderen

zur Lokalisierung von anthropogenen Zeigerelementen in Mooren. Eine ausführliche Beschreibung des in der Arbeitsgruppe verwendeten Aufschluß- und Meßverfahrens wird in EIBERWEISER (1995: 46f.) gegeben, so daß hier lediglich das Grundschemata beschrieben wird. Der Aufschluß des Feinbodens erfolgte in einer Kjeldahl Aufschlußapparatur KTL 20 der Firma Gerhardt mit Hilfe von  $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$  (nach ZEIEN & BRÜMMER, 1989; ZEIEN, 1995). Die Lösungsproben werden am Flammen-Atomabsorptionsspektrometer (AAS) gemessen. Die mineralogische Zusammensetzung der silikatischen Tonfraktion wird mittels Röntgendiffraktionsanalyse (RDA) bestimmt. Der Gewinnung der Tonfraktion durch das Absinkverfahren nach ATTERBERG im Atterbergzylinder geht eine dreistufige Vorbehandlung zur Lösung verkitteter Aggregate voraus. Verkittungen durch organische Substanz werden mit 6 %iger  $\text{H}_2\text{O}_2$  (Wasserstoffperoxid), die Carbonate mit 5 %iger  $\text{HCl}$  (Salzsäure) zerstört. Eisenoxidverkittungen werden mit Hilfe der Dithionit-Citrat-Bicarbonat-Methode (DCB) nach MEHRA & JACKSON (1960) entfernt. Die oben beschriebenen Schritte zur Lösung der Kittverbindungen zwischen den Tonteilchen führt sowohl zu einer Erhöhung der Reflexeigenschaft bei der Messung als auch zu einer verbesserten Einregelung der Schichtsilikate auf dem Objektträger. Die so aufbereiteten und gewonnenen Tonproben werden auf Glasobjektträger präpariert und am Röntgendiffraktometer der Firma Siemens, Typ D5000, mit einer  $\text{Co-}\alpha$  Röhre gemessen. Es werden sowohl die mit Magnesium und Kalium belegten Präparate, als auch die Weitungspräparate analysiert (Herstellung der unterschiedlichen Präparate siehe u.a. VÖLKELE, 1995). In ausgewählten Fällen werden die Kaliumpräparate in unterschiedlichen Stufen erhitzt und am Röntgendiffraktometer gemessen. Die gewonnenen Meßdateien werden in der RDA-Software *Diffac-AT 3.1* abgespeichert und visualisiert. Zur Interpretation der Spektren werden die Standardwerke von BRINDLEY & BROWN (1980), TRIBUTH & LAGALLY (1991) sowie MOORE & REYNOLDS (1997) herangezogen.

### 3.4 Geophysik

Geophysikalische Methoden sind bewährte Hilfsmittel, um Punktinformationen in die Fläche zu übertragen. Daher eignen sie sich insbesondere bei morphologischen und stratigraphischen Ansätzen, um Punktdaten (z.B. Bohrungen, Schürfgruben etc.) zu verbinden oder zu erweitern. Georadar und refraktionsseismische Messungen werden deshalb an Einzelpunkten geeicht, um im Anschluß entlang einer Meßlinie vertikal zweidimensionale Daten zu gewinnen. Wesentliche Vorteile sind der beachtliche Zeitgewinn gegenüber aufwendigen Bohrungen oder Grabungen sowie die hohe Datendichte entlang einer Meßlinie (alle 25 cm bei Georadarmessungen). Die Dateninterpretation ist jedoch nicht immer ohne Schwierigkeiten durchzuführen. In ihrer Kombination sind die Methoden der

Bohrungen (Aufschlüsse generell) und des Georadars sehr aussagekräftig. Die geomagnetischen Untersuchungen werden in einem Rastersystem durchgeführt und erlauben horizontal zweidimensionale Aussagen. Sie dienen primär der archäologischen Prospektion, können aber auch für relative Altersdatierungen von Bodenhorizonten herangezogen werden.

### 3.4.1 Refraktionsseismik

Die Methode der Refraktionsseismik basiert auf dem Grundsatz, daß Schallwellen sich in unterschiedlich dichten Medien mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausbreiten. Es wird die allgemeine Annahme getroffen, daß mit zunehmender Tiefe die Dichte des Substrates steigt und damit die Geschwindigkeit erzeugter Schallwellen zunimmt (BURGER, 1992). Im Wechselspiel von minerogenen und organogenen Sedimenten sind oft reverse Geschwindigkeiten festzustellen, wodurch bei dieser Methode mit Einschränkungen zu rechnen ist („*low velocity layers*“, vgl. REYNOLDS, 1997). Treffen die Wellen, die z.B. mittels Hammerschlag erzeugt werden, auf eine schneller leitende Schicht, so wird ein Teil davon gebrochen, läuft an der Schichtgrenze entlang und überholt die Welle der hangenden Schicht (MILLITZER & WEBER, 1985). Die Laufzeiten der einzelnen Wellen werden von Mikrofonen an der Oberfläche registriert. Sie sind mit dem Seismographen verbunden und werden mittels eines Triggers am Schallauslöser (Hammer) für ein vorab bestimmtes Zeitintervall aktiviert. Die am Mikrophon ankommenden Wellen werden digital vom Seismographen registriert. Dabei ist es entscheidend, den Zeitpunkt des zuerst ankommenden Signals exakt zu bestimmen. Daraus wird ein Zeit-Weg-Diagramm gewonnen, das die Geschwindigkeiten bzw. Scheingeschwindigkeiten der einzelnen Schichten widerspiegelt. Die Tiefe des Refraktors wird aus der Geschwindigkeit der Oberflächen- und der Refraktionswelle bestimmt. Die Berechnung erfolgt mittels der Generalized Reciprocal Method (GRM) nach PALMER (1981). Leistungsfähige Softwarepakete vereinfachen die Auswertung und Interpretation. In dieser Arbeit kommen REFLEXW 2.5 von Sandmeier sowie SIPQU12 von Geometrics zum Einsatz. Als Seismograph wurde das 12 Kanal SmartSeis Gerät der Firma Geometrics mit 100 Hz-Mikrofonen und Hammerschlag verwendet (GEOMETRICS, 1993). Die Mikrophonabstände liegen zwischen 3 m und 10 cm, was das Auflösungsvermögen entsprechend heraufsetzt. Bereits im Feld werden erste Ergebnisse am geräteinternen Computer des Seismographen ausgewertet.

### 3.4.2 Bodenradar

Anwendungen des Georadars, Bodenradars bzw. auch Ground Penetrating Radar (GPR) für sedimentologische, geo(morpho)logische und auch archäologische Fragestellungen sind in den letzten Jahren sprunghaft angestiegen (vgl. IMAI et al., 1987; VAN DAM, 2001). Eine hohe Auflösung der Meßdaten verbunden mit einer relativ einfachen Handhabung sind die großen Potentiale des Bodenradars. Die Methode basiert, ähnlich wie die Reflexionsseismik, auf Wellen und deren Reflexionen. Allerdings werden dabei keine akustischen Schallwellen sondern elektromagnetische Wellen im Bereich von 10 MHz bis 1 GHz verwendet (Elektromagnetisches Reflexionsverfahren, EMR). Je nach Aufgabenstellung und Untersuchungszielen werden unterschiedliche Sendefrequenzen verwendet. Hohe Frequenzbereiche (> 500 MHz) besitzen geringe Eindringtiefen von wenigen Zentimetern bis max. wenigen Metern, haben dafür aber eine sehr gute Auflösung. Tiefere Frequenzen (10 MHz bis 200 MHz) mit längeren Laufzeiten erlauben größere Eindringtiefen (allerdings auf Kosten des Auflösungsvermögens) bis mehrere Dekameter und machen diese damit für die geomorphologischen Fragestellungen einsetzbar (ZIEKUR, 2000). Über einen Transmitter werden die elektromagnetischen Wellen ausgesendet und von einem Receiver wieder empfangen. Medien, die einen gewissen Kontrast in ihren elektromagnetischen Eigenschaften besitzen, zerstreuen (reflektieren, brechen etc.) das ausgesendete Signal. Teile davon werden zum Empfänger zurückgeworfen und registriert. Punktreflectoren (z.B. Rohre, Tanks, große Blöcke in einem Sediment etc.) werden durch ihre kugelförmige Streuung meist in Form von Hyperbeln aufgenommen, während flächige Reflektoren entsprechend ihrer Lage wiedergegeben werden (vgl. Abb. 13)

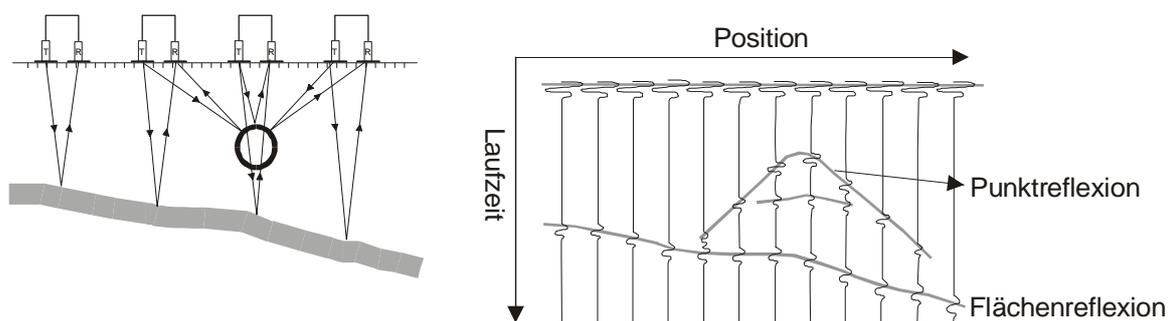


Abb. 13 Skizzierte Wirkungsweise des Ground Penetrating Radar und Darstellung der Reflexionen von Punkt- bzw. Flächenreflektoren

Kontraste der elektromagnetischen Eigenschaften von Sedimenten werden vorwiegend vom Wassergehalt gesteuert (HUGGENBERGER, 1993). Dieser wiederum ist eng an

Sedimentcharakteristika wie Korngrößenverteilung, Gehalt an organischer Substanz, Gefügebau und Dichte gebunden. Die Gesamtheit der Eisenoxide ist ein weiterer Faktor der elektromagnetischen Eigenschaften von Sedimenten und auch Festgesteinen, der steuernd auf Radarimpulse wirkt (VAN DAM, 2001). All diese Faktoren lassen sich kombiniert in der relativen Dielektrizitätszahl ( $\epsilon_r$ ) der zu prospektierenden Medien zusammenfassen (vgl. DAVIS & ANNAN, 1989; HÄNNINEN, 1992). Nach MILLITZER & WEBER (1985) wird das Reflexionsverhalten im Kontakt zweier Medien durch den FRESNELSchen Amplituden-Reflexionskoeffizienten  $r$  bestimmt:

$$r = \frac{\sqrt{\epsilon_1} - \sqrt{\epsilon_2}}{\sqrt{\epsilon_1} + \sqrt{\epsilon_2}}$$

$\epsilon_{1,2}$  relative Dielektrizitätszahl des Mediums 1 bzw. 2;

gültig für unmagnetisches nicht leitendes Material und Frequenzen > 100 MHz.

Daraus resultiert, daß die Intensität des reflektierten Radarimpulses mit dem Anstieg der relativen Dielektrizitätszahlen steigt. Zudem müssen für eine ausreichende Auflösung mehrerer Medien (z.B. einzelne Sedimentfazies) die Kontaktbereiche einen ausreichenden Abstand  $d$  zueinander aufweisen. Nach MILLITZER & WEBER (1985) gilt:

$$d = \frac{T * c}{2\sqrt{\epsilon_r}}$$

$T$ : Sendepulslänge (ns);  $c$ : Lichtgeschwindigkeit im Vakuum (m/ns)

$\epsilon_r$ : relative Dielektrizitätszahl

Aus diesen Voraussetzungen ergibt sich, daß die Auflösung um so besser wird, je größer die relative Dielektrizitätszahl und je kürzer die Sendepulslänge ist. ZIEKUR (2000: 18) gibt einen graphischen Überblick zum Auflösungsvermögen unterschiedlicher Sendefrequenzen. Eingesetzt wird ein tragbares pulseEKKO™ IV Georadar mit 100 MHz Antennen und einem 400 V Transmitter. Der Antennenabstand beträgt 1,0 m, alle 0,5 m werden Daten aufgenommen. Im Softwarepaket pulseEKKO IV werden Wiederholungsraten (stacking), Verstärker (gain) und Oberflächenanpassung der elektrischen Drift für jede Meßlinie individuell angepaßt (vgl. ANNAN & COSWAY, 1992). Die Daten werden in den jeweiligen Darstellungen einzeln angegeben. Die graphische Interpretation und Auswertung erfolgt im vektorgesteuerten Zeichenprogramm CorelDraw und wird der Rohdatendarstellung gegenübergestellt.

### 3.4.3 Magnetik

Die magnetischen Untersuchungen dienen primär der archäologischen Prospektion und werden mit Hilfe des FLUXGATE Gradiometers FM36 von GEOSCAN RESEARCH durchgeführt. Dabei handelt es sich um ein tragbares Magnetometerhandgerät zur Ermittlung magnetischer Anomalien im Boden (zum technischen Meßprinzip siehe CLARK, 1990: 69). Magnetische Anomalien werden durch eine Konzentration von Eisenoxiden, insbesondere den ferrimagnetischen Mineralen Maghemit und Magnetit hervorgerufen. FAßBINDER & STANJEK (1995) legen unterschiedliche Möglichkeiten dar, die zu einer Anreicherung führen können. Dabei ist zwischen einer Bildung durch anthropogenen Einfluß und einer rein pedogenen und biogenen zu unterscheiden. Natürliche oder auch anthropogen induzierte Feuer können zu einer Neubildung von Maghemit aus Goethit, Siderith oder auch Lepidokrokit unter Zuführung von O<sub>2</sub> führen und erzeugen damit eine Anreicherung dieses Minerals (STANJEK, 1987; FAßBINDER, 1994). Erhöhte Maghemitkonzentrationen sind oft auch an Holzkohlevorkommen gekoppelt. Dies wird als zusätzlicher Hinweis einer Entstehung durch Brandeinwirkung gewertet.

Pedogene Bildung von Eisenoxiden ist ein im Rahmen der Verwitterung primär eisenhaltiger Silikate lange bekannter Prozeß (Zusammenfassung siehe MAHR, 1998: 27ff.). Ein für die Magnetikprospektion meßbarer erhöhter Magnetitgehalt durch pedogene Bildung kann jedoch nur sehr unzureichend erklärt werden (FAßBINDER, 1994: 11). Daher wird in den letzten Jahren vermehrt eine biogene Entstehung von Magnetit durch magnetotaktische Bakterien diskutiert. In anaeroben Milieus ist eine Vielzahl von eisenoxid- und magnetitbildenden Bakterien (GS-15 Stamm) nachgewiesen. Die Überreste dieser magnetotaktischen Bakterien (Magnetofossilien) wurden von KIRSCHVINK (1982) erstmals in Sedimenten belegt. FAßBINDER et al. (1990) gelingt der Nachweis von lebenden GS-15 Bakterien in einem Niedermoor.

Da sich alle der oben genannten Entstehungsmöglichkeiten überwiegend im humosen Oberboden abspielen, ist vor einem menschlichen Eingreifen von einer mehr oder weniger gleichmäßigen Verteilung auszugehen. Insbesondere aber bei der Errichtung von Siedlungen greift der Mensch aktiv und punktuell in die Horizontabfolgen der Böden ein. Die Errichtung von Gräben, Löchern oder Gruben etc. schafft potentielle Räume für eine nachfolgende Akkumulation von Oberbodenmaterial. Damit geht eine Konzentration von Magnetit, Maghemit und Eisenoxiden gegenüber dem unmittelbar umgebenden Substrat einher. Dies ruft eine Magnetanomalie hervor, die in der Magnetikprospektion gemessen wird (ZICKGRAF, 1999: 17).

Der Meßablauf gestaltet sich dabei wie folgt:

Nach Eichung des Meßgerätes an einem magnetisch unauffälligen Punkt (Nullpunkt) und der Einnordung in das magnetische Feld der Erde wird ein Areal (hier 10 x 20 m) abgemessen. Dabei werden Führungslinien abgeschritten, die durch handelsübliche Plastikwäscheleinen mit 1 m Abstandsmarkierungen vorgegeben werden. Ein Trigger gibt in einem bestimmbar Zeitintervall ein Signal, bei dessen Ertönen der Bearbeiter an der 1 m Markierung der Meßleine stehen muß. Zwischen den Intervallen werden 1 bis 8 Messungen (hier 4) aufgenommen und gespeichert. Dadurch ergeben sich bei einem Raster von 0,25 x 0,5 m bei einem Areal von 10 x 20 m 1.600 Meßpunkte. Die Meßgenauigkeit wird mit der maximalen Auflösung des Gerätes von 0,1 nT vorgegeben. So werden nacheinander mehrere Raster abgemessen. Die Werte werden anschließend über die Software INSITE in Teilschritten gefiltert, weiterbearbeitet und abschließend in ein Graustufenbild umgewandelt, welches die Anomalien über Farbnuancen deutlich hervortreten läßt.

### 3.5 Palynologie

Die Proben für die Bestimmung der Pollenzusammensetzung werden mit Hilfe geschlossener Rammkernsonden mit integrierten Plastiklinern gewonnen. Dabei werden 1 m bzw. 2 m lange Kerne mit 3 cm sowie 1,5 cm Durchmesser gezogen. Die verschlossenen Kerne werden im Labor aufgesägt und zur Lagerung in einem Gefrierraum untergebracht. Proben von 1 cm<sup>3</sup> Mächtigkeit werden bei Bedarf entnommen, mit 10 %iger HCl unter Zugabe von 5 Lycopodiumtabletten versetzt und mit aqua dest. gewaschen (*Lycopodium clavatum*) (1 Tablette = 12.542 Sporen,  $V = \pm 3,3 \%$ ,  $s = \pm 414$  Sporen; BERGLUND, University of Lund, Sweden). Der Rückstand wird mit 10 %iger Natronlauge (NaOH) versetzt, im Wasserbad erhitzt, grob abfiltriert und zweimal mit aqua dest. gewaschen. Bei Bedarf versetzt man die Probe nochmals mit 10 %iger HCl unter anschließendem Waschen. Die silikatischen Bestandteile der Probe werden mittels 38-40 %iger Flußsäure (HF) zwei bis drei Tage zerstört. Nach einer vorsichtigen Ultraschallbehandlung wird die Probe durch ein 10 µm Polyestergewebe gesiebt und der Rückstand mit Eisessig versetzt. Der dekantierten Probe werden 2,5 ml aus Essigsäureanhydrid ( $H_3CCOOCOCH_3$ ) und konzentrierter Schwefelsäure ( $H_2SO_4$  conc.) (9:1) (Acetolyse) mit anschließender Erhitzung (10 min.) auf 100 °C im Wasserbad zugegeben. Die Konservierung des Probenrückstandes erfolgt mit Glycerin. Für die qualitative und quantitative Erfassung der einzelnen Pollenkörner werden wenige Tropfen auf einen Objektträger aufgebracht und im Durchlichtmikroskop BH-2 (OLYMPUS) bestimmt (in Anlehnung an BEUG, 1961; MOORE et al., 1991; FAEGRI & IVERSEN, 1993). Ausgezählt werden 500 Baumpollen, insgesamt jedoch mindestens 1.000 Pollenkörner. Die Weiterverarbeitung der gewonnenen Daten zu Pollendiagrammen erfolgt mit Hilfe der Software tilia, psimpol, bzw. panplot digital, um zur Präsentation in entsprechende

Grafikprogramme (hier CorelDRAW) überführt zu werden. Die palynologischen Arbeiten werden von Frau Dipl.-Geogr. S. SWIERZINA sowie maßgeblich von Frau Dr. A. RAAB durchgeführt.

### **3.6 Absolutdatierungen**

Die Radiokarbondatierungen organischer Proben wurden zum einen im Labor des Instituts für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben (GGA, Hannover) unter der damaligen Leitung von Herrn Professor Dr. M.A. GEYH (Zählrohr-, Mikrozählrohrmethode) sowie am Pysikalischen Institut der Universität Erlangen unter Leitung von Herrn Professor Dr. W. KRETSCHMER (Methode: Atom-Massen-Spektrometrie AMS) durchgeführt. Datiert wurden ausschließlich Holzkohlestücke bzw. -flitter oder Torfproben. Alle Altersangaben im nachfolgenden Text werden als kalibrierte Alter mit 2 Sigma Wahrscheinlichkeit wiedergegeben. Eine Auflistung aller Proben mit dazugehörigen Labornummern findet sich im Anhang (A.5) wieder.

### **3.7 EDV**

Zur elektronischen Verarbeitung der gewonnenen Daten wird ein breites Spektrum an Software verwendet. Neben den gängigen Microsoft Office Anwendungen kommen CorelDraw zur Graphikerstellung sowie LisCAD Plus zur Erstellung des Isohypsenmodells zum Einsatz. Weiterführende Berechnungen und Visualisierungen im 3D Modus werden mit Hilfe von ARCinfo, ARCVIEW und IDRISI durchgeführt. Geophysikalische Daten werden mit InSite (Magnetik) und Reflex (Radar, Seismik) bearbeitet. Die Luftbildentzerrung erfolgt mit AirPhoto.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Eignungsprüfung des Untersuchungsgebietes

Die Eignungsprüfung des Untersuchungsareals im Vorfeld der Geländearbeiten wird anhand eines zuvor ausgearbeiteten Kriterienkatalogs durchgeführt (vgl. Tab. 3).

Dieser bewußt einfach und weit gefaßte Katalog behandelt wichtige Grundparameter und Informationsebenen, die vorab überprüft werden.

|   |
|---|
| (1) Ist das Areal potentiell für Landwirtschaft im Sinne einer Agrar-, Vieh- und Forstwirtschaft geeignet?                        |
| (2) Können historische Quellen Landnutzung belegen?   |
| (3) Wurden in jüngerer Zeit (letzten 100 a) tiefgreifende Landschaftseingriffe durchgeführt?                                      |
| (4) Ist Besiedlung und Landnutzung im fokussierten Zeitraum dokumentiert?   |
| (5) Stehen thematische Karten (topographisch, geologisch, bodenkundlich, hydrologisch etc.) zur Verfügung?                        |
| (6) Wurden Voruntersuchungen (physisch-geographisch, bodenkundlich, geologisch, vegetationskundlich, archäologisch) durchgeführt? |
| (7) Welche Geoarchive zur Rekonstruktion sind zu erwarten?  |

*Tab. 3 Kriterienkatalog zur Eignungsprüfung eines Gebietes als Grundlage einer Landnutzungsrekonstruktion, Eigenentwurf*

Zu (1)

Als Teilbereich des Altsiedellandes um Regensburg ist das Arbeitsgebiet seit jeher Siedlungsgebiet (SCHIER, 1985). Die naturräumliche Ausstattung prädestiniert den Raum für eine agrar-, vieh- und forstwirtschaftliche Nutzung und Siedlungsweise, die sich bis heute gehalten hat (BRUNNACKER, 1958b). Das Luftbild des Bayerischen Landes

vermessungsamt vom 30.05.96 zeigt den ganz überwiegend land- und forstwirtschaftlich geprägten Charakter des Gebietes (Abb. 14).

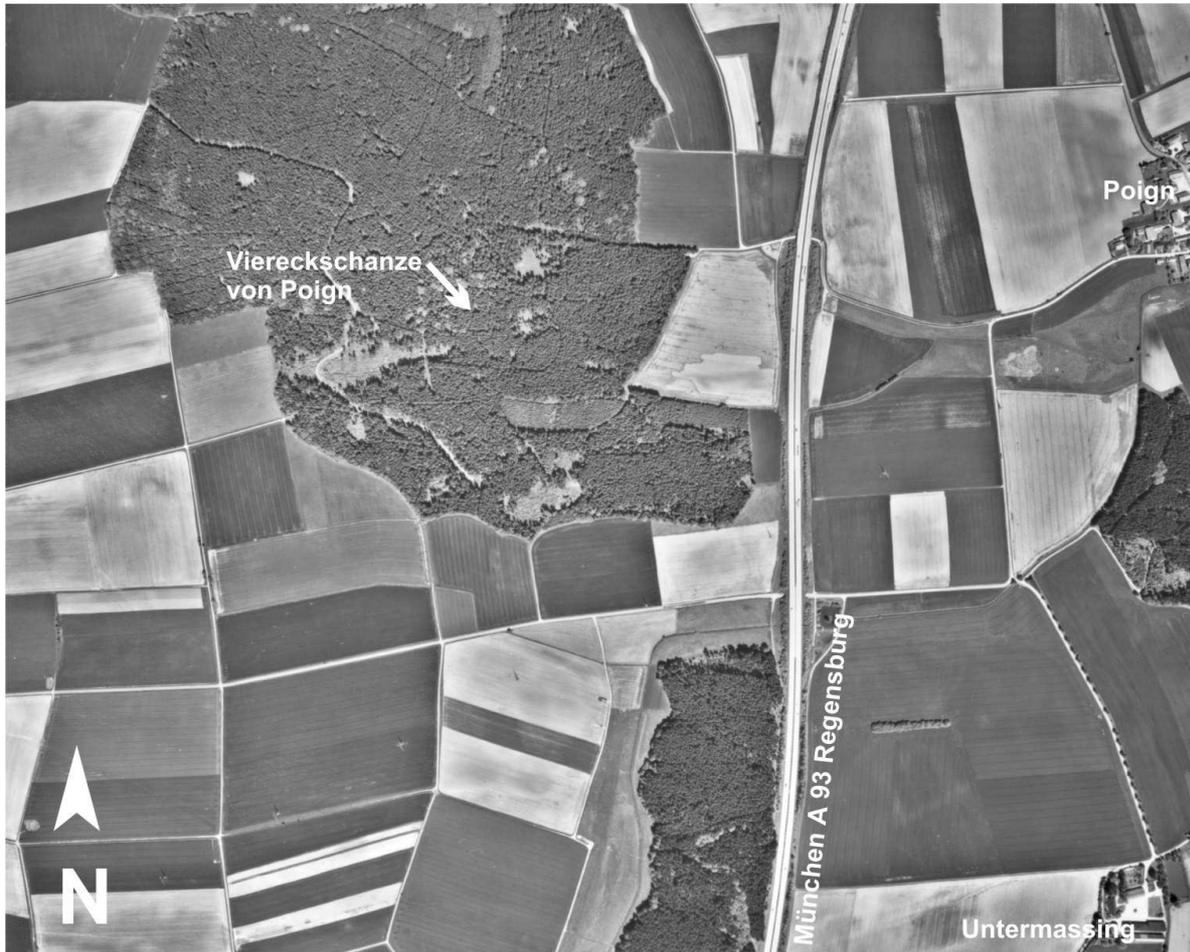


Abb. 14 Luftbildausschnitt des Untersuchungsgebietes, Maßstab ca. 1 : 15.000. Bayerisches Landesvermessungsamt, Luftbildarchiv vom 30.05.96 Nr. 996016/0 298.

Zu (2)

Eine intensive Recherche historischer Quellen ist nicht möglich, da die Eisenzeit vor Ort nicht durch schriftliche Quellen faßbar ist. Ein Ausschnitt der „Special und Administrativ-Karte vom Königreiche Bayern“ aus dem Jahre 1860<sup>1</sup> zeigt eine gegenüber der heutigen Verteilung ähnliche, leicht erhöhte Waldverbreitung im Untersuchungsgebiet (Abb. 15). Die darin als Waldgebiete ausgewiesenen Flächen westlich von Poign decken sich mit den heutigen. Für die südlichen Waldflächen werden gegenüber der rezenten Verteilung geringfügig größere Flächen kartiert. Für die Moderne ist bereits seit 1860 von einer durchgängigen Bewaldung im unmittelbaren Umfeld der Viereckschanze von Poign auszugehen. Die Verteilung von

<sup>1</sup> Das genaue Erstellungsdatum ist unbekannt (mündl. Mittlg., Landesvermessungsamt München, Feb. 2002).

Wald und Offenland entspricht 1860 weitgehend der heutigen. Weiter zurückreichende schriftliche Quellen konnten nicht ausfindig gemacht werden.

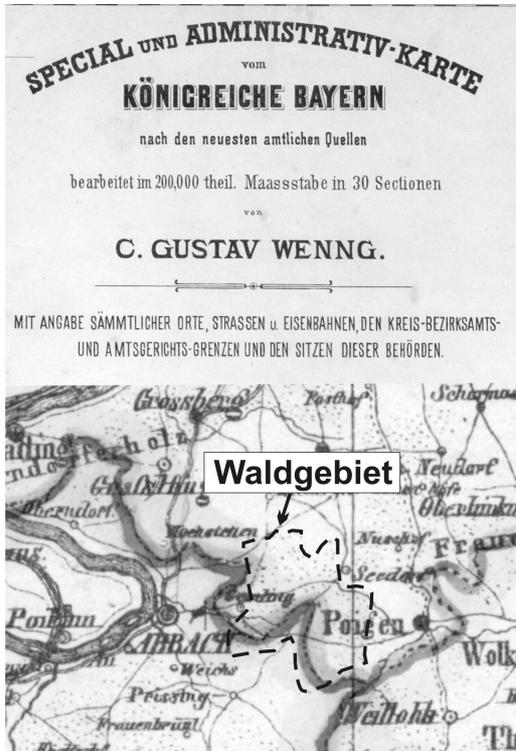


Abb. 15 Ausschnitt der „Special und Administrativkarte vom Königreiche Bayern“ aus dem Jahr 1860 mit Darstellung der damaligen Waldverteilung westlich der Ortschaft Poigen (heute Poign). Karte ist nicht maßstabsgetreu abgebildet

Zu (3)

Der Bau der Autobahn A 93 Regensburg - München verursachte teilweise eine Landschaftsumgestaltung. Die Vermoorung „im Moos“ (zur Lage siehe Abb. 7) wurde am Kreuzungspunkt der Straße von Weillohe nach Poign im Zuge des Autobahnbaus komplett abgebaggert und gegen minerogenes Substrat zur Auskofferung des Straßenunterbaus ausgetauscht. Teile des abgetragenen organogenen Materials wurden westlich auf das Flurstück aufgetragen (ca. 1 m Mächtigkeit). Dieses anthropogen umgelagerte Substrat ist durch den Erhalt des alten, heute bedeckten Graswurzelfilzes stratigraphisch gut zu identifizieren und wird bei der Profilaufnahme von Bohrungen in diesem Bereich berücksichtigt. Parallel zur Autobahn wurde 1995 die Mitteleuropäische Rohölleitung (MERO) verlegt, deren Bau ebenfalls mit erheblichen Erdbewegungen verbunden war. Beiden Eingriffen ist gemeinsam, daß sie linear verlaufen und in ihren räumlichen Ausbreitungen eng begrenzt bleiben. Sie stellen daher kein Hindernis für die Fragestellung dieser Arbeit dar, da diese Areale bei Beprobungen und Kartierungen in ausreichendem Abstand umgangen werden. Auch die Flurbereinigung bewirkte im Arbeitsgebiet zuvorderst eine Umstrukturierung der Agrarflächen und war mit keinen tiefgreifenden Erdumlagerungen verbunden.

##### Zu (4)

Eine Besiedlung während der Latènezeit und der Römischen Kaiserzeit ist über entsprechende Bauwerke bzw. deren Fundamente eindeutig belegbar. Im Flurstück „Esterholz“ liegt die obertägig gut erhaltene Viereckschanze von Poign. Am südlichen Oberhang der „Peisinger Höhe“ befindet sich die villa rustica von Untermassing, deren Fundamente über Luftbildbefunde bekannt sind (LEOPOLD & VÖLKELE, 2002a; zur Lage der Objekte vgl. Abb. 7).

##### Zu (5)

Es ist sowohl eine topographische als auch eine geologische Karte mit Erläuterungsband vorhanden (TK 1:25.000 Blatt 7038 Bad Abbach von 1985 bzw. GK 1:25.000 Blatt 7038 Bad Abbach von 1958). Weiter können die Grundkarten NO 38-16 und NO 38-17 herangezogen werden.

##### Zu (6)

Im Untersuchungsgebiet wurden mehrere Arbeiten durchgeführt. EHEIM (1994) und EHEIM & VÖLKELE (1994) beschäftigen sich mit rezenten und fossilen Böden am Bauwerk der Viereckschanze von Poign. SIMM (1997) bearbeitet die pedoökologische Charakterisierung von ausgewählten Kolluvien. LEOPOLD (1997) gelingt eine Bilanzierung der Bodenerosion im unmittelbaren Umfeld der Viereckschanze von Poign, die mit der nutzungszeitlichen Besiedlung der Viereckschanze korreliert wird (vgl. auch VÖLKELE et al., 1998). Erste Ergebnisse und Werkstattberichte weiterer Arbeiten werden in LEOPOLD & VÖLKELE (2000a; 2000b; 2002a; 2002b; 2002c) sowie Völkel et al. (2002) beschrieben.

MÜLLER (2000) dokumentiert eine frühlatènezeitliche Siedlung im Untersuchungsgebiet. Weitere archäologische Arbeiten zur Situation vor Ort, die über den allgemeinen Geländedenkmalkataster hinausgehen, sind nicht vorhanden.

Außer den eigenen vegetationskundlichen Arbeiten der Arbeitsgruppe sind zum Untersuchungsgebiet selbst keine weiteren bekannt.

##### Zu (7)

Die Voruntersuchungen haben gezeigt, daß eine Vielzahl unterschiedlicher Geoarchive vorhanden ist. Neben weitflächig verbreiteten Kolluvien, die wiederum andere Böden fossilisieren, stehen auch topogene Niedermoore zur Verfügung. Die Geoarchive „rezente Böden“ und „Oberflächenformen“ können über entsprechende Kartierungen und Vermessungen erschlossen werden (vgl. Kap. 1.4).

### 4.2 Reliefanalyse

Die Erfassung der rezenten Oberfläche in einer großmaßstäblichen Auflösung ist elementare Voraussetzung vieler Arbeiten zur Rekonstruktion des Paläoreliefs und der Sedimentstratigraphie als Teile einer Landnutzungsrekonstruktion (HOLLIDAY et al., 1993; STEIN, 1993). Dabei ist ein Aufnahme- und Darstellungsmedium zu wählen, das geeignet ist, die postulierten Reliefzeugen in Lage und Höhe zu erfassen. Es muß gewährleistet sein, daß Tal- und Hangquerschnitte mit ihren korrelaten Hangneigungen und anthropogenen Kleinformen (Ackerrandstufen, Gräben und Wälle, Verebnungsflächen oder Paläorinnen etc.) präzise darstellbar sind. Die Analyse der Hangneigungen führt zu einer ersten Flächenaufteilung innerhalb eines Landnutzungsmodells. Die Abgrenzung flacher von sehr steilen Arealen unterteilt das Untersuchungsgebiet in ackerbaulich gut geeignet und nicht geeignete Flächen.

Die offiziellen Kartenwerke für das Untersuchungsgebiet (Grundkarte 1:5.000, NO 38-16 und NO 37-17) können die Anforderungen bezüglich der Auflösung nicht erfüllen. Ebenfalls ungeeignet sind digitale Geländemodelle auf der Basis amtlicher Höhenpunkte, da sie im Untersuchungsgebiet derzeit lediglich mit einer Rasterweite von 50 m vorliegen (mündl. Mittlg. Bayerisches Landesvermessungsamt, 2001). Flugzeuggestützte Verfahren wie Laserscanner stehen nicht zur Verfügung. Auch leisten bis heute satellitengestützte Meßverfahren (GPS) besonders in Waldgebieten nicht die gewünschte Höhengauflösung, so daß letztlich auf eine terrestrisch gestützte Vermessung mittels Tachymeter zurückgegriffen werden muß (STOCKS & HEYWOOD, 1994; LEICA, 2000). Dies hat vom erheblichen Arbeitsaufwand abgesehen entscheidende Vorteile. Zum einen ist die Methode zeitlich unabhängig. Sie kann jederzeit erweitert werden und ermöglicht es neue Daten wie z.B. die Lage von Bohrpunkten, geophysikalischen Meßlinien und archäologischen Grabungen einzubeziehen. Zum anderen erlaubt die terrestrisch gestützte Vermessung eine von Meßrastern unabhängige Geländeaufnahme. Objekte können gezielt untersucht werden und in einer höheren Auflösung aufgenommen werden, ohne die Anzahl der Meßpunkte zu erhöhen. Als Beispiele werden hier die Ergebnisse der objektbezogenen, tachymetergestützten Vermessung neben einer theoretischen, rasterbezogenen Vermessung einer Verflachung am Hangfuß (fette Linie) im Untersuchungsgebiet wiedergegeben (Abb. 16). Beiden Darstellungen liegt die theoretisch gleiche Punktdichte von 25 m zugrunde. Deutlich ist zu erkennen, daß die rasterbezogene Aufmessung die für die Darstellung entscheidenden Übergänge (Verflachung Beginn / Verflachung Ende) wesentlich seltener abgreift, als dies bei der objektbezogenen Vermessung der Fall ist. Dadurch würde es bei einer Isohypseninterpolation auf Basis der Rasterpunkte zu einer leichten Verflachung im allgemeinen Hanggefälle kommen, nicht aber zu einer morphologisch klar definierten Form. Diese kann

ohne Erhöhung der Meßpunktzahl mittels objektbezogener Vermessung wesentlich klarer erfaßt und anschließend dargestellt werden.

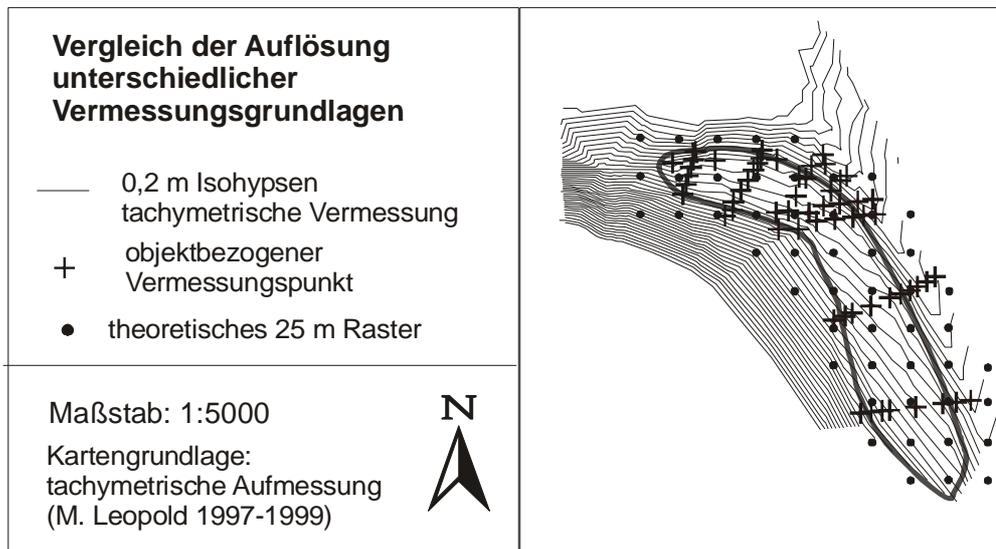


Abb. 16 Vergleichende Darstellung einer rasterbasierten sowie einer objektbasierten Geländevermessung. Kartenausschnitt aus Abb. 18

Die Erststationierung des Tachymeters erfolgt an den nächstgelegenen amtlichen trigonometrischen Punkten (TP) 2 km nördlich des Untersuchungsgebietes. Von dort werden mittels eines Polygonzuges die amtlichen Gauss-Krüger-Koordinaten mit den entsprechenden Höhenangaben (m ü. NN) in das Untersuchungsgebiet übertragen. Im Anschluß wird ein Festpunktnetz in Form verankerter Fixpunkte gelegt, welches die jeweiligen Ausgangspunkte der Reliefvermessung bildet. Dies hat den Vorteil, daß sich der Bearbeiter jederzeit in das Vermessungsnetz einhängen kann, auch nach einer zeitlichen Unterbrechung von Jahren. Insgesamt werden 64 Fixpunkte, 2.648 Reliefpunkte, 86 Punkte zur Lagebeschreibung der Schürfgruben und Rammkernbohrungen, 76 Punkte zur Verortung der geophysikalischen Messungen sowie weitere Paßpunkte für die Entzerrung von Luftbildern oder für archäologische Profile und Objekte aufgenommen. Die Abb. 17 zeigt das Prinzip der Vermessung. Die Einzelpunkte werden in Linien, die senkrecht zu den Isohypsen verlaufen, abgemessen. Anthropogene Formen, wie die deutlich zu erkennende Viereckschanze, sowie ein östlich gelegener Graben bedürfen einer hohen Anzahl an Punkten. Generell ist auch eine höhere Meßpunktdichte in Waldgebieten gegenüber dem Offenland erforderlich, um zu detaillierten Reliefdarstellungen zu kommen.

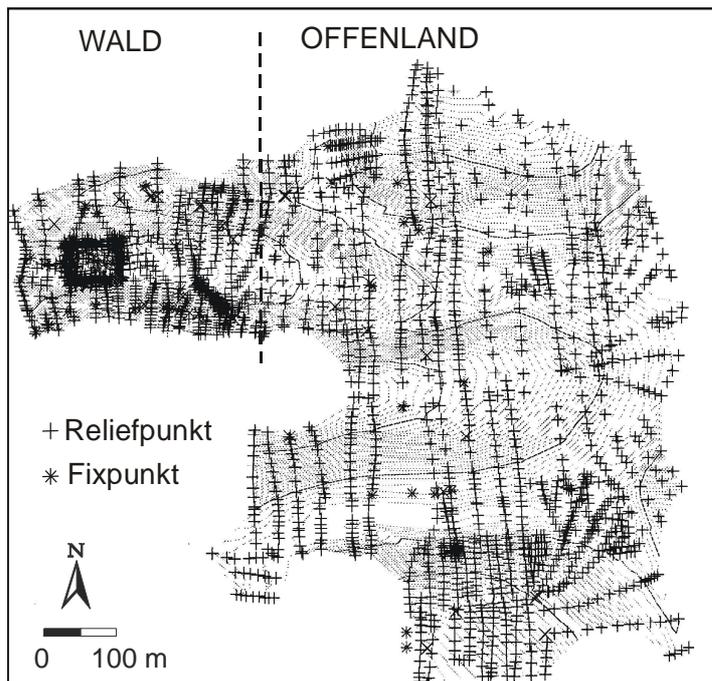


Abb. 17 Darstellung der tachymetrisch aufgemessenen Punkte

Die tachymetrische Aufnahme ist als Ringmessung angelegt. Dies bietet die Möglichkeit einer Fehlerdiagnose, da nach Abschluß der Datenaufnahme wieder zum Ausgangspunkt zurückgekehrt wird. Abweichende Anfangs- und Endmeßwerte zeigen die Fehler an. Dabei ergab sich ein Fehlerbereich von 8 cm in der Höhe und 12 cm in der Fläche. Das in Abb. 18 dargestellte Isohypsenmodell wird durch eine trigonometrische Interpolation der Vermessungsdaten errechnet und mit den vorab digitalisierten Grundkarten NO 38-16 und NO 38-17 verschnitten. Das zweidimensionale Isohypsenmodell dient als Basis für Visualisierungen und Analysen im dreidimensionalen Modus (vgl. Abb. 7; Abb. 19), für die Verortung sämtlicher sedimentologisch-pedologischer, geophysikalischer und archäologischer Punktdaten, wie auch als Rechengrundlage für stratigraphisch basierte Volumenberechnungen innerhalb von Erosionsmodellen.

Die Analyse der Hangneigungsberechnungen zeigt das für den Naturraum typische asymmetrische Verteilungsmuster (KARRASCH, 1970). Dabei sind sowohl ausgeprägte West-Ost gerichtete als auch Nord-Süd verlaufende Asymmetrien durch das Modell belegt. KARRASCH (1970: 25) hebt hervor, wie wichtig eigene Reliefvermessungen für Aussagen zur Reliefasymmetrie sind, da detaillierte Ergebnisse aus den offiziell erhältlichen, amtlichen Kartenwerken nur ungenügend abgeleitet werden können. Tab. 4 stellt die durchschnittlichen Werte einiger prägnanter Asymmetrien zusammen.

## 4.2 Reliefanalyse

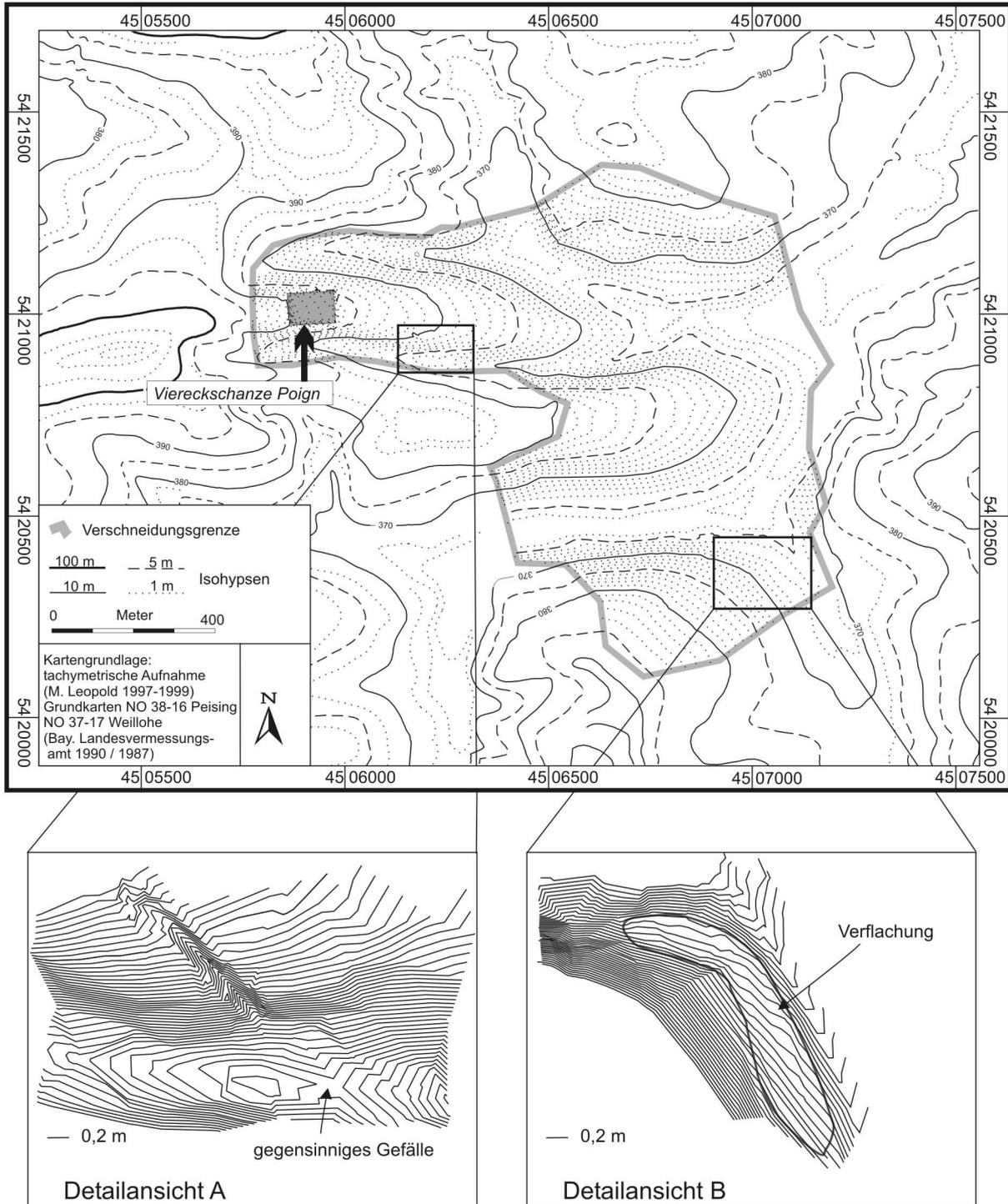


Abb. 18 Verschneidung der Isohypsenmodelle der eigenen tachymetrischen Aufnahme und der digitalisierten Grundkarten. Ausschnittsdarstellung von Detailbereichen der Vermessung in unterschiedlicher Auflösung

## 4.2 Reliefanalyse

| Profil | Richtungs-<br>Verlauf | Steilhang | Flachhang | Differenz<br>(POSER & MÜLLER,<br>1951) | Asymmetrie-<br>quotient<br>(KARRASCH, 1970) |
|--------|-----------------------|-----------|-----------|--|---|
| A – A' | W – E                 | 12 °      | 2 °       | 10 °                                   | 0,8   |
| B – B' | N – S                 | 7 – 8 °   | 3,5 °     | 3,5 – 4 °                              | 0,6   |
| C – C' | WNW – ESE             | 9 °       | 2 °       | 7 °                                    | 0,8   |

Tab. 4 Ausgewählte Talasymmetrien im Untersuchungsgebiet. Darstellung der Durchschnittswerte; (Lage der Profilschnitte in Abb. 19)

Um den Grad der Asymmetrie beurteilen zu können, werden unterschiedliche Verfahren herangezogen. Die Höhe der Differenz zwischen Steilhangböschung und Flachhangböschung ist nach POSER & MÜLLER (1951) Ausdruck des Asymmetriegrades, d. h., mit steigender Differenz nimmt die Asymmetrie zu. Der Asymmetriequotient nach KARRASCH (1970) ist um so geringer, je symmetrischer ein Talquerschnitt ist. Die exemplarisch für das Untersuchungsgebiet herausgegriffenen Profile belegen kraft ihrer Werte eine sehr ausgeprägte Talasymmetrie. Dies hat auch den entscheidenden Einfluß auf eine agrarwirtschaftliche Nutzung. Stehen sich zwei derart extreme Hangneigungen gegenüber, wird man potentiellen Ackerbau primär auf den flacheren, leicht zu bearbeitenden Reliefabschnitten betreiben. Um zu einer ersten Gliederung von potentiellen Wald- bzw. Ackergebieten im Untersuchungsgebiet zu kommen, werden die rezenten Hangneigungen auf Basis der eigenen Reliefvermessung sowie der Grundkarte berechnet. Dabei wird nach BASTIAN & SCHREIBER (1999: 75) eine landschaftsökologisch gebräuchliche Einteilung der Neigungsklassen vorgenommen (Tab. 5). Abb. 19 stellt die Ergebnisse der dreidimensionalen Berechnungen im GIS dar.

| Neigungsklasse<br>(BASTIAN & SCHREIBER, 1999) | 0 - 2 °                   | 2 - 7 °     | 7 - 12 °          | 12 - 15 °         | 15 - 25°    |
|---|---------------------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------|
| Bezeichnung der<br>Neigungsklasse             | eben und<br>flach geneigt | flachhängig | lehnhängig<br>(1) | lehnhängig<br>(2) | steilhängig |

Tab. 5 Landschaftsökologische Einteilung der Hangneigungsklassen nach BASTIAN & SCHREIBER (1999: 75)

## 4.2 Reliefanalyse

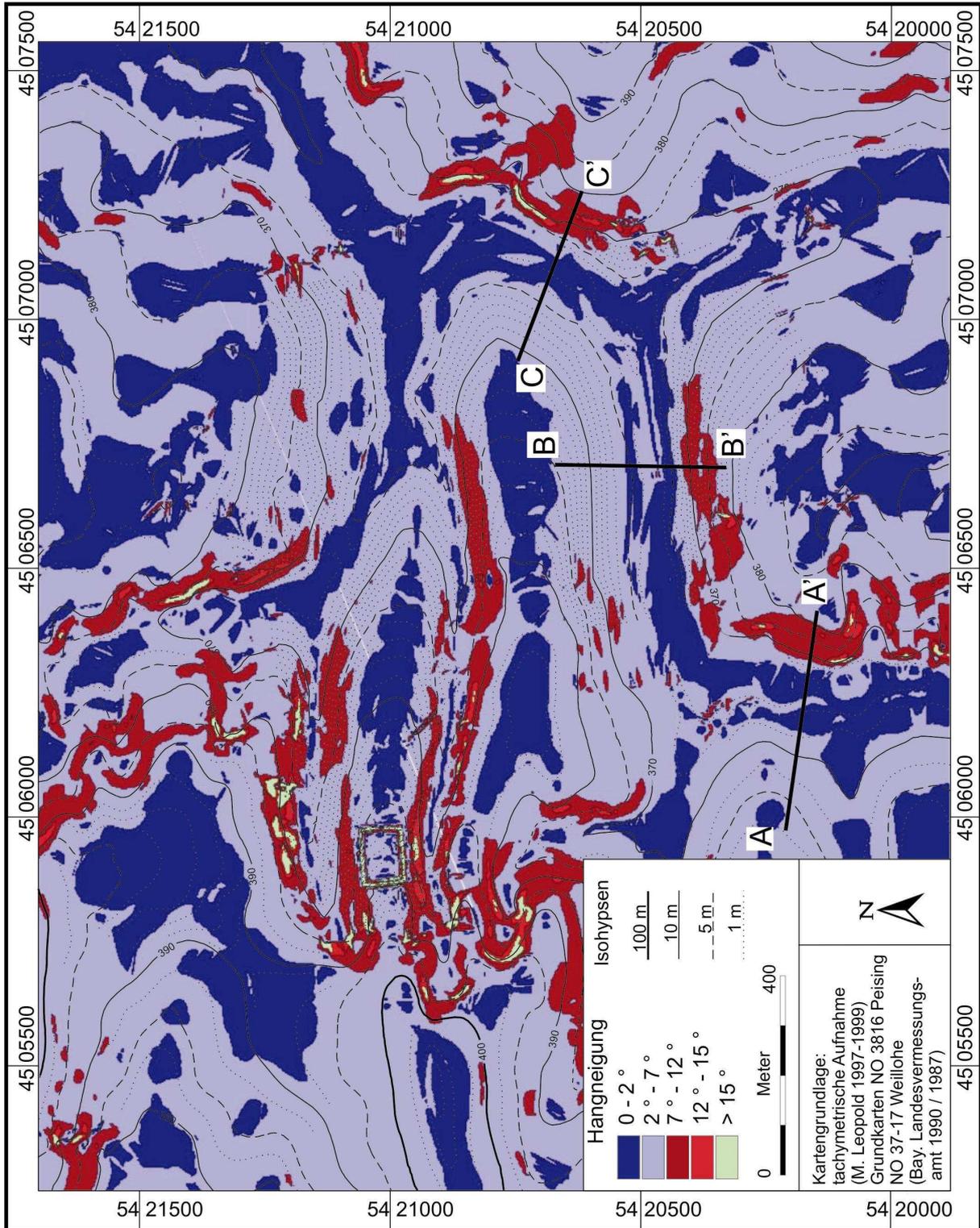


Abb. 19 Graphische Darstellung unterschiedlicher Hangneigungen im Arbeitsgebiet sowie Lagekennzeichnung der Profilschnitte zu Tab. 4

Die Gruppe „eben und flach geneigt“ (0 - 2 °) nimmt zu großen Teilen die Tiefenlinien ein. Kleine lineare Unterbrechungen (z.B. RW: 4507250, HW: 5421700) sind auf Interpolationsfehler zurückzuführen. Auffallend sind die teilweise über 200 m breiten Verebnungen der Kuppen. Sie sind m. E. nur über die intensive und lange agrarwirtschaftliche Nutzung zu erklären, die im Kuppenbereich zu einer Verflachung geführt hat. Dies wird auch am Kulminationsbereich des Hanges östlich der Viereckschanze sowie auf der unmittelbar südlich gelegenen Peisinger Höhe deutlich. Die flächenmäßig größten Areale nehmen flachhängige Neigungsbereiche von > 2 - 7 ° ein. Rein von den Reliefvoraussetzungen sind sie für Ackerbau bestens geeignet. Der folgende Grenzwert von > 7 ° wurde nach KUGLER (1974) bzw. MARKS et al. (1992) festgelegt, die Neigungen < 7 ° als ackerbaulich gut bearbeitbar definieren. Hingegen stellen 12 ° bzw. 15 ° Hangneigung den Grenzwert ackerbaulicher Nutzung ohne Terrassierung dar.

Basierend auf der Reliefanalyse sind vier Fünftel des Untersuchungsgebiets gut für Ackerbau geeignet. Ein Fünftel des Untersuchungsraumes ist auf der Grundlage des rezenten Reliefs für Ackerbau ungeeignet. Allgemein ist bekannt, daß das zentraleuropäische Paläorelief gegenüber dem rezenten durchaus steiler war und es im Zuge der anthropogenen Nutzung zu einer Reliefverflachung kam (u.a. BORK, 1983; SEMMEL, 1983; VÖLKEL et al., 1998). Daher ist der auf das rezente Relief angesetzte Grenzwert von 7 ° Hangneigung als Minimalwert für vorangegangene Zeitabschnitte zu sehen.

Auf Grundlage der Reliefanalyse werden in einem ersten Schritt die in Abb. 19 rötlich und grün dargestellten Bereiche im Untersuchungsgebiet im Rahmen der eisenzeitlichen Landnutzung als potentielle Waldgebiete eingestuft (vgl. Kap. 4.4). Abweichungen von dieser rein auf die Hangneigung bezogenen Einteilung können durch Expositionsvorteile (z.B. bevorzugte Südlagen), Bodengüte, extrem hohen Nutzungsdruck oder auch Entwicklungen in der Agrartechnik und Veränderung des Siedlungsmusters hervorgerufen werden. Diesen Parametern ist in weiteren Bearbeitungsebenen (vgl. Kap. 1.2) nachzugehen.

Über die Detailanalyse des Isohypsenmodells werden weitere wichtige Ansatzpunkte für die nachfolgenden Bearbeitungsschritte erstellt, die ohne tachymetrische Aufnahme nicht zur Verfügung stehen würden. In Abb. 18 ist in der Detailansicht (A) ein auch im Gelände deutlich zu erkennender Graben dargestellt. Er verläuft von Nordwesten kommend in das südlich der Viereckschanze gelegene Tal. Dieses wiederum hat ein generelles Gefälle von West nach Ost. Im Bereich des einmündenden Grabens wird dieses Gefälle unterbrochen und durch ein gegensinniges ersetzt. Rezenter Oberflächenabfluß in Verbindung mit einem möglichen Austrag kolluvialer Substrate entlang des Tals südlich der Viereckschanze ist unterbunden. Dieser Befund ist im Gelände nicht sichtbar, da eine dichte, den Boden bedeckende Vegetation feine Reliefnuancen nicht erkennen läßt. Erst die tachymetrische Vermessung bringt dies zum Vorschein.

Ähnlich verhält es sich mit einer Verflachung im südöstlichen Bereich des Untersuchungsgebietes (Detailansicht B). Auf der Grundkarte 1:5.000 ist eine im Gelände bei abgeernteten Bedingungen kurzfristig zu sehende, terrassenähnliche Form nicht dokumentiert. Bei 20 cm Höhenauflösung sind hingegen deutlich die Scharungen der Höhenlinien vor und nach der mit einer schwarzen Linie gekennzeichneten Verflachung zu erkennen. Diese für das Untersuchungsareal einzigartige morphologische Form ist nur über die tachymetrische Aufnahme darzustellen. Gerade aber atypische Reliefformen sind häufig auf anthropogene Ursachen zurückzuführen. Im Rahmen der Landnutzungsrekonstruktion bieten solche Besonderheiten ideale Ausgangspunkte bodenkundlich-sedimentologisch basierter Ansätze, womit sich fraglos der hohe Aufwand einer eigenen digitalen Reliefaufnahme rechtfertigt.

Zur Visualisierung anthropogener Erdbauwerke ist eine hochauflösende Vermessung ebenfalls unerlässlich. Gezielt werden im Gelände auch bei der obertägigen Viereckschanze von Poign im Flurstück des Estherholzes die entscheidenden Bereiche gezielt aufgenommen. Teile der Viereckschanze, vor allem die Nordwest-Ecke sowie der Westgraben sind mit dichtem Gebüsch und jungen Fichten bewachsen, so daß die Tachymetrie die einzige digitale Vermessungsmethode mit hinreichender Genauigkeit für dieses Umfeld ist. Neben der Erstellung eines zweidimensionalen Isohypsenmodells wird erstmals ein dreidimensionales Modell der Viereckschanze errechnet (LEOPOLD, 1997; VÖLKELE et al., 1998).

Die hochauflösende Berechnung ist die Grundlage für Visualisierungen, insbesondere auch für feinstratigraphische Ansätze zur Rekonstruktion des Paläoreliefs. Abb. 20 zeigt einige Anwendungsbeispiele. Die unterschiedlichen Höhen der Geländeoberkanten zwischen dem Bereich innerhalb der Wälle und dem außenliegenden Areal ist deutlich in den Ausschnittsvergrößerungen des Ost-, Süd- und Nordwalls zu sehen. In abgeschwächter Form ist es auch für den Westwall zu dokumentieren. Bodenkundlich-sedimentologische Punktuntersuchungen im Innenraum, in und unter den Wällen, sowie im Außenbereich ermöglichen die Erstellung eines feinstratigraphischen Befundes. Dieser wiederum kann für eine Reliefrekonstruktion des Außenraumes verwendet werden, die ihrerseits die Möglichkeit eröffnet, erodiertes Material bezüglich seines Volumen zu bilanzieren. Gelingt es, den Erosionszeitpunkt zu ermitteln, ist die Darstellung von Abtragsraten in t/ha/a auf der Basis errechneter Erosionsvolumina möglich. Hochauflösende Vermessungsverfahren wie die Tachymetrie sind dafür eine grundlegende Bedingung.

## 4.2 Reliefanalyse

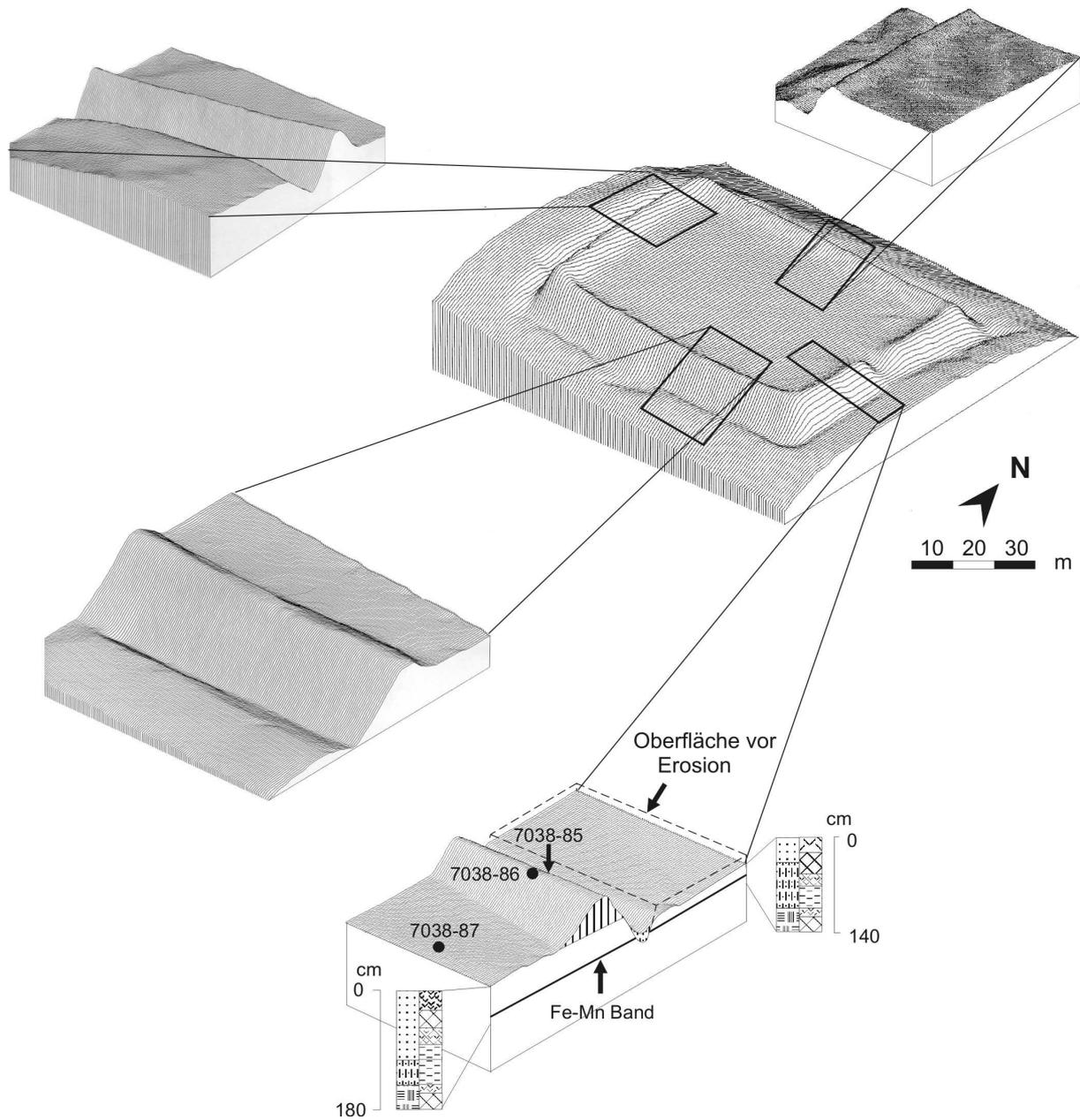


Abb. 20 Beispiele der dreidimensionalen Reliefdarstellung und Rekonstruktion des Paläoreliefs im Umfeld der Viereckschanze von Poign. Stratigraphische Leithorizonte (Fe-Mn Band) schaffen als Bezugslinien Sicherheit bei der Modellierung

Feinstratigraphische Ansätze sind ohne Vermessungsmethoden mit equivalenter Auflösung stark in ihren Aussagen eingeschränkt, wie das Beispiel der Viereckschanze bei Geiselhöring (Niederbayern) zeigt. Nach NILLER (1998: 146)<sup>2</sup> gibt die „*Profilmorphologie [...] weder Hinweise auf außergewöhnliche Bodenerosion im Zuge der spätlatènezeitlichen und/oder späteren Nutzung dieses Gebietes, noch finden sich Belege für eine aktive Erhöhung des Innenraumes der Schanze*“. Diese weitreichenden Rückschlüsse zur Reliefmorphologie, die überwiegend auf pedologischen Befunden beruhen, werden durch eine eigene hochauflösende Vermessung nicht bestätigt. Trotz gegenteiliger bodenkundlicher Befunde (NILLER, 1998) wird auch an der Viereckschanze in Geiselhöring ein gegenüber dem Innenraum der Anlage erniedrigtes Außenareal dokumentiert (siehe Abb. 21). Analog zur den Ergebnissen der Viereckschanze von Poign (LEOPOLD, 1997; VÖLKEL et al., 1998) belegt die Reliefmorphologie auch im Umfeld der Viereckschanze von Geiselhöring eine denudativ wirkende Bodenerosion nach der Errichtung der Anlage.

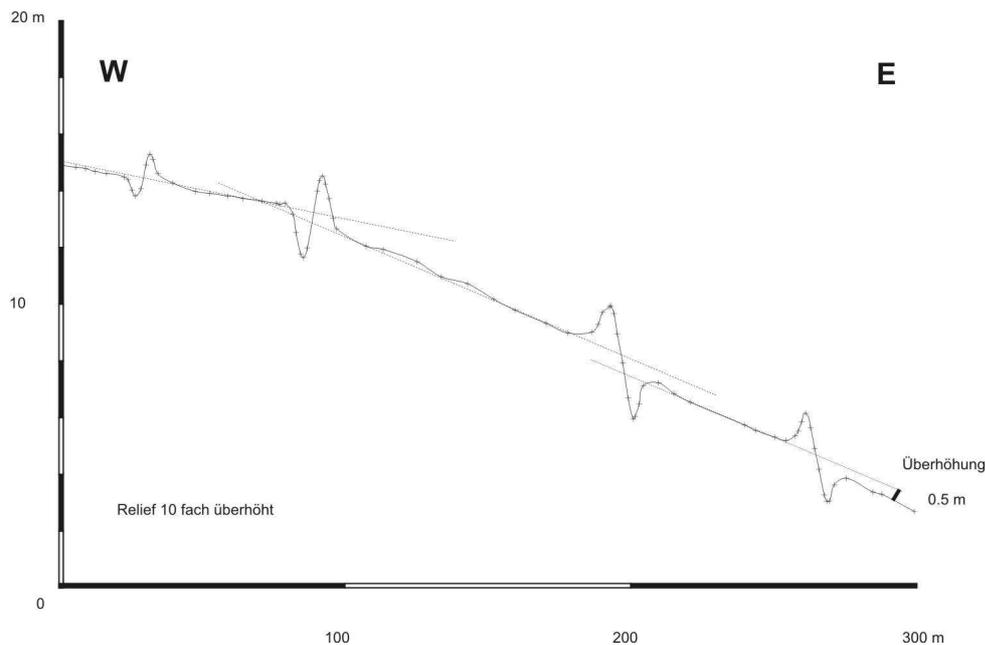


Abb. 21 Höhenquerprofil der Viereckschanze von Geiselhöring, Ndb. Eigene tachymetrische Vermessung Januar 2000, örtliches System, relative Höhen

<sup>2</sup> Diese Arbeit dient als Diskussionsgrundlage der eigenen Ansätze, da sie derzeit neben den eigenen Arbeiten die einzige ist, die sich bodenkundlich-sedimentologisch mit dem Umfeld einer Viereckschanze beschäftigt.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die tachymetrische Aufnahme des Untersuchungsareals die Voraussetzungen einer hochauflösenden Reliefanalyse schafft. Auf Basis eines Datensatzes von mehr als 2.600 Reliefpunkten wird ein Isohypsenmodell mit einer Auflösung bis zu 20 cm errechnet. Es dient als Berechnungsgrundlage eines Hangneigungsmodells, das eine erste Differenzierung einer Wald- / Offenlandverteilung ermöglicht. Areale mit Hangneigungen größer als  $7^\circ$  werden auf der Basis der Reliefanalyse als potentielle Waldstandorte ausgegliedert. Flächen mit geringeren Hangneigungen werden als potentielle Ackerflächen klassifiziert. Die nachfolgenden Bearbeitungsebenen der Landnutzungsrekonstruktion (vgl. Kap. 1.2) führen zu einer weiteren Differenzierung. Durch die hohe Auflösung der tachymetrischen Geländeaufnahme können Reliefdetails erkannt werden, die aus amtlichen Karten (z.B. Grundkarte 1:5.000) nicht ersichtlich sind. Im Untersuchungsgebiet lassen sich gegensinnig gerichtete Talgefälle, terrassenartige Verflachungen am Hang sowie Reliefunterschiede zwischen Innenraum und Außenbereich eines anthropogenen Erdwerkes belegen. Diese atypischen Reliefformen sind häufig auf anthropogene Ursachen zurückzuführen und bieten ideale Ansatzpunkte zur Landnutzungsrekonstruktion.

Fazit: Erst die Kombination hochauflösender Vermessungsverfahren mit feinstratigraphischen, bodenkundlich-sedimentologischen Befunden eröffnet die Möglichkeit, atypische Reliefnuancen zu erkennen und gezielt auf mögliche anthropogene Ursachen hin zu untersuchen.

### 4.3 Bodenkundlich-sedimentologische Detailkartierung

Landschaftsökologische und archäologische Arbeiten beschäftigen sich seit langem mit der unmittelbaren Korrelation zwischen Bodenmosaik, Landnutzung und Siedlungsmuster (u.a. BRUNNACKER & KOSSACK, 1958; MEYER, 1977; Bork, 1983; JÄGER, 1987; SAILE, 1997a; 1997b). Die natürlichen Ressourcen des Bodens sind die ökonomische Basis ehemaliger bäuerlicher Gesellschaften, die in Ackerbau und Viehzucht ihre Lebensgrundlage besaßen. Daher bieten sich Darstellungen der allgemeinen Erfassung der Verteilung und Ausprägung von Böden im Raum und die daran geknüpften physikochemischen Eigenschaften als grundlegender Schlüssel zur Rekonstruktion der Landnutzung innerhalb von Agrargesellschaften an (vgl. BORK et al., 1998). Insofern sind die nachfolgend behandelten Ergebnisse zur sedimentologisch-bodenkundlichen Detailkartierung als wichtigster Baustein im Rahmen der Landnutzungsrekonstruktion zu verstehen. Um einer Einzeldiskussion von Bodenprofilen bei der Vorstellung von Bodencatenen vorzubeugen, werden im Anschluß an eine Übersicht zur Lage der Bodenprofile die verschiedenen bodenbildenden Ausgangssubstrate und ihre physikochemischen Eigenschaften mit Hilfe von ausgewählten Standardprofilen ausführlich vorgestellt. Die sedimentologischen Daten der mehr als 160 Einzelprofile werden in Faziesbereiche zusammengefaßt dargestellt. Im Anschluß daran wird über eine Flächenkartierung das horizontale Verbreitungsmuster der Böden wiedergegeben, deren Entwicklung und Chronologie mit Hilfe prozeßgenetischer Catenen erläutert wird.

#### 4.3.1 Übersicht zur Lage der Profile

Abb. 22 stellt die Lage aller Bodenprofile mit laboranalytischer Bearbeitung dar. Für alle Profile ist die Standardanalytik durchgeführt worden (Textur, pH-Werte,  $C_{org}$ -Gehalte, Farbbestimmung). Zu einem Teil dieser Profile liegen weiter die  $KAK_{eff}$ , Gehalte der pedogenen Oxide, Röntgendiffraktionsanalysen an der Tonfraktion der Phyllosilikate, Schwermetall-Gesamtgehalte, Dichtebestimmungen sowie Dünnschliffuntersuchungen vor. Darüber hinaus stehen für das Arbeitsgebiet etwa weitere 100 Sondierungen mittels Pürckhauer-Bohrungen in minerogenen Sedimenten und mittels Kammerbohrungen in organogenen Sedimenten zur Verfügung. Sie sind hier zur besseren Übersicht nicht alle dargestellt bzw. numeriert, gehen aber im Einzelfall in die Vorstellung und Diskussion der Befunde mit ein.

### 4.3 Bodenkundlich-sedimentologische Detailkartierung

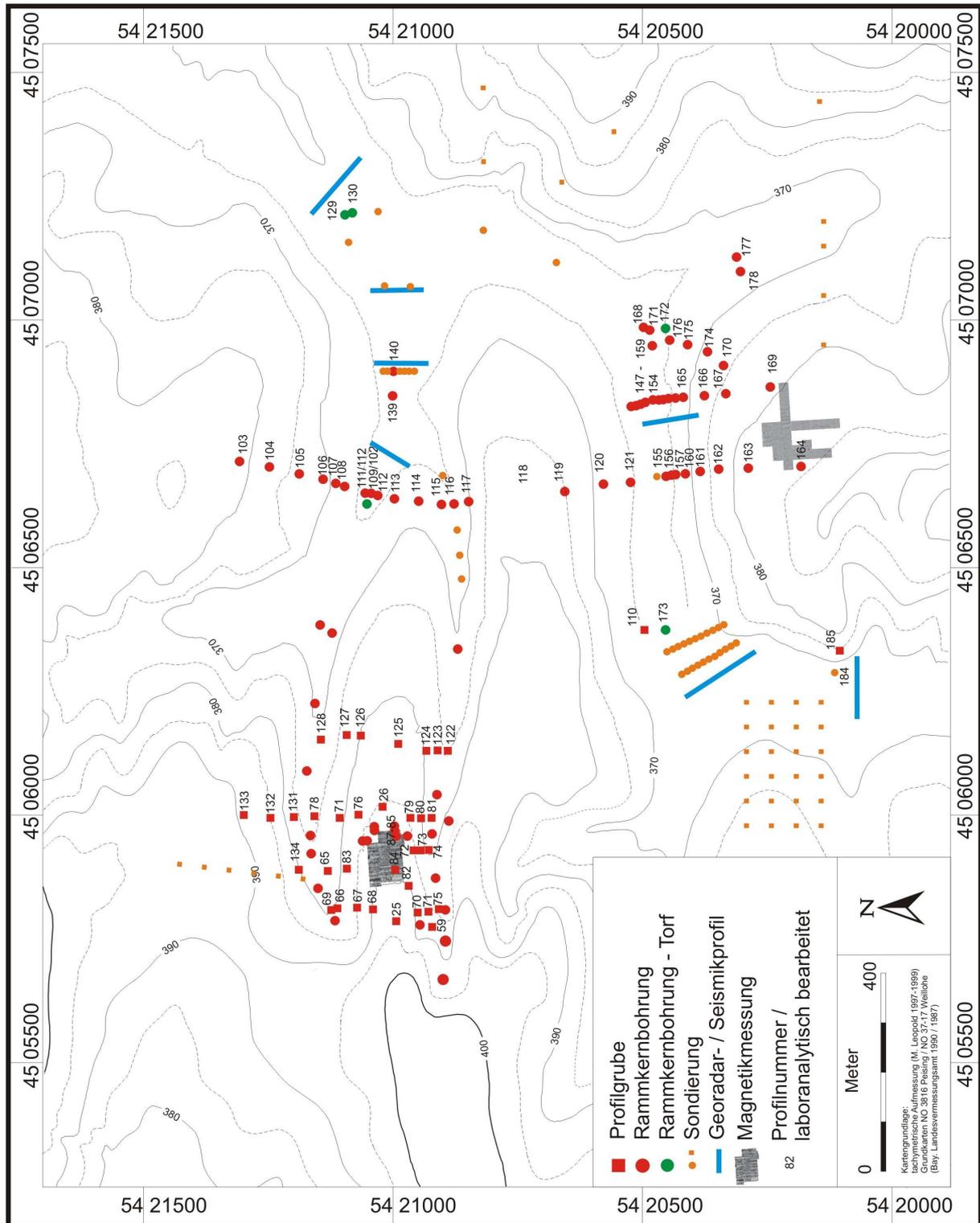


Abb. 22 Lageübersicht der Profilgruben und Bohrpunkte sowie geophysikalische Meßlinien und Meßfelder im Arbeitsgebiet

### 4.3.2 Ausgangssubstrate der Bodenbildung

Im Untersuchungsgebiet stehen vier minerogene Sedimenttypen und ein organogener Sedimenttyp als Ausgangssubstrate der Bodenbildung zur Verfügung. Es handelt sich ausnahmslos um Lockersedimente, die sich wie folgt gliedern lassen:

| Minerogen   | Organogen       |
|---|-----------------|
| Tertiäre Sedimente  | Niedermoortorfe |
| Würmzeitliche Löss (z.T. älter)                               |                 |
| Geli-solifluidal vermengte<br>Lößlehm-Feldspatsand-Fließerden |                 |
| Kolluvien   |                 |

Tab. 6 Tabellarische Übersicht der Sedimenttypen des Arbeitsgebietes

Die Verbreitung der Bodentypen ist in hohem Maße an die Verteilung der Ausgangssubstrate gebunden. Ihre Kartierung im Raum ermöglicht eine erste Einteilung.

#### 4.3.2.1 Tertiäre Sedimente

Als tertiärzeitlich werden hier Substrate bezeichnet, die Bestand der miozänen Feldspatsandfazies sind (vgl. Kap. 2.2; OSCHMANN, 1958). Sie sind durch eine meist gelblich-braune Farbe (Munsell 10 YR 5/6) gekennzeichnet und beinhalten charakteristische, ca. 0,5 - 1 mm große, scharfgebrochene Feldspatkörner sowie Fe-Mn-Konkretionen. Letztere weisen eine disperse Verteilung im Sediment auf und können Durchmesser bis zu 5 cm erreichen. Das Alter der Konkretionen ist ungewiß. Eine holozäne Bildung scheidet aber aufgrund der Größe und der Verbreitung bis in Tiefen von über 4 m aus. Im unmittelbaren Bereich der Viereckschanze durchzieht eine bandartig ausgebildete 10 - 15 cm mächtige Fe-Mn-Ausfällung die Oberkante der tertiären Substrate (vgl. Abb. 20). Das Fe-Mn-Band deutet auf Ausfällungen an der Oberfläche eines alten Grundwasserspiegels hin. Derartig einheitliche Erscheinungen bieten ideale Bezugslinien für stratigraphisch basierte Arbeiten. Aufgrund ihres hohen Alters wurden und werden die tertiären Substrate durch morphologische und pedologische Prozesse überprägt, die zeitlich keineswegs auf das Tertiär beschränkt sind. Verwürgungen, die sich auch in Einlagerungen von Lößlinsen sowie Vermischungen von tertiären Sanden mit Lößlehm äußern, deuten auf eine intensive pleistozäne Solifluktions- und Kryoturbationsdynamik hin. Daher sind die tertiären Sedimente nur noch selten in ihrer originären Lagerung zu finden. Entsprechend ihres

Ablagerungsmilieus ist die Korngrößenzusammensetzung sehr variabel. Sie reicht von stark sandig bis hin zu tonig-schluffig (vgl. OSCHMANN, 1958: 141).

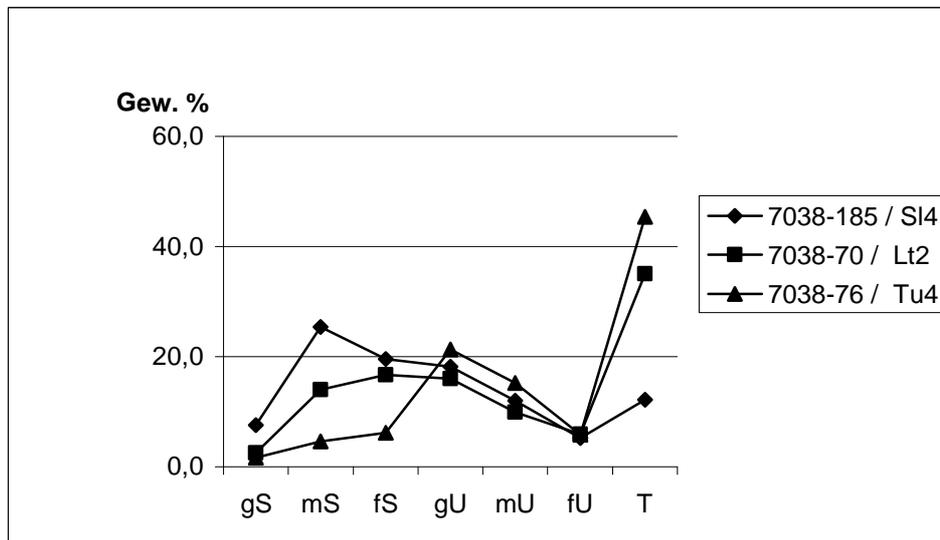


Abb. 23 Korngrößenverteilung tertiärer Sedimente im Untersuchungsgebiet. Darstellung verschiedener Profile

Die variable Texturverteilung wird anhand von drei ausgewählten, charakteristischen Beispielen in Abb. 23 aufgezeigt. Insbesondere Schwankungen in den Sandgehalten von 52,5 % (7038-185) über 33,2 % (7038-70) hin zu 12,4 % (7038-67) sowie in den Tongehalten von 12,2 %, 35,0 % bzw. 45,4 % verdeutlichen die Heterogenität der Substrate. Auffallend homogen scheint dagegen die Verteilung der Schlufffraktionen zu sein, insbesondere des Feinschluffs (fU). Relativ häufig treten Feinschluff-Gehalte von  $5 \pm 1$  % auf. Dennoch sind auch hiervon größere Abweichungen festzustellen, so daß die Feinschluffgehalte kein sicheres Ansprachekriterium der Feldspatsande sind. Die tertiären Sedimente über Kennzahlen von Korngrößenquotienten zu identifizieren gelingt ebenfalls nicht. Die tertiären Sedimente sind im Untersuchungsgebiet aufgrund der periglazialen Morphodynamik meist unsortiert, so daß Schwankungen bzw. Übereinstimmungen bei der Quotientenbildung eher zufälliger Natur sind (vgl. auch VÖLKELE, 1995: 35). Eine zumeist auffallende Übereinstimmung des Sandgehaltes von über 30 % und des Verhältnisses mS/fS um 1, gS/mS um 0,2 und mS/gU um 1 kann nur für einen Teil der Profile bestätigt werden. Bei unmittelbar benachbarten Profilen (30 m bis 50 m) fällt dieser Nachweis oftmals aus. Gerade im Sandgehalt wäre eine Übereinstimmung zu erwarten, da dieser lediglich mittelbar von pedogenetischen Prozessen wie der Lessivierung beeinflusst wird. Letztlich sollte eine eindeutige Korrelation bei diesen einfachen Parametern gegeben sein. Eine Mittelung vieler

Parameter scheint nicht angebracht, da dies eine starke Glättung mit sich bringt (BAHRENBURG et al., 1990: 47). Es würde eine Korrelation vorgetäuscht, die den wirklichen Gegebenheiten nicht entspricht.

Die bisweilen hohe Variabilität der Korngrößen ist sowohl in der horizontalen als auch vertikalen Verteilung der miozänen Feldspatsande im Raum gegeben. Spielen Texturunterschiede für die chronogenetische, sprich geologisch-sedimentologische Klassifizierung hier keine Rolle, so haben sie jedoch entscheidenden Einfluß auf die Pedogenese. Die sandig ausgeprägten Faziesbereiche erreichen bodengenetisch lediglich das Stadium der Braunerde mit initialer Neigung zur Podsolierung. Teilweise ist eine äußerst schwach ausgeprägte Tendenz zur Ausbildung von Parabraunerden bzw. Bänderparabraunerden vorhanden. Sie besitzen ein saures Pedomilieu mit pH-Werten ( $\text{CaCl}_2$ ) von 3 - 4 (Aluminium Pufferbereich nach ULRICH et al., 1979). Sekundäre Carbonatisierung durch hangende carbonathaltige Lössen verursacht teilweise neutrale pH-Werte ( $\text{CaCl}_2$ ) von 6,8 - 7,3 (z.B. Profil 7038/84).

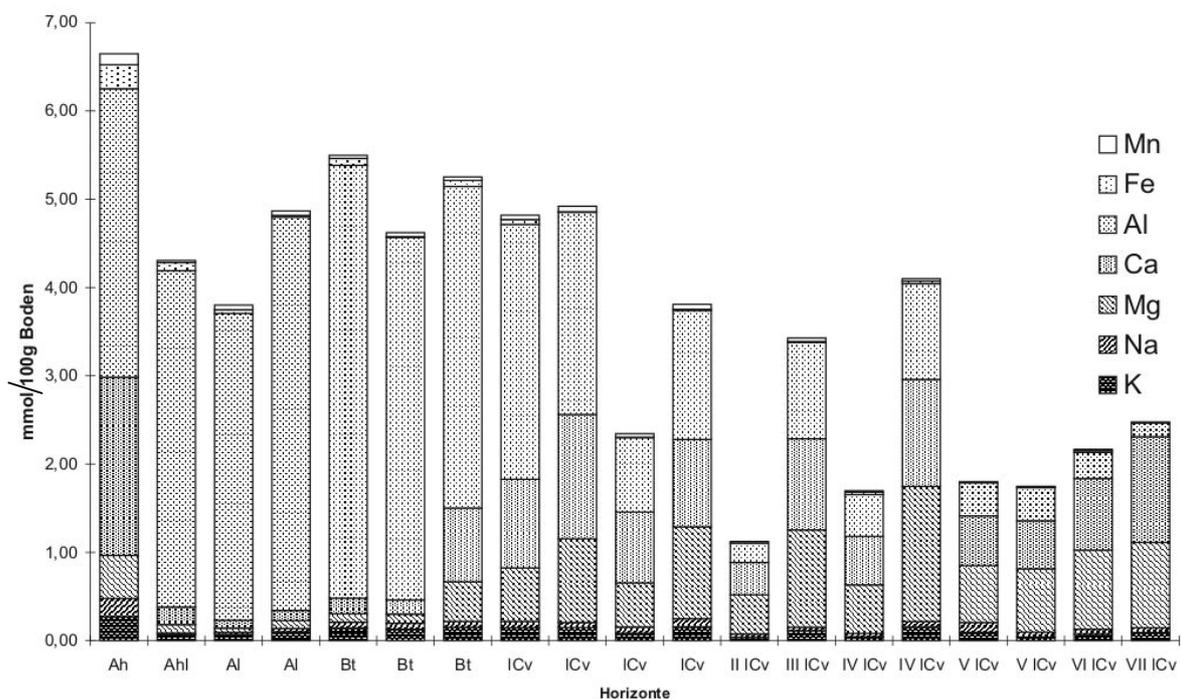


Abb. 24  $\text{KAK}_{\text{eff}}$  im Tiefenverlauf einer Parabraunerde-Braunerde aus Feldspatsanden der sandigen Fazies, Profil 7038-206

In Abb. 24 sind die Anteile an austauschbaren Kationen dargestellt, die überwiegend unter 6 mmol/100 g Boden liegen. Aluminium ist bis in eine Tiefe von ca. 60 cm (Übergang Bt-ICv Horizont) mit mehr als 80 % an der  $\text{KAK}_{\text{eff}}$  beteiligt. Der Anteil basisch wirkender Kationen (Ca, Mg, Na, K) liegt bei pH Werten von 3,9 im Bt- und ICv-Horizont meist unter

3 mmol/100 g Boden. Zum Vergleich besitzt der Bt-Horizont einer Lößparabraunerde in Profil 7038-84 bei pH-Werten um 4 bis 5 einen Anteil an austauschbaren Basen von 10 - 15 mmol/100 g Boden. Böden die in den Feldspatsanden der sandigen Fazies entwickelt sind, besitzen demzufolge eine schlechte Primärversorgung mit Nährstoffen. Trotz moderner Agrar- und Düngetechniken werden diese Standorte nicht agrarwirtschaftlich genutzt, da die Bodengüte äußerst schlecht ist (Bodenschätzung *IS 3 D 50-44* nach SCHMIDT et al., 1992: 320).

Hingegen führt die schluffig-tonige Fazies der Feldspatsande zu völlig anderen bodentypologischen Merkmalen und Kennwerten. Hier ist der dominante pedogenetische Prozeß die Lessivierung. Polyedrisches Gefüge mit makroskopisch erkennbaren Toncutanen sind Ausdruck der Tonverlagerung. Bt-Komplexe mit Tongehalten von 40 % bis 50 % (7038-79) deuten auf eine reliktsche Parabraunerdebildung hin. Der Entstehungszeitraum kann nur in Form eines Minimalalters angegeben werden. Die hangenden würmzeitlichen Löss (z.B. 7038-84) stellen die Tonverlagerung minimal in das Eem oder älter. Eine Genese der Parabraunerden im Würm scheidet aus, da im Regensburger Raum für diese Epoche lediglich eine Bv-Bildung nachgewiesen ist (STRUNK, 1990). Erosions- und Soliflukationsprozesse haben die zugehörigen Al-Horizonte aufgearbeitet und entfernt, jedoch ist ein Durchgreifen holozäner Lessivierung auf die reliktschen Bt-Horizonte durchaus denkbar. Das Aziditätsmilieu ist sauer und schwankt im Austauscher-Pufferbereich bzw. Aluminium-Pufferbereich zwischen pH (CaCl<sub>2</sub>) 5 bis 3,5 (Abb. 25). Trotz überlagernder kolluvialer Sedimente belegt das pH-Milieu im Tiefenverlauf keinen Schichtwechsel, sondern unterliegt einem kontinuierlichen Anstieg. Die Basensättigung ist im Gegensatz zur sandigen Fazies nach Durchschreiten der rezenten Versauerungsfront mit 80 % bis 99 % gut.

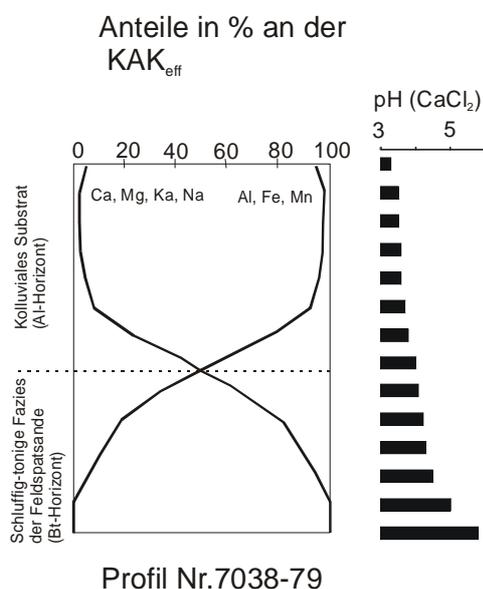


Abb. 25 Tiefenverlauf der  $KAK_{eff}$  und des pH-Wertes am kolluvial überdeckten Profil 7038-79 der schluffig-tonigen Feldspatsandfazies

Der Hauptteil an austauschbaren Kationen wird von Calcium, Magnesium und Aluminium gebildet. Im stark sauren Oberboden (Kolluvium) liegt der Wert des Aluminiumanteils bei 16,9 mmol/100 g und geht in der schluffig tonigen Fazies gegen Null zurück. Hingegen erreichen die Ca-Gehalte in der schluffig-tonigen Fazies Maximalwerte von 4,8 mmol/100 g, die Mg-Gehalte 16,4 mmol/100 g, was sie in dieser Hinsicht durchaus vergleichbar mit Parabraunerden aus Löß macht. Abgesehen von den hohen Tongehalten, die eine agrarwirtschaftliche Bearbeitung erschweren, sind diese Standorte für eine agrarische Nutzung geeignet.

Die aufgezeigten Beispiele verdeutlichen, daß die geologisch einheitlichen miozänen Feldspatsande als Ausgangssubstrat der Bodenbildung in zwei Faziesbereiche aufgeteilt werden müssen. Eine sandige Fazies mit nährstoffarmen Braunerden bzw. Bänderparabraunerden steht einer schluffig-tonigen Fazies mit nährstoffreichen Parabraunerden gegenüber. Die sandige Fazies der Feldspatsande durchläuft anscheinend wesentlich schneller die für eine Lessivierung optimalen pH-Werte von pH 6,5 - 5,0 (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998: 388). In Verbindung mit dem ohnehin geringeren quantitativen Angebot an Tonpartikeln ist in den Arealen der sandigen Fazies die Lessivierung sehr schwach ausgeprägt, während die schluffig-tonige Fazies eine starke Lessivierungsdynamik aufweist. Diese Zweiteilung ist für die Landnutzung von entscheidender Bedeutung, da die schluffig-tonige Fazies gute Voraussetzungen für den Ackerbau bietet, die sandige Fazies jedoch nicht. Dieser Unterschied ist aus der Geologischen Karte 7038, Blatt Bad Abbach, nicht ersichtlich und muß im Gelände in Detailkartierungen erhoben werden.

##### **4.3.2.2 Löss**

Löss unterschiedlicher Ausprägung bedecken das Untersuchungsgebiet über weite Flächen. Sie sind die Ausgangssubstrate kräftig entwickelter Parabraunerden. Ihre Verbreitung war vor Beginn des menschlichen Ackerbaus wesentlich größer als dies das rezente Verteilungsmuster wiedergibt (vgl. Tab. 7). Die Geologischen Karte 7038, Blatt Bad Abbach, spiegelt aus bodenkundlicher Sicht die Verteilung der Löss nur äußerst unzureichend wider. Bei OSCHMANN (1958: 155) wurden Löss und Lößlehme lediglich ab 1 m Mächtigkeit kartiert. Geringmächtigere Vorkommen, die ebenfalls zu voll ausgebildeten Parabraunerden führen, wurden nicht mit aufgenommen. Die Verbreitung der Löss ist bevorzugt an ostexponierte Hänge gebunden (u.a. HOFMANN & SPIES, 1992: 21). Jedoch gibt durchaus auch an Westhängen, beispielsweise westlich von Weillohe oder nördlich von Gemling Lößvorkommen. Dagegen sind die Nordhänge im Untersuchungsgebiet regelmäßig frei von reinen Lößbedeckungen und weisen solifluidal verlagerte und vermengte Lößlehm-

Feldspatsand-Fließerden auf (s.u.). Für die südbayerischen Lössе ist nach KALLENBACH (1966) die Verteilung von Quarzen (40 - 60 %), Feldspäten und Glimmern (ca. 10 %) sowie Tonmineralen, die sich aus Illiten, Kaoliniten und primäre Chloriten zusammensetzen, charakteristisch. Mögliche Auswehungsgebiete, insbesondere der carbonatreichen Lössе sind die westlich und nordöstlich des Arbeitsgebietes gelegenen kaltzeitlichen Schotterebenen der Donau. Dennoch ist analog zu anderen Lößgebieten auch im Arbeitsgebiet von einer lokalen, kaltzeitlichen äolischen Umlagerung innerhalb der tertiären Sedimentablagerungen auszugehen (Zusammenfassung in PESCI & RICHTER, 1996: 132). Wie die Abb. 26 verdeutlicht, zeigt die Analyse der Pulverpräparate im Röntgendiffraktogramm keine qualitativen Unterschiede zwischen den beiden Lößfazies (Faziesgliederung folgt) und den tertiären Sedimenten.

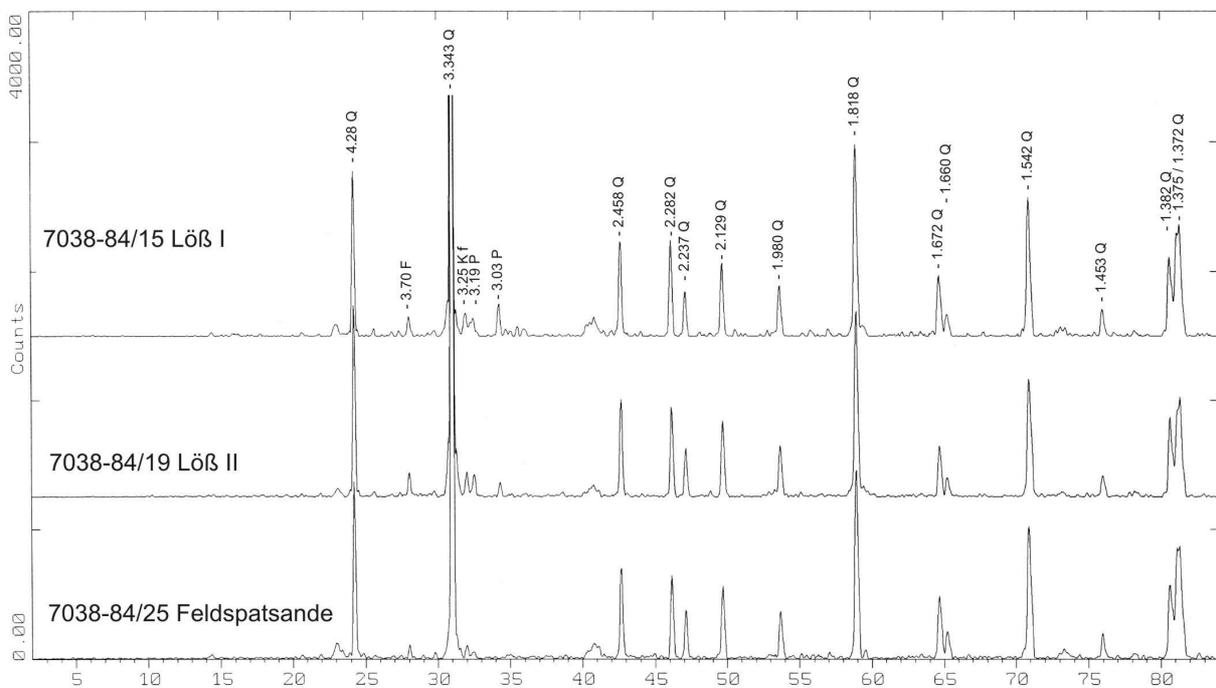


Abb. 26 Röntgendiffraktogramm (Pulverpräparat) des Profils 7038-84. Parabraunerde aus primär carbonathaltigem Löss über sekundär carbonatisiertem Lößlehm über tertiären Sedimenten der schluffigen Fazies. D-Werte in Å, Q=Quarz, Kf=Kalifeldspäte, P=Plagioklase

Mit bis zu 20 %  $\text{CaCO}_3$  sind die primär carbonathaltigen Lössе im Arbeitsgebiet gut mit denen benachbarter Gebiete vergleichbar (NILLER, 1998; STRUNK, 1990). Nach SZILARD (1990) sind sie als mittelstark carbonathaltig zu bezeichnen, nach AG BODEN (1994) als carbonatreich. Häufig sind Molluskenschalen vorhanden und lassen auf eine Formungsruhe schließen, da Solifluktsions- und Kryoturbationsvorgänge die zarten Schalen der Mollusken leicht zerstört hätten. Neben den primär carbonathaltigen Lössеn finden sich alle Übergangsstadien der Entcarbonatisierung bis hin zum Lößlehm. Geringe Carbonatgehalte

(z.B. max. 9,8 % in 7038-84) sowie sekundäre Carbonatausfällungen, wie Pseudomycelien oder Lößkindl (7038-84; 7038-82), belegen dies.

Die feldbodenkundliche Ansprache zwingt zur Unterscheidung von zwei Lößfazies. Die Sedimente des Zyklus 1 entsprechen aufgrund ihrer stratigraphischen Lage als Hangendes den äolischen Ablagerungen des Hochglazials („oberer Löß“ W II der nördlichen Fazies nach BRUNNACKER, 1957: 39). Die zeitlich nicht näher einzuordnenden Ablagerungen des Zyklus 2 sind älter. Eine Korrelation mit dem „unteren Löß“ WI nach BRUNNACKER (1957: 39) kann weder bestätigt noch widerlegt werden.

Anhand zweier ausgewählter Proben unterschiedlicher Profile wird die typische Verteilung der Korngrößen im carbonathaltigen Löß bzw. Lößlehm von Zyklus 1 und 2 dargestellt (Abb. 27).

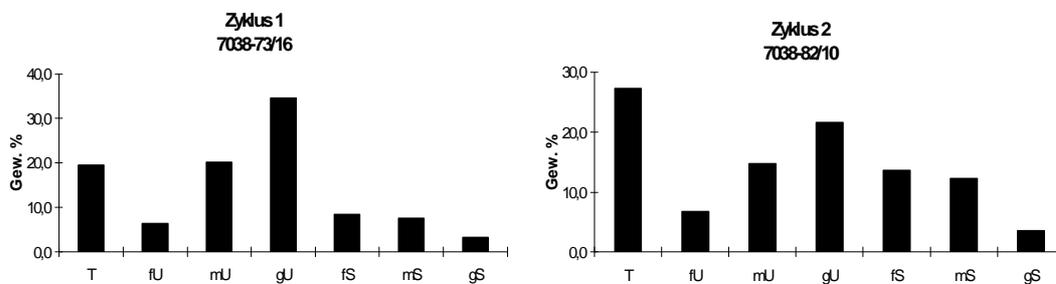


Abb. 27 Typische Verteilung der Korngrößen in Zyklus 1 und Zyklus 2 anhand zweier Beispiele

Die Texturparameter bestätigen die Feldansprache. Das Korngrößenspektrum besteht im primär carbonathaltigen Löß des Zyklus 1 zu ca. 60 % aus Schluff mit einem Grobschluffmaximum von ca. 30 %. Jeweils etwa 20 % entfallen auf den Sand- und Tonanteil. Dies entspricht nach AG BODEN (1994: 164) dem Übergang von Löß zu Sandlöß. Demgegenüber sind die Sedimente des Zyklus 2 neben hohen Anteilen an Mittelsand und Feinsand durch geringe Carbonatgehalte gekennzeichnet, die auf sekundären Ausfällungen basieren. Die Schluffgehalte gehen aufgrund der höheren Sand- und Tongehalte auf 45 % mit einem Maximum an Grobschluff von 21,6 % zurück, so daß dieses Sediment nach AG BODEN (1994: 164) ebenfalls als Sandlöß bzw. Sandlößlehm bezeichnet wird. 2 bis 4 mm dicke rotbraune Tonbahnen, die auf eine Tonverlagerung bzw. Verschlammung hinweisen, sind auf Zyklus 2 beschränkt. Sie reichen jedoch nicht zur Ausgrenzung eines Bt-Horizontes aus, da charakteristische Toncutane auf den Gefügeoberflächen fehlen.

Ein Standardprofil (7038-84) einer Löß-Parabraunerde im Untersuchungsgebiet liegt innerhalb der Viereckschanze, deren Wälle es seit 2.000 Jahren vor der Erosion schützen. Die Parabraunerde hat sich in situ aus carbonathaltigem würmzeitlichem Löß des Zyklus 1

entwickelt. Der Löß liegt dem älteren Lößlehm des Zyklus 2 auf (II ICcv). Im liegenden Tertiär ist ein fossiler Tonanreicherungshorizont vorhanden (III fBtk). Rodung mit Stockentnahme hat einer initialen Erosion Vorschub geleistet, die sich in einem minimal verkürzten 30 cm mächtigen Al-Horizont äußert. Vergleiche mit den anthropogen fossilisierten Al-Horizonten unter dem Wall zeigen, daß eine durchschnittliche Mächtigkeit von 40 cm vorliegt, so daß die Erosionsleistung sehr gering ist. Im Zuge forstwirtschaftlicher Nutzung führte die Befahrung mit schweren Geräten zu einem plattigen Gefüge mit geringfügiger Verdichtung.

Der Al-Horizont der holozänen Parabraunerde ist durch Tongehalte bis zu 20 % und hohen Schluffgehalten mit bis zu 68 % gekennzeichnet (vgl. Abb. 28). Auf Grobschluff und Mittelschluff entfallen über 85 % der gesamten Schlufffraktion, wovon die Lößbürtigkeit des Materials unterstrichen wird (PESCI & RICHTER, 1996: 36ff.). Der rezente, gut entwickelte Bt-Horizont erreicht maximale Tongehalte von 41 %. Die Sandgehalte variieren um 8 %, wobei der Grobsandanteil bei durchschnittlich 1 %, der Mittel- und Feinsandanteil bei 3 bzw. 4 % liegen. Fe-Mn-Konkretionen, die teilweise zur Erhöhung der Sandgehalte beitragen, sind in den Lössen des Zyklus 1 zu vernachlässigen. Der Entwicklungsgrad dieser Parabraunerde ist typisch für die Region und deckt sich in ihrer Ausprägung mit Profilen wie dem ca. 10 km entfernten Quartärprofil in Hagelstadt (STRUNK, 1990).

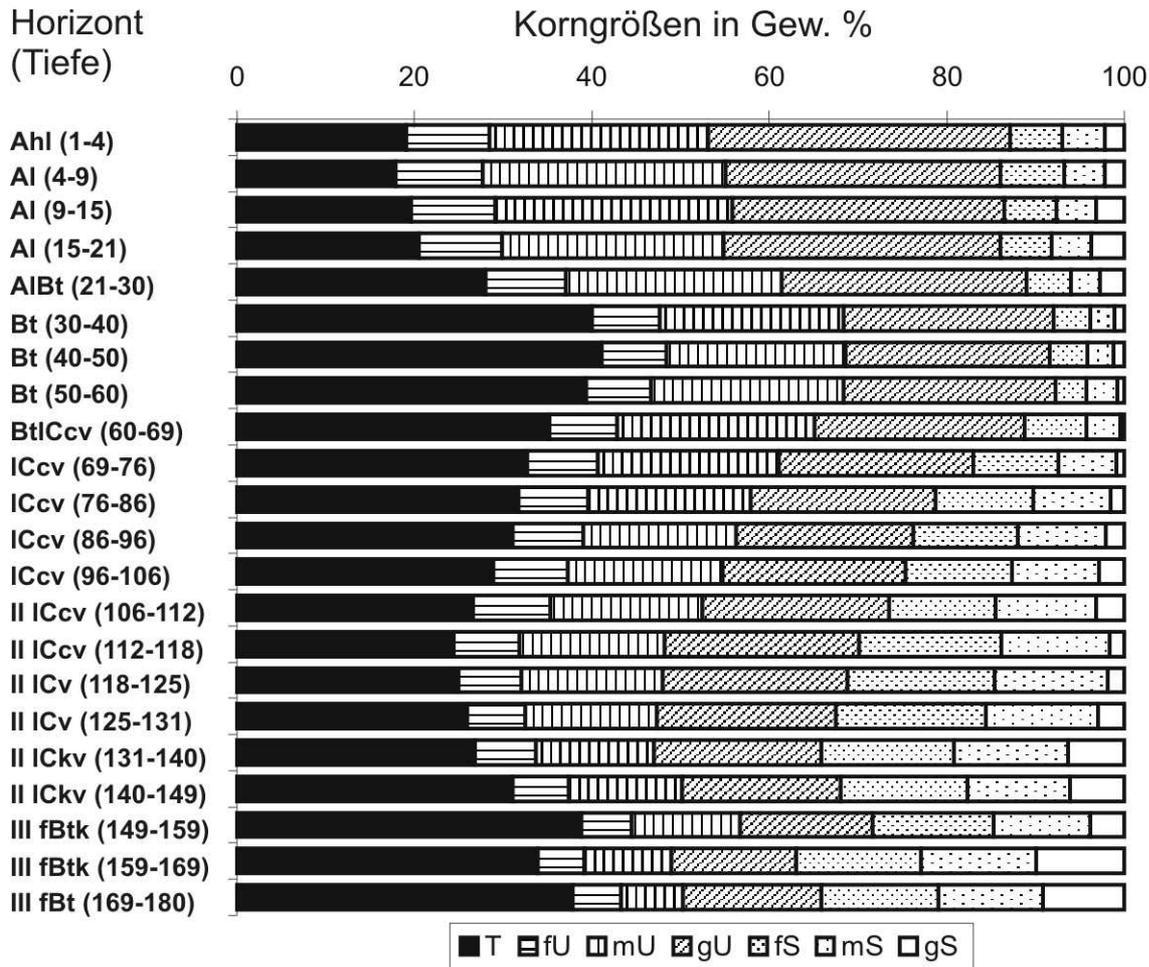


Abb. 28 Korngrößenverteilung einer typischen Lößparabraunerde (Profil 7038-84)

Der carbonathaltige Löß besitzt eine Schluffdominanz mit einem Grobschluffmaximum von 20,8 %. Die Tongehalte gehen von 32,8 % im Lößlehm auf 28,9 % im carbonatisierten Zustand zurück. Der II ICv-Horizont weist neben einer Schluffdominanz bis zu 47 % auch gesteigerte Sandgehalte auf. Die Maxima in der Mittelsandfraktion von 12,3 % und in der Feinsandfraktion von 16,8 % sind charakteristisch für die Sedimente des Zyklus 2. Im Liegenden folgt im tertiären Substrat ein in seinen obersten Bereichen aufgeschlossener fBtk-Horizont mit Fe-Mn-Ausfällungen. Die Tongehalte erreichen hier Werte bis zu 37,9 %. Der Sandgehalt steigt auf über 37 %, wobei der Grobsandanteil mit 10 % das Maximum des gesamten Profils aufweist. Der hohe Grobsandgehalt ist nicht nur auf tertiäre Sande zurückzuführen, sondern wird maßgeblich durch Fe-Mn-Konkretionen hervorgerufen. Dies zeigt sich auch im Skelettanteil, der durchschnittlich unter 1 % liegt, im Bereich starker Konkretionsbildung auf 2 % ansteigt und ein Maximum von 7,3 % im Liegenden erreicht. CaCO<sub>3</sub>-Konkretionen tragen ebenfalls zur Erhöhung der Sand- und Skelettfraktion bei. Die pH-Werte (CaCl<sub>2</sub>) stehen für ein saures Aziditätsmilieu (Abb. 29). Bis in eine Tiefe von 50 cm wird pH 4,2 (Aluminium-Pufferbereich nach ULRICH et al., 1979) nicht überschritten

und steigt erst mit Erreichen des carbonathaltigen Lösses auf Werte über 7 mit Maximalwerten von pH 7,5 (Carbonat-Pufferbereich). In ca. 130 cm Profiltiefe setzen die sekundären Carbonatausfällungen aus, und damit korrelierend sinkt der pH-Wert auf durchschnittlich 6,9. In einer Tiefe von 170 cm steigt er wiederum auf pH 7,3 an. Das absolute Minimum wird im Ah-Horizont mit pH 2,9 erreicht. Damit befindet sich dieser Horizont bereits im extrem sauren Eisen-Pufferbereich, der nach ULRICH et al. (1979) kleiner pH 3,0 beginnt. SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1998: 112) führen derart niedrigen Werte auf organische Säuren aus den hangenden O-Horizonten zurück. DOBLER & VÖLKELE (1994) sowie NILLER & VÖLKELE (1994) machen ähnliche Beobachtungen in Bodenprofilen des Tertiärhügellandes, so daß in Profil 7038-84 eine standorttypische Versauerung vorliegt. Korrelierend mit den pH-Werten steigt die Austauschfähigkeit der Kationen Mg, Na, K, Ca im Übergang vom Bt-Horizont zum Rohlöß auf 100 % an, wobei Maximalwerte von 22,3 mmol/100g für Calcium und 3,7 mmol/100g für Magnesium erreicht werden (Abb. 29; vgl. auch NILLER & VÖLKELE, 1994). Durch das hohe Nährstoffangebot, das gute Dränvermögen und die leichte Bearbeitbarkeit zählen diese Böden zu den bevorzugten Standorten für ackerbauliche Landnutzung. In einem Landnutzungsmodell des Arbeitsgebietes werden Standorte, die eine Lößbedeckung des Zyklus 1 mit darin entwickelten Parabraunerden aufweisen, als potentielle Ackerstandorte ausgewiesen.

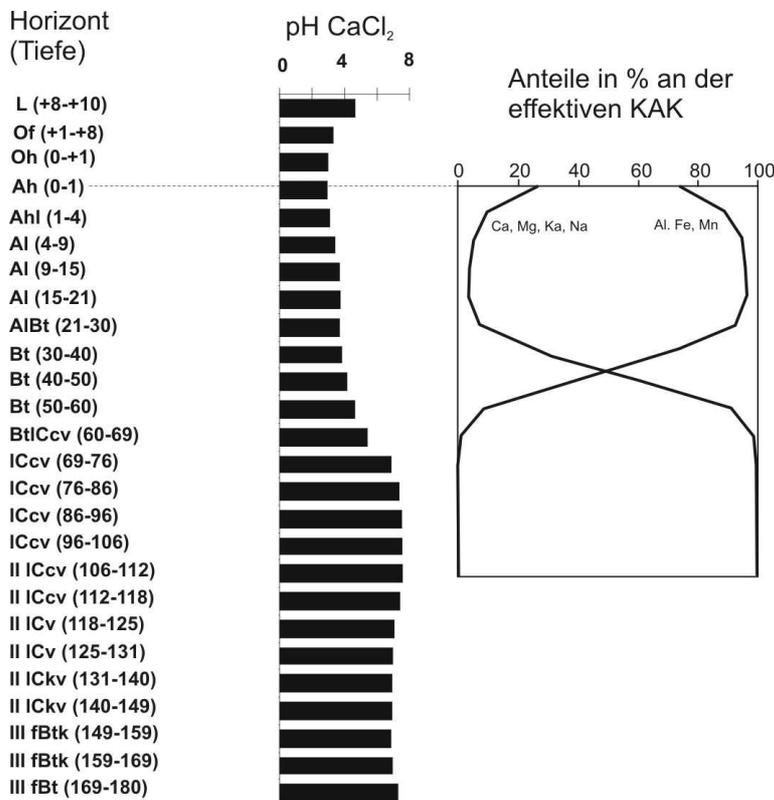


Abb. 29 Profil 7038-84, pH-Werte und Anteile (%) der KAK<sub>eff</sub> im Tiefenverlauf

### 4.3.2.3 Lößlehm-Feldspatsand-Fließerden

Im Untersuchungsgebiet kleiden kaltzeitlich verlagerte Fließerden die Nordhänge, teilweise auch die Kuppen und Oberhangbereiche der Südhänge aus (vgl. BRUNNACKER, 1958b). Bisweilen bilden sie das Liegende der Lössse als Übergang zu den reinen Feldspatsanden. Sie unterscheiden sich sedimentologisch durch eine höhere Sandkomponente, weisen aber analog zu den reinen Lößsedimenten hohe Schluffgehalte auf (Abb. 30). Makroskopisch erkennbare, scharfgebrochene Feldspäte belegen im Feldbefund eindeutig die Beimengung tertiärer Feldspatsande. Die Fließerden bilden das Ausgangssubstrat gut entwickelter Parabraunerden. Die Tongehaltsdifferenz zwischen Al- und Bt-Horizont unterscheidet sich kaum von der reinen Löß-Parabraunerden. Ihre Dräneigenschaften sind jedoch ungleich schlechter, da sie eine erhöhte Dichte gegenüber den Lössen aufweisen. Im Arbeitsgebiet neigen die Böden aus Fließerden daher häufig zur Pseudogleydyndynamik, die verstärkte Hydromorphie Merkmale hervorruft. Mit Hilfe der heutigen Agrartechnik sind diese Areale durchaus wertvolle Ackerböden (Bodenschätzung (s)L 3-4 D 73-58 nach SCHMIDT et al., 1992: 138). Stehen keine maschinengetriebene Agrargeräte, wie beispielsweise zur Latènezeit, zur Verfügung, müssen diese Böden aufgrund ihrer Dichte als eher schwer zu bearbeiten eingestuft werden.

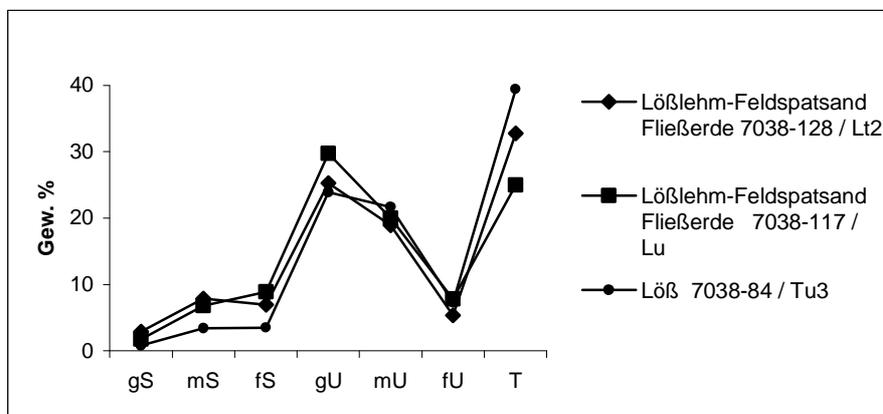


Abb. 30 Vergleich der Korngrößenparameter verschiedener Bt-Horizonte aus Lößlehm-Feldspatsand-Fließerden bzw. Löß

### 4.3.2.4 Kolluvien

Kolluvien sind im Arbeitsgebiet weit verbreitet. Sie sind korrelierte Sedimente einer anthropogen ausgelösten Bodenerosion (u.a. BRUNNACKER, 1958a; BRUNNACKER & KOSSACK, 1958; SCHEFFER & MEYER, 1958, 1963). Nach AG BODEN (1994: 102) wird für einen Mineralbodenhorizont „...aus fortlaufend sedimentiertem holozänem Solummaterial

(vor Umlagerung pedogen veränderte, fluviale, durch Abspülung an Hängen oder durch Bodenbearbeitung sowie äolisch transportierte Auftragsmasse)...“ das Hauptsymbol M vergeben. Dieser Definition folgend wird auch im Untersuchungsgebiet vorgegangen. Sichtbare pedogenetische Prozesse im Initialstadium, wie z. B. Tonverlagerung oder Hydromorphierung, werden in den Profilbeschreibungen wiedergegeben, finden aber in der Horizontsymbolik der AG BODEN (1994) keine Berücksichtigung. Sobald kolluviales Material einer Dynamik unterworfen ist, die gemäß den Definitionen der AG BODEN (1994) horizontbildend ist, wird es zum Ausgangsmaterial. Der Hinweis, daß es sich um kolluvial verlagertes Material handelt, wird in der allgemeinen Beschreibung des Substrates gegeben: z.B. Parabraunerde aus Kolluvium über fossilem Bt-Horizont aus Lößlehm.

Im Rahmen dieser Arbeit werden Kolluvien in enger Anlehnung an BRUNNACKER (1958a) bzw. RICHTER (1965) wie folgt definiert:

*„Kolluvien sind Ablagerungen korrelater Sedimente einer anthropogen induzierten Bodenerosion, die durch Siedlungstätigkeit, Rodung, Bergbau, (Wald-) Beweidung und/oder Ackerbau hervorgerufen wurden“.*

Die Transportstrecken der Kolluvien reichen von wenigen Dezimetern bis vielen hundert Metern. Der Akkumulationsort ist keineswegs, wie in einigen Definitionen dargelegt, auf die Unterhänge beschränkt (z.B. AHNERT, 1999: 264; SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1998: 400). Wenngleich kolluviale Substrate dort bevorzugt akkumuliert werden, können sie in allen Reliefpositionen zur Ablagerung kommen (vgl. Kaskadenprinzip nach CHORLEY et al., 1984; LEOPOLD & VÖLKELE 2002b). Die Gravitation determiniert entscheidend den Ablagerungsort eines Kolluviums, doch können das Paläorelief (z.B. Sedimentfallen) sowie die Landnutzungsstruktur zu verschiedenen Zeitabschnitten modifizierend darauf einwirken (vgl. HAHN, 1992).

Im Arbeitsgebiet selbst ist die größte Masse kolluvialer Substrate in den Unterhangbereichen und Tiefenlinien abgelagert. Dünne kolluviale Schleier kleiden jedoch oft den gesamten Mittel- und Oberhang aus.

Das Korngrößenspektrum der Kolluvien ist entsprechend der Theorie als korrelates Sediment eng an die Textur der erodierten Böden geknüpft (vgl. HÜSER, 1974). Weiter wirken sich Transportmechanismen und die Art der Ablagerungsoberfläche modifizierend auf die Korngrößenverteilung im kolluvialen Sediment aus. Im Untersuchungsgebiet lassen sich verschiedene Fazies kolluvialer Sedimentation ausgliedern, die entweder als Hangfußkolluvien oder als kolluviale Zwischenlagen in einem Niedermoor abgelagert sind (vgl. Abb. 31). Zwischenlagen entstehen im Zuge der Ablagerung kolluvialer Sedimente auf den Oberflächen von Niedermooren (vgl. dazu 4.3.2.5). Nachfolgend wiedereinsetzendes Moorbau schließt die Kolluvien als minerogene Zwischenlagen im Torfkörper ein.

Im Dreiecksdiagramm wird die Variation der Korngrößenverteilung kolluvialer Sedimente verdeutlicht. Die abgebildeten Texturmittelwerte für die einzelnen Fazies verdeutlichen, daß die mittlere Korngrößenzusammensetzung die eigentliche Sedimentverteilung und damit Fazieszugehörigkeit nicht wiedergeben kann. Alle Proben sind korrelierte Sedimente einer Parabraunerde aus Löß. Die Korngrößenvariationen werden in diesem Beispiel nicht von grundlegend unterschiedlichen Ausgangssedimenten hervorgerufen (wie z.B. Feldspatsande und Lössen). Vielmehr wird über die unterschiedlichen Korngrößenzusammensetzung entweder die Erosion verschiedener Bodenhorizonte (z.B. Al-Horizont bzw. Bt-Horizont) wiedergespiegelt oder die Texturunterschiede der Kolluvien sind das Resultat unterschiedlicher Transport- und Ablagerungsbedingungen zum Zeitpunkt ihrer jeweiligen Entstehung.

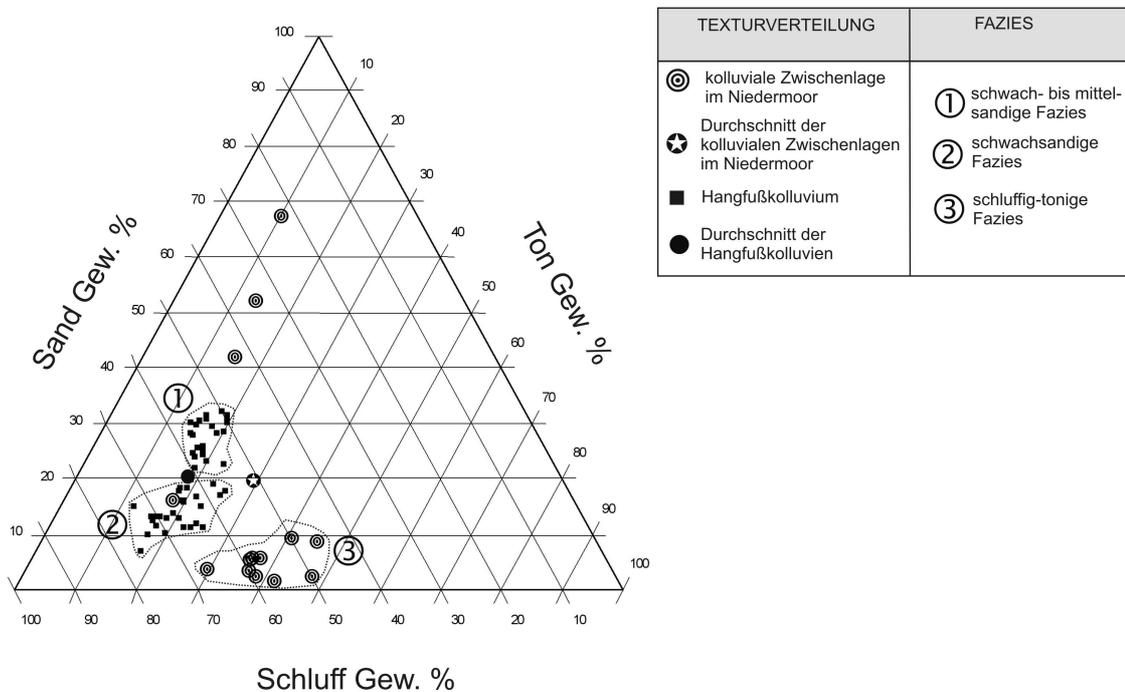


Abb. 31 Darstellung der Textur verschiedener Lößkolluvien (n=60) im Dreiecksdiagramm. Abgrenzung verschiedener Fazies

Die Mehrzahl kolluvialer Zwischenlagen im Niedermoor hat vergleichsweise hohe Schluff- (40 % - 70 %) und Tongehalte (30 % - 50 %) und wird als schluffig-tonige Fazies angesprochen (vgl. ③ in Abb. 31). Der Großteil der Sand- und Schluffanteile wird bereits am Unterhang abgelagert, so daß nur noch die feineren, weiter transportierbaren Komponenten für die Sedimentation auf dem Niedermoorkörper zur Verfügung stehen. Die raue Oberfläche der Moorvegetation setzt die Transportkraft des Wassers herab und die schluffig-tonige Sedimentfazies wird abgelagert. Räumlich ist diese Fazies auf die kolluvialen

Zwischenlagen des Niedermoorkörpers im Untersuchungsgebiet begrenzt. Weiter sind in den Niedermoorbereichen auch äußerst sandige Lagen (40 % - 70 % Sandgehalt) eingelagert, die aber aufgrund ihrer geringen Zahl (n=3) nicht zu einer eigenständigen Fazies zusammengefaßt werden. Sie entstehen vermutlich durch extreme Starkregen (Einzelereignisse). Der Hauptanteil der feineren Kornfraktionen wird dabei durch den hohen Wasserüberschuß und der damit verbundenen Transportkraft ausgetragen. Der Niedermoorkörper bildet demnach ein effizientes System zur Auskämmung von sowohl sehr feinen als auch groben Sedimenten noch vor Erreichen des Vorfluters.

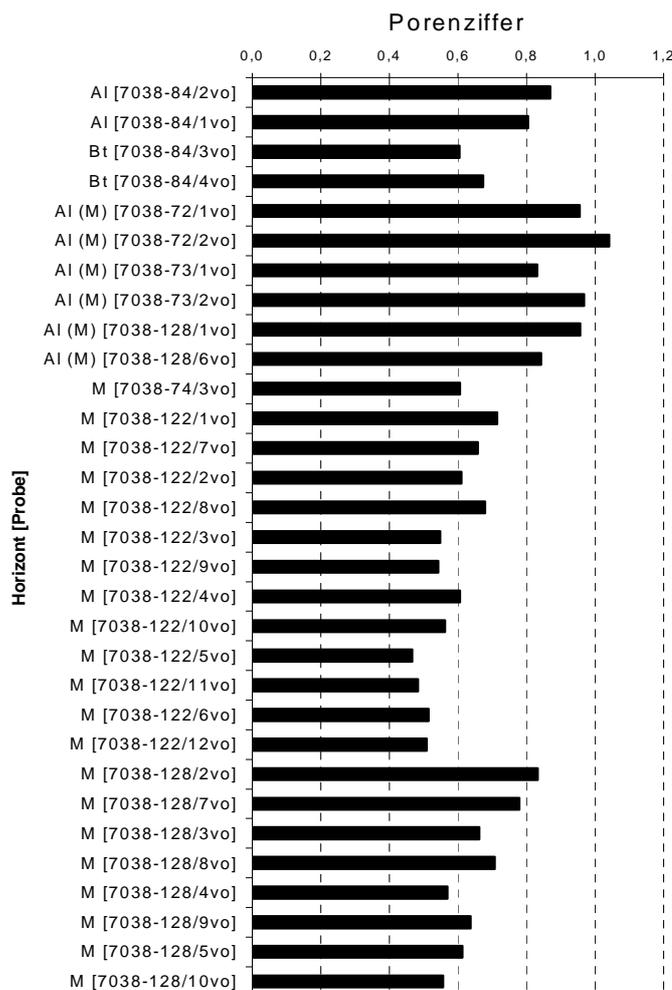
Die am Hangfuß bzw. im Unterhang abgelagerten Kolluvien lassen sich aufgrund variierender Sandgehalte ebenfalls untergliedern. Eine schwach- bis mittelsandige Fazies weist Sandgehalte von über 20 % (vgl. ① in Abb. 31), eine schwachsandige Fazies Gehalte von unter 20 % (vgl. ② in Abb. 31) auf. Ursache hierfür dürften weniger die aufgezeigten differenzierenden Transport- und Ablagerungsbedingungen sein, sondern vielmehr geringe Unterschiede in den Substraten der Erosionsareale, da die beiden kolluvialen Fazies nicht innerhalb einer vertikalen Profilabfolge liegen, sondern horizontal im Raum zweigeteilt sind. Die schwach- bis mittelsandige Fazies ist analog zu den sandigeren Lössen (> 20 % Sandgehalte) im Umfeld der Viereckschanze abgelagert. Entsprechend verteilt sich die schwachsandige Fazies u.a. im Akkumulationsraum der erodierten, relativ feinen Lösses des *Moosfeldes*.

Teilweise läßt sich Lessivierung in kolluvialen Substraten mittels Texturunterschieden nachweisen (vgl. BOLT et al., 1980; LEOPOLD & VÖLKELE, 2002b). Entlang einer Catena nehmen die Tongehaltsdifferenzen zwischen Al- und Bt-Horizont im kolluvialen Substrat zur Tiefenlinie hin ab. Der durch die Lessivierung hervorgerufene Unterschied im Tongehalt ist am verflachten Oberhang mit 15 % am stärksten ausgeprägt, geht im Mittelhang auf 8,5 % zurück und erreicht in der Tiefenlinie nur mehr knapp 5 %. Demnach wird die Intensität der Tonverlagerung im kolluvialen Substrat bei gleichen Ausgangsbedingungen (Substrat, Alter, Exposition, Bestockung etc.) von der Reliefposition beeinflusst. Ansätze, welche die Intensität einer Tonverlagerung als relative Datierungsmöglichkeit von Oberflächen verfolgen, sollten diesen Zusammenhang beachten.

Von besonderer Bedeutung zur Identifikation und Charakterisierung der Kolluvien im Arbeitsgebiet ist ihre Lagerung. Untersuchungen zur Dichte ermöglichen es Lagerungswechsel zu beschreiben, die durch verschiedene Ablagerungszeiten verursacht sein können. Weiterhin werden sie für eine eventuell nachgeschaltete Volumenberechnung der Kolluvien herangezogen, da hierzu die Rohdichte wie auch spezifische Dichte (Berechnung der Porenziffer) der erodierten und akkumulierten Sedimente bekannt sein muß. Die durchschnittliche spezifische Dichte der Proben liegt zwischen 2,4 g/cm<sup>3</sup> und 2,6 g/cm<sup>3</sup>. Es sind keine interpretierbaren Unterschiede zwischen den Kolluvien und dem in situ-Material

festzustellen. Die Kolluvien sind demzufolge als Erosionsprodukte eines Substrates anzusprechen, welches dem Material der in situ-Parabraunerde entspricht. Die Werte der Porenziffer ausgewählter kolluvialer Sedimente des Untersuchungsgebietes liegen zwischen 0,5 und 1,0 (vgl. Abb. 32). Die Werte des in situ-AI-Horizontes schwanken um 0,8, die des Bt-Horizontes um 0,6. Für die Hangfußkolluvien, die in ihrem Korngrößenspektrum eher den in situ-AI-Horizonten entsprechen, errechnen sich für die tieferen, pedogenetisch undifferenzierten Bereiche Porenziffern um 0,6. Sie haben somit eine ähnlich dichte Lagerung wie die in situ-Bt-Horizonte wofür mehrere Ursachen in Frage kommen:

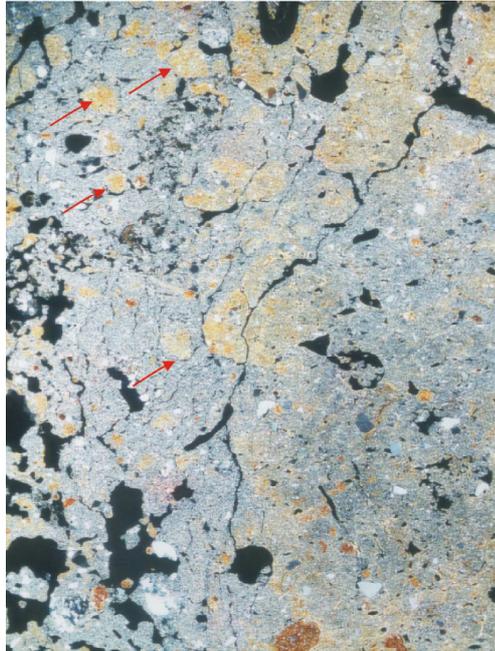
- Im Unterhangprofil ist die Lessivierung schwach ausgeprägt.
- In den Tiefenlinien findet bei der Ablagerung eine Neuordnung der festen Bodenbestandteile statt.
- Die Erosion und Akkumulation von dichtgelagertem Bt-Material in Aggregatform führt auch im Kolluvium zu einer dichteren Lagerung (vgl. BORK, 1983, SEMMEL, 1995a).



Eine Kombination aller drei Ursachen ist durchaus vorstellbar und im Einzelfall zu überprüfen. Eine Verdichtung älterer Kolluvien wird auch von anderen Autoren beschrieben (u.a. GIESSÜBEL, 1977, BORK, 1983, BAUER 1993).

Abb. 32 Darstellung der Porenziffer ausgewählter Proben (in situ-Substrate und kolluviale Sedimente)

Die Verlagerung von Aggregaten des erodierten Bt-Horizontes kann in etlichen Dünnschliffen auch im Untersuchungsgebiet belegt werden (vgl. Abb. 33). Der kolluviale Transport und die Ablagerung dieser Aggregate wie des ganzen Substrates wird zusätzlich über braune, abgerundete Fe-Mn-Konkretionen belegt. Letztere sind nicht wie für in situ-Bildungen üblich mit der Bodenmatrix diffus verwachsen, sondern weisen scharfkantige Begrenzungen zur umgebenden Bodenmatrix auf.



*Abb. 33 Dünnschliff (32 mm x 26 mm) aus Profil 7038-78/2. Aggregate des erodierten Bt-Horizontes sind in der diffusen Matrix zu erkennen und auszugsweise mit roten Pfeilen markiert*

Beispielhaft zeigt nachfolgend erläutertes Profil die pedochemischen Eigenschaften der schwach- bis mittelsandigen Fazies der Hangfußkolluvien im Arbeitsgebiet (Abb. 34). Eine laboranalytische Bearbeitung der Sedimente ist für ihre genetisch-stratigraphische Ansprache sowie für die Charakterisierung des pedochemischen Milieus sehr hilfreich.

Das Aziditätsmilieu liegt bis in einer Tiefe von 105 cm im Aluminium-Pufferbereich und erreicht erst im liegenden II Bt-Horizont den Austausch-Pufferbereich mit pH-Werten um 4,3. Das Profil ist somit tiefgründig versauert. Der Tiefenverlauf der  $KAK_{\text{eff}}$  zeigt einen gegenüber in situ-Profilen deutlich atypischen Verlauf (Abb. 34). In Korrelation mit den pH-Werten werden Basensättigungswerte von über 80 % erst in 105 cm Tiefe erreicht. In dieser Tiefenstufe befindet sich der Übergang zum holozänen Bt-Horizont. Niedrige Ca-Gehalte von maximal 2,7 mmol/100g und Mg-Gehalte von 1,7 mmol/100g stehen einem Al-Anteil von 2,0 mmol/100g in 1 m Tiefe gegenüber. In keinem der laboranalytisch bearbeiteten in situ-Profile des Arbeitsgebietes kann eine derart tiefgreifende rezente Versauerung festgestellt werden (vgl. auch EHEIM, 1994; SIMM, 1997). Die atypisch tiefgründige Versauerung im kolluvialen Sediment ist daher m. E. nicht auf rezente pedochemische Vorgänge zurückzuführen, sondern hat ihre Ursache vielmehr in dessen Akkumulationsgeschichte. Da am Oberhang Parabraunerden anstehen bzw. anstanden, muß zumindest die Basis der

Kolluvien größtenteils aus ehemaligen Al-Horizonten bestehen. Diese lessivierte Horizonte waren bereits zum Zeitpunkt ihrer Erosion vor über 2000 a versauert und weisen ähnlich niedrige Absolutwerte in der  $KAK_{eff}$  auf (EHEIM & VÖLKELE, 1994). Die tiefgreifende Versauerung der Hangfußkolluvien geht mit der sekundären Chloritisierung von Tonmineralen bis in eine Tiefe von 105 cm einher (SIMM, 1997).

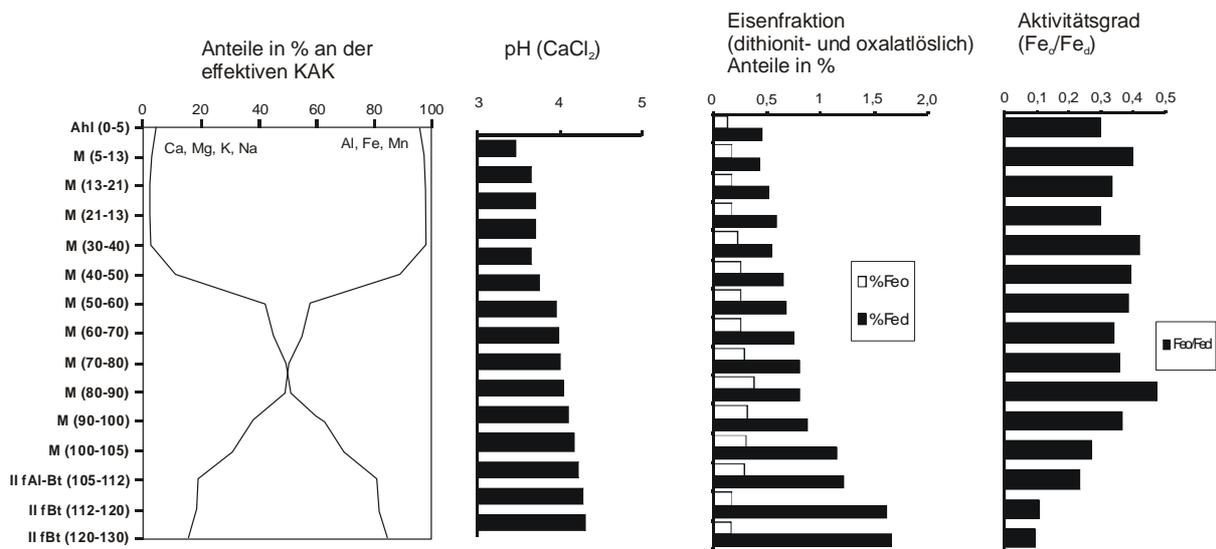
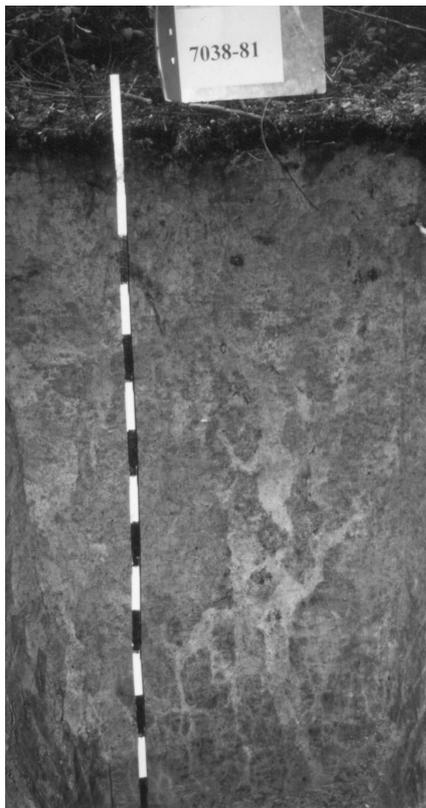


Abb. 34 Darstellung der  $KAK_{eff}$  (Scherenverlauf der Kurve), des pH-Wertes sowie der Gehalte an  $Fe_o$  und  $Fe_d$  im Tiefenverlauf eines Hangfußkolluviums (7038-81) der schwach bis mittelsandigen Fazies

Auch die Daten der sequentiellen Extraktion pedogener Oxide belegen, daß überwiegend lessiviertes Material erodiert und abgelagert wurde. Die Anteile der dithionitlöslichen Eisenfraktion ( $Fe_d$ ) korrelieren mit den Gehalten der Tonfraktion. Letztere sind in erodierten Al-Horizonten naturgemäß gering, weshalb erst im Übergang zum II Bt-Horizont  $Fe_d$ -Werte um 1 % erreicht werden. Hier finden sich die höchsten Anteile an freiem kristallinen Eisen ( $Fe_d - Fe_o$ ), die sich auch im niedrigen Aktivitätsgrad ausdrücken. Die Anteile des oxalatlöslichen Eisens steigen kontinuierlich bis in eine Tiefe von 90 cm. Ihr Maximum liegt nicht im Ah-Horizont, wie für Parabraunerden typisch (BLUME & SCHWERTMANN, 1969). Eine denkbare Erklärung wäre einerseits die tiefgreifende Versauerung im Profil. Andererseits könnte es sich in diesem Tiefenbereich des Kolluviums auch um die ehemaligen, an  $Fe_o$  angereicherten, AhI-Horizonte handeln. Die Gehalte von Mangan und Aluminium im hier vorgestellten Kolluvialprofil 7038-81 sind indes zu gering für stichhaltige Interpretationen. Die Gehalte der organischen Substanz schwanken in den kolluvialen Substraten erheblich. Im Falle des Profils 7038-81 gehen die  $C_{org}$ -Gehalte bereits in einer Tiefe von 20 cm auf 0,3 % zurück und erreichen folgend 0,1 % (= 0,2 % organische Substanz). Somit liegen die Werte deutlich unter dem Mindestwert von > 1 Masse %, wie er für M-Horizonte in der

bodenkundlichen Kartieranleitung der AG BODEN (1994: 102) gefordert wird. Gründe hierfür sind zum einen die unterschiedlichen Alter der Kolluvien, wodurch unterschiedliche Zeiträume für eine Zersetzung der organischen Bestandteile zur Verfügung stehen. Zum andern lassen sich je nach Erosionsquellen bei erodierten Ah-Horizonten hohe und bei erodierten Al- bzw. Bt-Horizonten entsprechend geringe  $C_{org}$ -Gehalte nachweisen (vg. BORK, 1983). BLEICH & PAPENFUß (1996) hingegen deuten die Humusabnahme zur Profilloberkante hin als Folge einer beschleunigten Erosion. Da die Ablagerungsart, der Akkumulationszeitraum und die Zusammensetzung des verlagerten Materials sehr heterogen sein können, ist es m. E. nicht gerechtfertigt, erhöhte Werte in der organischen Substanz weiterhin als Nachweis für Kolluvien aufrechtzuerhalten (siehe AG BODEN, 1994).

Charakteristisch für die Kolluvien der Tiefenlinie ist ihre starke hydromorphe Überprägung. Sowohl Reduktions- als auch Oxidationsflecken sind in allen Profilen nachzuweisen. Weiter sind Rißstrukturen kennzeichnend (vgl. Abb. 35). Sie sind durch ihre zumeist hellere Farbe als Resultat hydromorpher Prozesse deutlich zu erkennen (VÖLKE & RAAB, 1999: 315). Die Korngrößenanalyse dieser gesondert beprobten Bereiche (Probe Nr. 7038-81/16) belegt, daß es sich nicht um Verfüllungsmaterial von Trockenrissen handelt, da sie eine einheitliche Textur zum umgebenden Substrat aufweisen. Vielmehr handelt es sich um Wasserabzugsbahnen, die bevorzugt benutzt werden. Bei Ablagerung der Kolluvien besitzt das Sediment einen sehr hohen Wassergehalt (= Transportmedium), der schnell abgeführt wird. Es kommt zu Schrumpfungs- und Trockenrissen (vgl. HARTGE & HORN, 1999: 97ff.). Diese



Unstetigkeitsflächen fungieren auch nach Konsolidierung des Kolluvienkörpers immer wieder als Wasserleitbahnen. Dadurch wird die Wasserzügigkeit entlang der Bahnen gesteigert, woraus die Reduktionsmerkmale resultieren (REHFUESS, 1990: 89). Geländebeobachtungen am Folgetag eines Regenereignisses bestätigen dies. Das Wasser tritt bevorzugt entlang dieser reduzierten durch die Profilwand freigelegten Abschnitte aus. Da die Bahnen stellenweise 50 cm in horizontaler Richtung zu verfolgen sind, scheidet die Genese durch Wurzelbahnen aus.

*Abb. 35 Übersichtsaufnahme hydromorph gebleichter Wasserabzugsbahnen in Profil 7038-81*

In einem anthropogen beeinflussten Umfeld können bei der Ablagerung von Kolluvien Artefakte (z.B. Scherben, Gegenstände etc.) mit eingeschlossen werden. Kann man ein Vergraben der Gegenstände sowie Bioturbation ausschließen, so sind Artefakte immer ein sicherer Beleg für kolluviale Prozesse (z.B. MEYER & WILDERLING, 1961; BORK, 1983; RAPP & HILL, 1998). Zudem geben sie die Möglichkeit einer zeitlichen Differenzierung im Sinne einer stratigraphischen Abfolge. Hier ist bisweilen besondere Vorsicht geboten, da Bioturbation und sekundäre Verlagerungen von Artefakten zu Fehlern in der chronostratigraphischen Abfolge eines Profils führen können. Insbesondere werden am Hang zwischengelagerte Artefakte durch nachfolgende Erosionsereignisse remobilisiert, was zu Altersinversionen führt (alt über jung). Zudem können ältere Artefakte in jüngere Schichten gelangen und umgekehrt (RAPP & HILL, 1998: 84). Sind solche Vorgänge nicht auszuschließen, kann „für die zeitliche Bestimmung der entsprechenden Lagen allenfalls das jeweils jüngst datierende archäologische Material herangezogen werden und einen terminus ad oder post quem bieten“ (LITT, 1988: 130). Im Umfeld der Viereckschanze konnten etliche Scherben sowie eine als spätlatènezeitlich eingestufte Pferdetränke gefunden werden (vgl. VÖLKELE et al., 1998). Auch Holzkohleflittern, zum Teil Holzkohlestückchen mit bis zu zwei Zentimetern Durchmesser sind häufig in kolluvialen Sedimenten zu finden (BORK, 1983). Hierin drückt sich ihr enger Zusammenhang mit anthropogenen Wirkungsweisen, wie der Brandrodung, aus. Radiokarbondatierungen dieser Holzkohleflitter erlauben mitunter chronologische Aussagen zum Ablagerungszeitpunkt (VOGT, 1995), wobei dieselben Einschränkungen wie für archäologische Artefakte gelten (vgl. auch LITT et al., 1987). In den letzten Jahren wurde verstärkt auf Datierungen mittels Optisch-Stimulierter-Lumineszenz (OSL) zurückgegriffen, die sehr gute Ergebnisse in kolluvialen Sedimenten erzielen kann (LANG, 1994; 1996; WAGNER, 1995).

Grundlage jeder chronologischen Einordnung bleibt aber die feldbodenkundliche und laboranalytische Kennzeichnung der Kolluvien in Verbindung mit einer stratigraphischen und prozeßorientierten Charakterisierung des Gesamtumfeldes.

##### **4.3.2.5 Torfe**

Moore und ihre organogenen Sedimente (Torfe) bilden eine eigene bodensystematische Abteilung, da mit ihrer Bildung gleichzeitig auch das Ausgangsmaterial entsteht (AK BODENSYSTEMATIK, 1998: 119). Im Untersuchungsgebiet treten in den Tiefenlinien weitflächig verbreitete, topogene Kalkflachmoore auf (vgl. Abb. 7 sowie Kap. 2.1). Nimmt man Jahresniederschlagssummen von derzeit lediglich 644 mm (MÜLLER-WESTERMEIER, 1990) näherungsweise auch für vergangene Epochen an, so kann ein durchgehendes holozänes Moorwachstum nur aufgrund diffuser Karstwasseraustritte aus den im

Untersuchungsgebiet teilweise anstehenden mesozoischen Karbonatgesteinen erklärt werden (vgl. VÖLKELE et al., 2002). Die Ausbildung der Torfe wechselt zwischen schwach zersetzten braunen Sphagnum-Torfen und stark zersetzten schwarzen Niedermoor torfen ohne erkennbare organische Makroreste. Ein Charakteristikum der braunen Sphagnum-Torfe ist eine nach der Bergung innerhalb von Sekunden ablaufende Oxidation, die zur schwarzen Farbe führt (vgl. MCMILLAN & SCHWERTMANN, 1998). Häufig sind im Torfaufbau  $\text{CaCO}_3$ -Ausfällungen in Form zwischengeschalteter heller Lagen vorhanden. Im süddeutschen Sprachgebrauch werden diese Ablagerungen als Almkalke bezeichnet. JÄGER (1965: 49) definiert den Begriff Alm als Ablagerungen „*die im palustren Absatzraum entstanden sind und dort unter der Einwirkung von Humussolen aus Moorwässern [...] Kolloideigenschaften angenommen haben*“ und rechnet sie den palustren Kalken zu. Sie erreichen im Arbeitsgebiet  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte bis zu 99 % (vgl. HOFMANN & SPIES, 1992: 28). Die Almkalke sind auch ein Beleg für die Klassifikation des Moores als Kalkflachmoor hier im Untersuchungsgebiet (SEIBERT, 1968).

Das Aziditätsmilieu der Kalkflachmoore ist neutral bis schwach basisch (vgl. AG BODEN, 1994: 223). Die  $\text{C}_{\text{org}}$ -Gehalte schwanken erheblich je nach Torfart und mineralischen Beimengungen. Dabei treten Übergangsstadien von reinen Torfen (> 30 %  $\text{C}_{\text{org}}$ ) zu anmoorigen Horizonten (15 % - 30 %  $\text{C}_{\text{org}}$ ) mit erhöhten mineralischen Anteilen auf (AG BODEN, 1994: 108). Des weiteren finden sich minerogene Sedimente in den Torfen, die bereits unter Punkt 4.3.2.4 als kolluviale Zwischenlagen beschrieben wurden. Die Moorstratigraphie im Untersuchungsgebiet ist von vielschichtigen Wechsellagerungen im Zersetzungsgrad der Torfe, von Schwankungen der  $\text{C}_{\text{org}}$ - und der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalte und von minerogenen Einschwemmungen gekennzeichnet. Die wiederholte Einlagerung kolluvialer Sedimente verursacht Störungen der Ablagerungs- und Erhaltungsbedingungen von Pollen und Makroresten. Weiterhin erschweren die Kolluvien durch ihre in das Moor eingebrachten geogenen Schwermetalle die Interpretation des atmosphärischen Schwermetalleintrags.

Die Schwermetalluntersuchungen in den organogenen Sedimenten der Niedermoores werden durchgeführt, um Peaks zu suchen, die möglichenfalls für bestimmte Zeitepochen charakteristisch sind. Wie die Untersuchungen von KEMPTER (1996) in verschiedenen Mittelgebirgen Zentraleuropas sowie von GÖRRES (1991) und GÖRRES et al. (1995) im oberbayerischen Voralpenraum zeigen, sind insbesondere ab der Römischen Kaiserzeit erhöhte Bleikonzentrationen als Ausdruck damaliger Verhüttungs- und Verarbeitungsprozesse nachzuweisen. Das Element Blei eignet sich auch wegen seiner hohen Affinität zur organischen Substanz und der daraus resultierenden Lagekonstanz für solche Fragestellungen bestens (STEVENSON, 1976; VERLOO, 1980; MÜLLER & LAMERSDORF, 1995). Unten sind beispielhaft die Gesamtgehalte an Blei, Cadmium, Kupfer und Chrom in Profil 7038-102 dargestellt (Abb. 36).

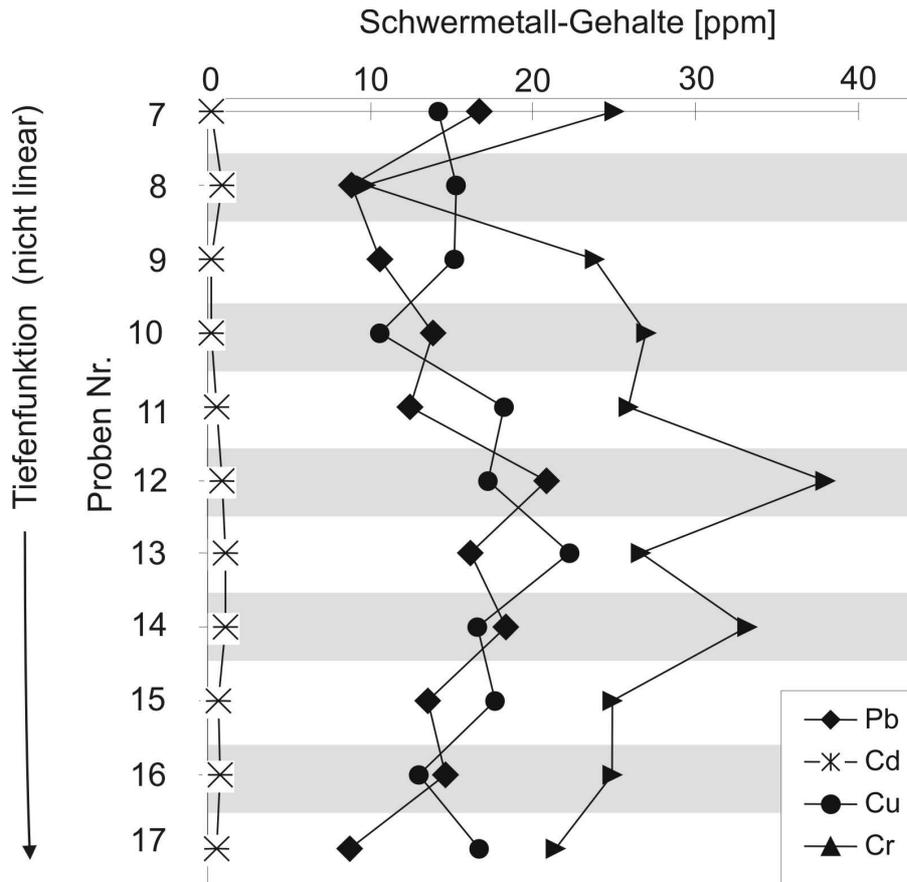


Abb. 36 Darstellung der Gesamtgehalte ausgewählter Schwermetalle im Tiefenverlauf (nicht linear) des Niedermoorprofils 7038-102. Kolluviale Zwischenlagen grau hinterlegt

Innerhalb des Profils 7038-102 steigen von Probe 8 zu Probe 12 die Blei-gehalte von 8 ppm auf bis zu 20 ppm an. Die Werte sinken bis zur Probe 16 auf 14 ppm und fallen in den liegenden Niedermoor-torfen auf Werte unter 10 ppm. Probe Nummer 7038-102/12 entspricht der in Abb. 45 ausgegliederten kolluvialen Phase ④, die ausweislich der Datierungen der liegenden Torfe in die Römische Kaiserzeit fällt. Probe 7038-102/14 ist analog zur kolluvialen Phase ③ in die Latènezeit zu stellen. Sowohl in den kolluvialen Zwischenlagen wie auch im Torf werden in diesem Abschnitt (Probe 12 und 14) die höchsten Gesamtgehalte an Blei mit 16 ppm und 20 ppm gemessen. Dieser schwache Peak ist hinsichtlich seiner Interpretationsmöglichkeit lediglich stark eingeschränkt verwendbar. Denn die Gehalte bewegen sich im Schwankungsbereich der geogenen Hintergrundwerte für Löss der Region, die für Blei mit 11 ppm bis 25 ppm angegeben werden (EIBERWEISER, 1995: 66). Daher kann der Absolutwert zur Eisenzeit bzw. Römischen Kaiserzeit in Profil 7038-102 nicht zwingend anthropogenen Ursachen zugeschrieben werden, da auch die als Niedermoor-torfe klassifizierten Bereiche stets einen geringen Anteil an mineralischen Komponenten

enthalten. Der relative Anstieg und Abfall der Bleigehalte zur Eisenzeit oder Römischen Kaiserzeit ist kein Indiz gesteigerter Verhüttungs- und Verarbeitungsprozesse.

Eine relative Anreicherung in Folge wechselnder kolluvialer Eintragssubstrate durch Erosion unterschiedlicher Bodenhorizonte ist für das Element Blei unerheblich. Als sogenannter Durchläufer zeichnet Blei pedogene Prozesse wie die Lessivierung nicht nach. Bei anderen Elementen hingegen führt die Tonverlagerung zu einer sekundären Anreicherung in den Bt-Horizonten (vgl. VÖLKELE, 1995: 162). Die Elemente Cadmium, Kupfer und Chrom weisen ebenfalls Maxima zur Römischen Kaiserzeit auf. Hierin könnte sich gegenteilig zum Element Blei durchaus auch die Erosionsgeschichte am Hang widerspiegeln (vgl. Kap. 4.3.4). In der späten Eisenzeit und in der Römischen Kaiserzeit war durch die Verwendung des schollenwendenden Beetpfluges (JÄGER 1994: 67) erstmalig auch die Möglichkeit gegeben, die kompakten, mit Schwermetallen angereicherten, schwer bearbeitbaren Bt-Horizonte der Löß-Parabraunerden agrarisch zu nutzen. Daß bereits zur Latènezeit die Bt-Horizonte gegenüber den Al-Horizonten ein Schwermetallmaximum aufweisen, belegen die in Abb. 37 dargestellten Werte. Sie entstammen einem Bohrprofil durch den Ostwall der Viereckschanze (7038-86) bis in den fossilisierten Boden. Deutlich ist die schwache Anreicherung von Schwermetallen im Bt-Horizont des anthropogen fossilisierten Bodens zu erkennen, die sich, nun chrono-stratigraphisch auf den Kopf gestellt, auch im geschütteten Substrat des Walles dokumentieren läßt. Zink, Chrom, Nickel und Kupfer zeichnen die im Rahmen der Lessivierung entstandenen Tongehaltsunterschiede zwischen Al-Horizont und Bt-Horizont deutlich nach (Abb. 37). Sie erreichen im geschütteten Bt-Horizont jeweils Maxima, gehen im geschütteten, wie auch im fossilisierten in situ-Al-Horizont deutlich zurück, um im liegenden in situ-Bt-Horizont abermals ein zweites Maximum zu erreichen. Die Maximalwerte von Chrom (40 ppm) und Kupfer (15 ppm) in den Bt-Horizonten gleichen den Werten zur Römischen Kaiserzeit im Torf Profil 7038-102. Dies kann als Hinweis auf erodierte Bt-Horizonte in Profil 7038-102 gewertet werden. Im Wallprofil ist weiterhin deutlich zu erkennen, daß das Element Blei auch vor Ort nicht an die Verlagerung von Ton gebunden ist. Eine Anreicherung in den Bt-Horizonten (geschüttet wie in situ) ist nicht festzustellen. Daher ist Blei das einzige der gemessenen Elemente, welches für eine Interpretation im Sinne atmo-gen eingetragener und angereicherter Schwermetalle im Niedermoor verwendet werden kann.

Die Schwankungen der anderen Elemente sind stark an die pedogenetischen Ausgangsbedingungen gekoppelt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß die Schwankungen bzw. die Maximalwerte dieser Elemente im Moorkern von der Landnutzungsgeschichte hervorgerufen werden. Die daraus resultierenden Interpretationsschwierigkeiten lassen daher keine Aussagen mit Hilfe dieser Elemente zu. Erschwerend

kommt insbesondere bei Cadmium hinzu, daß es als äußerst mobiles Element gilt und verlagerbar ist (MÜLLER & LAMERSDORF, 1995).

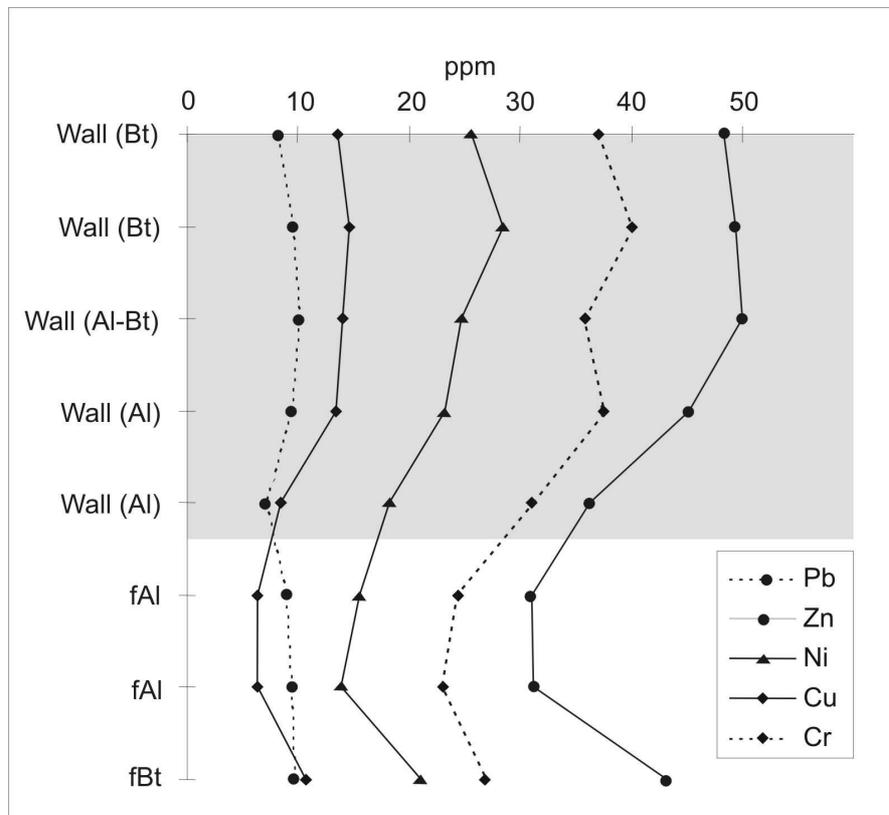


Abb. 37 Profil 7038-86 im Ostwall der Viereckschanze im Übergang des geschütteten Substrates zum liegenden, fossilisierten in situ-Boden. Darstellung der Schwermetallgehalte ausgewählter Elemente im Tiefenverlauf

Daher ist der schwache Bleipeak in Profil 7038-102 der einzige Beleg für eine eventuell gesteigerte Verhüttungs- und Verarbeitungstendenz zur Eisenzeit bzw. Römischen Kaiserzeit. Aufgrund der geringen Absolutwerte und fehlgeschlagener Reproduktionsversuche an anderen Stellen im Moor können daraus keine aussagekräftigen Schlüsse gezogen werden. Der Versuch, im Niedermoor chronologische Markerhorizonte an Hand gestiegener Schwermetallkonzentrationen zu definieren, gelingt derzeit nicht. Weitere Ergebnisse wären eventuell mit sequentiellen Extraktionsverfahren (Gesamtgehalte, (komplex)-organisch gebundene Fraktion und mobile Fraktion), welche die unterschiedlichen Bindungsformen der einzelnen Elemente berücksichtigen, zu erreichen. Untersuchungen in Hochmooren des Bayerischen Waldes belegen unter Anwendung sequentieller Extraktionsverfahren die unterschiedliche Mobilität einzelner Schwermetalle (BRUCKMOOSER, 1998). Da Blei meist in stabiler organischer Bindungsform vorliegt gilt es auch nach BRUCKMOOSER (1998) als äußerst lagestabiles Element und somit gut für moorarchäologische Untersuchungen geeignet.

##### 4.3.3 Kartierung der Bodentypen, der Erosions- und Akkumulationsareale und deren Mächtigkeiten

Das aktuelle Bodenmosaik im Untersuchungsgebiet wird in Abb. 38 zusammenfassend dargestellt (Kartierung nach AG BODEN, 1994). Aus der Abteilung der terrestrischen Böden sind die Klassen der Ah/C Böden, der Braunerden, der Lessivés und der terrestrischen anthropogenen Böden vorhanden. Die Abteilung der Moore tritt in der Klasse der natürlichen Moore auf. Die Abteilung der semiterrestrischen Böden ist im Arbeitsgebiet an den Randbereichen der Niedermoore über die Klasse der Gleye und hier über den Subtyp des Niedermoorgleys vertreten. Die Niedermoorgleye werden jedoch wegen ihrer kleinräumigen Verbreitung nicht gesondert dargestellt.

Braunerden und Parabraunerden sind die verbreitetsten Bodentypen im Untersuchungsgebiet. Da die Kartierung zusätzlich die Sedimentologie wie auch die Erosion und Akkumulation berücksichtigt, wurden die Parabraunerden hinsichtlich dieser Komponenten weiter differenziert. In situ-Parabraunerden aus Löß sind nur noch innerhalb der Erdwälle der Viereckschanze erhalten. Lößparabraunerden finden sich ferner in unterschiedlich intensiv gekapptem Zustand leistenförmig an den Südhängen, sowie auf den Kuppen und den südexponierten Oberhängen der Flurstücke *Peisinger Höhe* und *Moosfeld* (vgl. dazu auch Abb. 7). In ostexponierten Teilbereichen des *Helling* und des *Moosfeldes* sind die Parabraunerden gänzlich bis zum Rohlöß erodiert. Diese Bereiche werden als Kultopararendzinen ausgewiesen (vgl. BRUNNACKER, 1958b). Die Nordhänge des *Moosfeldes*, der *Peisinger Höhe*, der *Holzäcker* sowie die Kuppenbereiche des *Estherholzes* nördlich der Viereckschanze und der *Höhenrainäcker* sind durch gekappte Parabraunerden aus Fließerden gekennzeichnet. Parabraunerden aus kolluvialen oder geschütteten Sedimenten haben sich auf den Wällen der Viereckschanze sowie in einem kleinen Areal unmittelbar östlich davon entwickelt. Teilweise sind sie auch in Profilen der Tiefenlinie südlich und nördlich der Viereckschanze verbreitet. Da die Lessivierung hier zumeist sehr schwach ausgeprägt ist und die Gliederungskriterien einer Parabraunerde nach AG BODEN (1994: 191) selten zutreffen, wird dieser Bereich vereinfachend bodentypologisch als Kolluvisol gekennzeichnet. Kolluvisole sind ferner an den Unterhangbereichen der Ost-, Süd- und vereinzelt auch Nordhänge zu finden. Die Mächtigkeit der kolluvialen Sedimente an den westexponierten Unterhängen der Braunerden aus Feldspatsanden erreichen lediglich 10 - 20 cm. Folglich sind hier keine Kolluvisole (min. 40 cm Mächtigkeit) auszuweisen. Weiterhin bedecken Kolluvien beinahe vollständig die ehemaligen Bereiche der Kalkniedermoore. Durch den Einfluß des Grundwassers sind hier zumeist Gley-Kolluvisole entwickelt, deren Mächtigkeit zwischen 0,5 m bis weit über 1 m schwanken kann.

### 4.3 Bodenkundlich-sedimentologische Detailkartierung

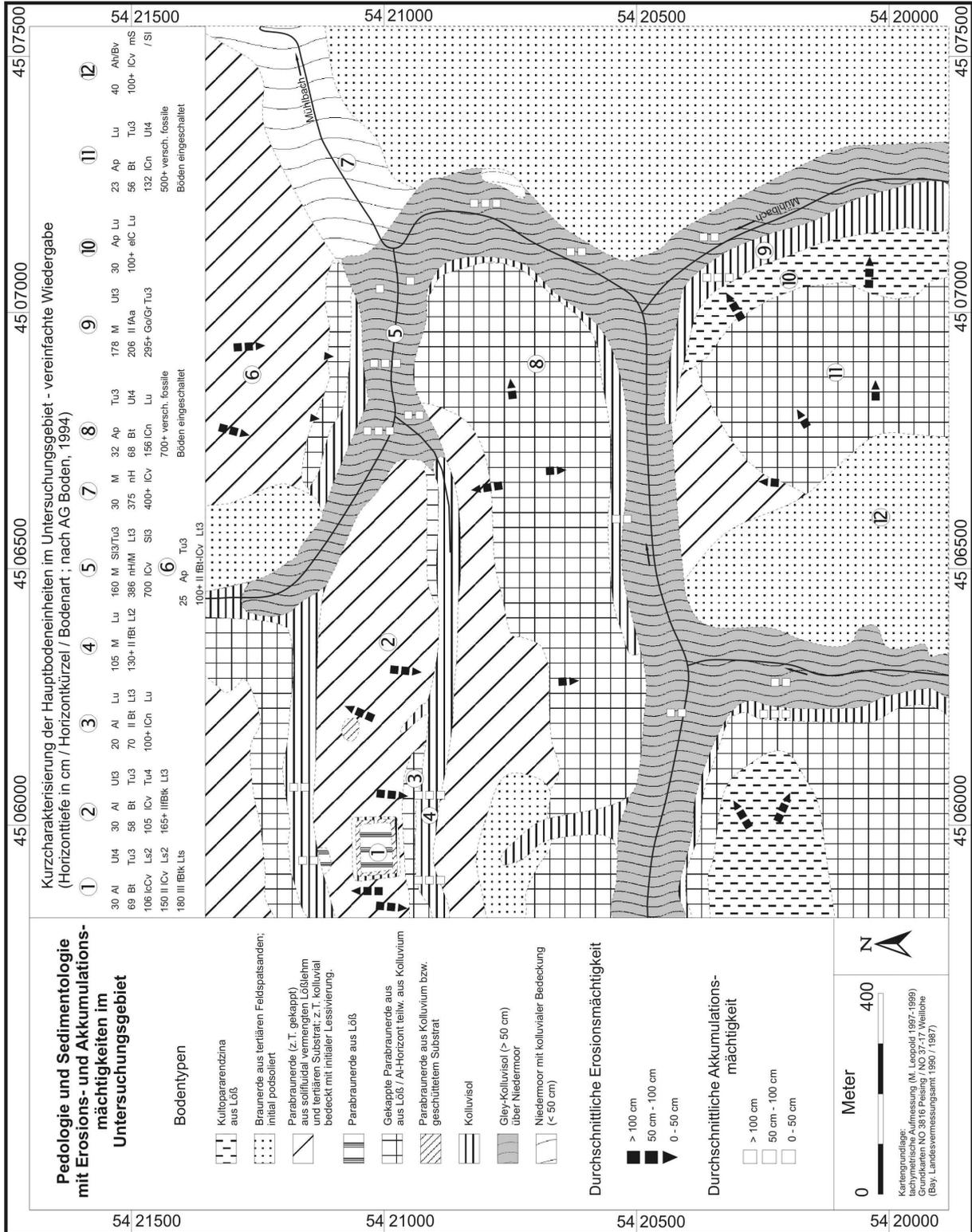


Abb. 38 Bodenkundlich-sedimentologische Kartierung des Untersuchungsgebietes

Im nordöstlichsten Teilbereich des Arbeitsgebietes in Richtung der Ortschaft Poign stehen oberflächlich die typischen Torfe der Kalkniedermoore an, die großflächig mit Schilf bewachsen sind. Vereinzelt findet sich auch dort eine geringmächtige kolluviale Bedeckung. Für einen Großteil der Profilgruben und Bohrungen, deren Daten zur Erstellung der Bodenkarte beigetragen haben, existieren die exakten Hochwert- und Rechtswert-Koordinaten auf Basis der tachymetrischen Aufnahme. Daher können die bodentypologischen Bereiche exakt in das digitale Geländemodell übernommen und hinsichtlich ihrer Fläche berechnet werden (Tab. 7).

| Bodentyp  | Fläche (m <sup>2</sup> ) | Fläche (%) | Fläche (%) vor Landnutzung |
|---|--------------------------|------------|----------------------------|
| Gekappte Parabraunerde aus Löß                      | 639.707                  | 24,47      | --                         |
| Braunerde   | 601.220                  | 23,00      | 23,00                      |
| (z.T. gekappte) Parabraunerde aus Fließerde         | 539.761                  | 20,65      | 11,19                      |
| Gley-Kolluvisol                                     | 433.260                  | 16,57      | --                         |
| Kolluvisol  | 189.693                  | 7,26       | --                         |
| Kulto-Pararendzina                                  | 115.612                  | 4,42       | --                         |
| Niedermoor  | 84.313                   | 3,23       | 19,80                      |
| in situ-Parabraunerde                               | 6.862                    | 0,26       | 46,01                      |
| Parabraunerde aus Kolluvium / geschüttetem Substrat | 3.868                    | 0,15       | --                         |
| <b>Summe</b>  | 2.614.296                | 100        | 100                        |

*Tab. 7 Absolute und prozentuale Flächenberechnung der sedimentologisch orientierten Bodentypenverbreitung im Arbeitsgebiet in Gegenüberstellung mit der prozentualen Flächenverteilung vor einer anthropogenen Landnutzung*

Knapp ein Viertel (24,4 %) der Fläche im Arbeitsgebiet entfällt auf die gekappten Parabraunerden aus Löß. Die sauren Braunerden aus Feldspatsanden haben einen Flächenanteil von 23 %. Mit gut 20 % folgen die gekappten Parabraunerden aus Fließerden und die Gley-Kolluvisole (16,57 %) in den Tiefenlinien, die rezent die ehemaligen Niedermoorgebiete bedecken. Die Hangfuß-Kolluvien scheinen gegenüber dem Erosionsareal flächenmäßig mit ca. 7 % unterrepräsentiert. Daraus kann aber keinesfalls ein

starker Abtransport kolluvialen Materials durch die Vorfluter postuliert werden. Es handelt sich schlichtweg um relativ mächtige Ablagerungen (bis zu 2 m), deren Flächenanteil vergleichsweise gering ist. Als Vergleichsparameter zu anderen Bodentypen können daher allenfalls Volumenberechnungen herangezogen werden. 4,5 % der kartierten Fläche entfallen auf Kultu-Pararendzinen, lediglich gut 3 % auf die heutigen Niedermoore. Rezente in situ-Parabraunerden aus Löß (0,26 %), bzw. Parabraunerden aus Kolluvium oder anthropogen geschüttetem Substrat (0,15 %) werden mit den geringsten Flächenanteilen kartiert.

Die heutige Verteilung des Bodenmosaiks ist das Ergebnis jahrtausendelanger anthropogener Siedlungs- und Agrargeschichte. Das bodentypologische Verteilungsmuster vor den ersten intensiven Eingriffen des Menschen zeigt eine wesentlich homogenere und in ihren prozentualen Flächen völlig andere Verteilung. Für die Rekonstruktion der Bodenverbreitung vor der anthropogenen Beeinflussung werden Flächen oberhalb von Löß-Kolluvien sowie die Standorte der Kultu-Pararendzinen den in situ-Parabraunerden zugerechnet. Die Flächen der Niedermoore wurden um den Flächenanteil der Standorte der Gley-Kolluvisole erweitert, Areale der Parabraunerden aus Fließerde je nach Ausprägung der Kolluvien zu den ehemaligen Lößstandorten bzw. Fließerdestandorten gerechnet. Es zeichnen sich grundlegende Veränderungen in der Bodenverbreitung ab. Die ehemalige Niedermoorverbreitung betrug nahezu 20 %, d.h. diese Flächen standen den ersten Siedlern für eine Agrar- oder Viehwirtschaft nicht zur Verfügung. Hingegen waren die Standorte mit in situ-Parabraunerden aus Löß weit verbreitet. Dieser Bodentyp nahm mit 46 % Flächenanteil nahezu die Hälfte des kartierten Areals ein, rezent sind davon nur noch Restbestände erhalten (0,6 %). In gegenläufiger Weise erhöhte sich der Anteil der Parabraunerden aus Fließerden an der Gesamtfläche, die vor der Erosion ihrer hangenden, wenn auch gering mächtigen Löß-Parabraunerden lediglich mit gut 11 % Fläche vertreten waren (rezent 26 %). Die Verbreitung der Braunerden blieb bis zum heutigen Tage konstant. Die anthropogene Nutzung dieser Bereiche findet ihren Ausdruck nicht in einem veränderten Flächenanteil oder kolluvialer Sedimentation, sondern vielmehr in initialen Podsolierungsmerkmalen (WIECHMANN, 1978).

Die Kartierung weist neben der Bodenverbreitung zudem die durchschnittlichen Erosions- und Akkumulationsmächtigkeiten aus (Abb. 38). Die Erosionstiefen wurden auf Basis gekappter Horizonte und deren Rückrechnung zur ehemaligen Geländeoberkante ermittelt (Methode B nach VÖLKEL et al., 2002), die durchschnittlichen Akkumulationsmächtigkeiten sind über die Bohrbefunde bekannt. Dabei zeigen insbesondere die süd- und ostexponierten Hänge und deren Kuppen massive Erosionsabträge, wie auch der Kuppenbereich um die Viereckschanze von Poign intensive Bodenerosion aufweist. Dem System der korrelierten Sedimente entsprechend erreichen die Akkumulationen hier Maximalwerte von über 2 m.

Die Kartierung des aktuellen Verteilungsmusters der Bodentypen sowie die daraus abgeleiteten Flächenberechnungen verdeutlichen die intensive Nutzungsgeschichte dieses Raumes. Die Nutzung der Böden durch den Menschen hat zu einer gravierenden Umstrukturierung des Verteilungsmusters der Böden geführt. Kulturlandschaft drückt sich also auch über eine erhöhte Heterogenität der Bodentypenverteilung aus. Hier wird deutlich, daß kleinräumige, digital gestützte Bodenkartierungen mit ergänzender Laboranalytik, einen unverzichtbaren Baustein im Rahmen von Landnutzungsrekonstruktionen darstellen.

#### **4.3.4 Pedologisch-sedimentologische Catenen**

Da das Verteilungsbild der bodenkundlich-sedimentologischen Detailkartierung die aktuellen Verhältnisse als Spiegel der Siedlungs- und Landwirtschaftsgeschichte wiedergibt, sollen mit Hilfe ausgewählter Catenen die prozeßgenetischen Bodenerosionsabläufe aufgezeigt und diskutiert werden. Die Lage der Profile ist der Abb. 22 zu entnehmen. Da Kap. 4.3.2 die physikochemischen Eigenschaften der verschiedenen Sedimente und ihre pedotypologische Ausprägung bereits ausführlich beschreibt, wird hier nurmehr in Einzelfällen darauf eingegangen.

##### Prozeßgenetische Catenen im Umfeld der Viereckschanze

Die bodenkundliche Situation im unmittelbaren Umfeld der Viereckschanze von Poign wird in Teilausschnitten bei VÖLKE et al. (1998) beschrieben. Im Rahmen dieser Dissertation werden neue zusätzliche Daten erarbeitet und hier zusammenfassend dargestellt.

Der durch 1 bis 1,5 m hohe Erdwälle begrenzte Innenraum der Viereckschanze wird bodentypologisch von holozänen Parabraunerden aus Löß aufgebaut (vgl. Abb. 38). Die Parabraunerden sind fossilisiert auch unter den Wällen des Erdwerkes vorhanden. Das Liegende bildet ein Fließerdekomplex. Östlich und westlich der Viereckschanze befinden sich verflachte Kuppenbereiche, mit ebenfalls holozänen Parabraunerden. Letztere sind jedoch im Gegensatz zum Schanzeninnenraum nicht in Lößsubstraten, sondern in den stratigraphisch tieferen Sedimenten der Fließerden entwickelt. Dieser stratigraphische Sprung wird auch von der rezenten Geländeoberkante nachgezeichnet. Das Niveau des Außenareals liegt tiefer als das des Innenraumes der Wallanlage (Kap. 4.2, Abb. 20). Ackerbau begleitende Bodenerosion führte zur denudativen Tieferlegung des Außenareals, sowie zu korrelater Sedimentation in den Tiefenlinien der südlichen und nördlichen Trockentälchen. Die ehemalige nährstoffreiche, für den Ackerbau besonders geeignete Parabraunerde aus Löß wurde auf dem verflachten Kuppenbereich westlich und östlich der Viereckschanze komplett erodiert. Die Reste der Bt-Horizonte der Parabraunerde sind im

Mittelhang erhalten und tauchen zur Tiefenlinie hin unter kolluviale Sedimente ab. Der Erhalt reliktscher Bt-Horizonte im Mittelhang macht eine Beackerung des kompletten Süd- wie auch des Nordhanges während der Spätlatènezeit unwahrscheinlich. Vielmehr muß nach dem jetzigen Wissensstand von einer intensiven Ackertätigkeit auf der Kuppe und den Oberhängen ausgegangen werden. Die Kolluvien im Umfeld der Viereckschanze stellen einen homogenen Sedimentkomplex dar. Weder die sedimentologisch-chemischen Parameter noch die tonmineralogischen Daten und die Ergebnisse der Dünnschliffuntersuchungen geben Hinweise auf eine Schichtigkeit im Kolluvienkörper selbst. Es wird daher davon ausgegangen, daß das gesamte kolluviale Sediment am Hangfuß einer Nutzungsperiode zugehörig ist. Chronologisch wird die Erosion und damit die Akkumulation der Kolluvien eingegrenzt. Unter den Wällen und im Innenraum des Erdwerkes sind in situ Profile erhalten, außerhalb jedoch nicht mehr. Deshalb können die kolluvialen Sedimente nicht älter als das Bauwerk selbst sein. Der frühestmögliche Zeitpunkt der Ablagerung ist durch den Bau der Viereckschanze um BC 175 vorgegeben (vgl. Kap 2.5.2). Da die jüngsten Artefakte spätlatènezeitlich sind (Gebißstück einer Pferdetrense) und <sup>14</sup>C-Datierungen von Holzkohleflittern ein Alter von AD 2 - AD 124 (Erl-492) bzw. AD 2 - AD 122 (Erl-490) ergaben, wird derzeit von einer Hauptnutzungsphase zur Spätlatènezeit ausgegangen, die möglicherweise bis in den Beginn der frühen Römischen Kaiserzeit andauerte, (Altersangaben cal. 2 sigma). Sie endet spätestens um AD 124, also in der Periode A1 nach MOOSBAUER (1997: 26, A1 AD 70 - 140). Die Entstehung der Kolluvien ausschließlich zur frühen Römischen Kaiserzeit scheidet aus, da eine fünfzigjährige Nutzungsdauer viel zu knapp bemessen wäre, derartig hohe Erosions- und Akkumulationsbeträge im Umfeld der Viereckschanze zu verursachen. Die Kolluvien sind damit zwingend zur Nutzungszeit der spätlatènezeitlichen Viereckschanze entstanden. Die unmittelbaren Bereiche um das Erdwerk müssen in einem eisenzeitlichen Landnutzungsmodell als Ackerflächen kartiert werden.

#### Prozeßgenetische Catena am *Helling*

Die Catena zieht von West nach Ost und beginnt an den Oberhangbereichen des Flurstücks *Helling*. Dieses wurde oberflächennah über eine flächendeckende Pürckhauersondierung feldbodenkundlich erfaßt. Das Tiefenlinienprofil 7038-184 leitet über zum westexponierten Hangprofil 7038-185 (vgl. Abb. 39).

Die Catena zeigt im westlichen Teil einen für Ackergebiete im Löß typischen Aufbau (vgl. SEMMEL, 1983: 57). Die ehemalige Parabraunerde des Oberhangs ist komplett erodiert, so daß dort heute Kultopararendzinen entwickelt sind. Der holozäne Bt-Horizont setzt im Mittelhang ein und wird zur Tiefenlinie hin von immer mächtigeren kolluvialen Sedimenten

überdeckt. Die Kolluvien wiederum verzahnen sich stellenweise mit den Torfen der Niedermoore.

Der Bohrkern 7038-184 zeichnet die Moor- und Kolluviengenese deutlich nach. Im Spätglazial (BC 13.566 - 11.670 / Hv-24377) beginnt in der Tiefenlinie, ausgehend von einem anmoorigen Horizont über Löß, das Wachstum der Niedermoor- torfe. Die Lößsedimentation vor Ort war demzufolge im Spätglazial abgeschlossen. Da im Liegenden der Torfe an den tiefsten Stellen des Moores kein Bt-Horizont entwickelt ist, muß aus stratigraphischen Gründen der Zeitpunkt der Bt-Genese in das Holozän fallen (vgl. ROHDENBURG, 1978). Noch bis zum Jungneolithikum (BC 4.320 - 3.656 / Hv-24376) ist von einem kontinuierlichen und ungestörten Torfwachstum auszugehen. Es folgt eine mineralische Einlagerung, der wiederum eine organo-mineralische Zwischenlage aufliegt. Ihre organogenen Bestandteile datieren in die Mittelbronzezeit (BC 1.882 - 1.131 / Hv-24375). Die liegende, rein mineralische kolluviale Zwischenlage muß entsprechend älter sein. Eine erneute Phase des Torfwachstums hält bis in die Neuzeit an (AD 1.325 - 1.950 / Hv-24374). Zur Geländeoberkante hin wird das Profil von einem ca. 0,5 m mächtigen Kolluvium abgeschlossen. Westlich von Profil 7038-184 wurden in Sondierungen weitere mineralische Zwischenlagen erbohrt, die sich randlich mit den Torfen verzahnen. Sie wurden jedoch nicht datiert. Die Verteilung der kolluvialen Zwischenlagen gibt einen ersten Hinweis auf das Liefergebiet der Kolluvien. So wurden im Westabschnitt des Moores mehrere, im Ostabschnitt nur eine kolluviale Zwischenlage erbohrt.

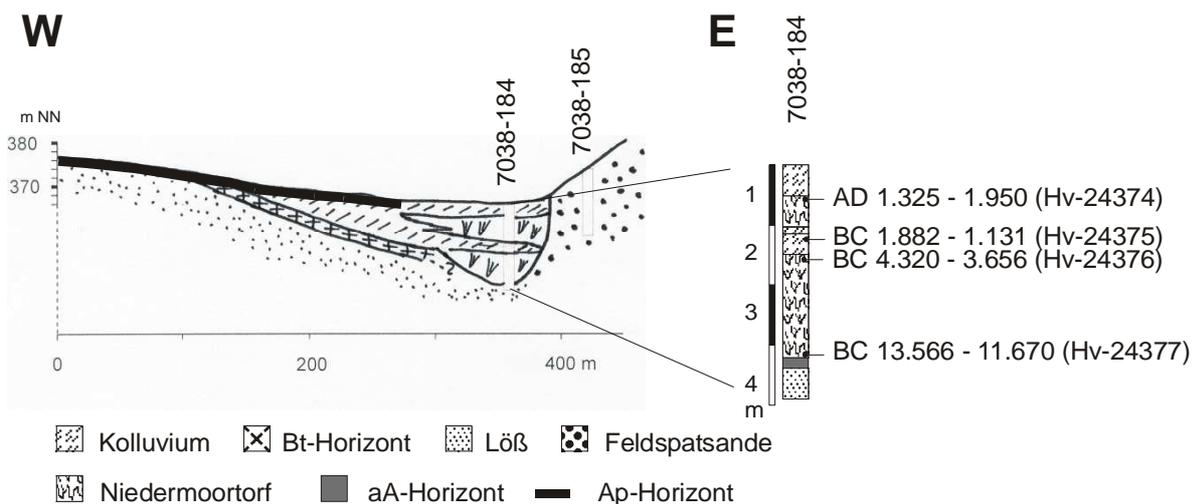


Abb. 39 Skizzierter Verlauf der Catena am Helling mit maßstabsgetreuer Detaildarstellung des Tiefenlinienprofils 7038-184. Altersangaben cal. 2 sigma

Weiterhin stehen am Westhang der Catena ausschließlich reine Feldspatsande des sandigen Faziesbereichs an (Abb. 39). In Profil 7038-185 erreichen die Sandgehalte Werte

über 50 %, während die kolluvialen Zwischenlagen Maximalwerte von 2 % aufweisen. Eine Korngrößensortierung durch kolluvialen Transport, die auf wenige Dekameter einen derartigen Korngrößenunterschied hervorrufen könnte, ist m. E. ausgeschlossen. Daher kommt ausschließlich der flache Osthang mit seinen Lößsedimenten als mögliches Liefergebiet der Kolluvien in Frage. Die Catena belegt die Zweiteilung der Flächennutzungsart in diesem Abschnitt des Untersuchungsgebietes, die seit Einsetzen des Ackerbaus hier im Neolithikum unverändert blieb. In einem Landnutzungsmodell ist der steile Westhang zu jeder Zeit als Wald bzw. heute als Forst auszuweisen. Die Nutzung des flachen Osthanges hingegen ist als potentieller Agrarstandort, auf Basis der vorliegenden Datierungen in der Mittleren Bronzezeit sowie in der Neuzeit als definitiver Ackerstandort belegt.

#### Prozeßgenetische Catenen am Moosfeld

Der Kulminationsbereich des Flurstückes *Moosfeld* ist der Ausgangspunkt von vier Catenen, wovon zwei in etwa 200 m Abstand von der Kuppe über den Nordhang, zwei weitere in südöstlicher bzw. in östlicher Richtung in die Tiefenbereiche ziehen (vgl. Abb. 40). Die Abb. 40 und 41 der SW-NE Catena und der S-N Catena legen die Gesamtsituation in schematisierter Weise dar. Die abgebildeten Befunde sind das Resultat einer zusammenfassenden Betrachtung jeweils zweier benachbarter bodenkundlich-sedimentologischer Catenen.

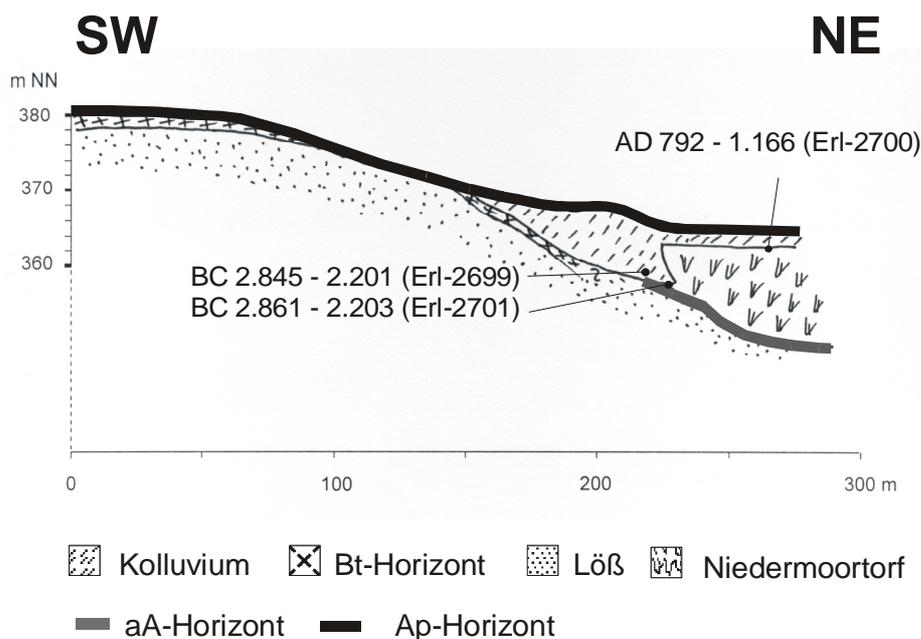


Abb. 40 Schematisierte SW-NE Catena am Moosfeld. Sedimentologie nicht maßstabsgetreu abgebildet. Altersangaben cal. 2 sigma

Analog zum westlichen Abschnitt der Catena am *Helling* ist auch am Moosfeld der oberflächennahe Untergrund aus Lösssedimenten aufgebaut. In diesen Substraten hat sich im Holozän flächendeckend eine Parabraunerde entwickelt, während in den Tiefenlinien das Moorwachstum beginnt. Im Zuge des Ackerbaus werden die sehr flachen Kuppenbereiche mäßig, die steileren Ober- und vor allem Mittelhänge stark erodiert. In diesen Bereichen wird heute nicht in Böden sondern in reinen Lösssedimenten geackert. Zeitgleich mit der Erosion beginnt die Ablagerung der kolluvialen Sedimente in den Tiefenlinien, die seinerzeit das Niedermoor randlich überlagerten. Die liegenden Torfe datieren ebenso wie ein Holzkohlestück an der Basis der Kolluvien in das Endneolithikum. Da auch durch Bohrungen keine kolluvialen Zwischenlagen in den Torfen nachzuweisen waren, beschränkte sich die Akkumulation beinahe 3.000 Jahre auf die Randbereiche des Moores. Erst während der Karolinger Zeit um AD 792-1.166 (Erl-2.700) erreichen die Kolluvien auch die Mitte des Niedermoores. Ein neuerliches Aufwachsen von Torfen wird durch die andauernde kolluviale Sedimentation bis heute verhindert. Das Niedermoor ist dadurch in seiner ökologischen Funktion zerstört.

Die Kolluvien am Rand der Niedermoores bilden hier eine morphologisch gut faßbare Akkumulationsterrasse. Ihre Genese ist in engem Zusammenhang mit der früheren Vegetationsausprägung zu sehen. Eine Barriere im Sinne einer dichten Moorrandvegetation oder eines Nutzungswechsels (z.B. Grünland) begünstigte die Sedimentation zum Moorrand hin. Damit ist auch das Fehlen der sonst üblichen kolluvialen Zwischenlagen im Torfkörper an dieser Stelle zu erklären. In den kolluvialen Sedimenten spiegelt sich die Erosionsgeschichte in Form der Profilverkehr einer Parabraunerde wider. Die geringen Sandanteile der kolluvialen Sedimente (3 - 13 %) schließen, analog zur Catena am *Helling*, die am Westhang anstehenden Feldspatsande (Sandgehalte über 50 %) als Liefergebiet eindeutig aus. Bereits im Gelände wurde die Probe 7038-177/4 wegen ihres deutlich erhöhten Tongehaltes sowie wegen ihrer rötlicheren Farbe als erodierter Bt-Horizont angesprochen. Die Texturverteilung belegt die Feldansprache (Abb. 41), wenngleich auch die Tongehalte mit 26 % relativ gering für einen typischen, im Holozän entstandenen Bt-Horizont sind. Mögliche Ursache könnten Materialverluste sein, wie sie infolge kurzfristiger Austragsereignisse bei extrem erosiven Starkregen in Form sogenannter „ephemeral gullies“ auftreten (BOARDMAN, 1992: 13). Dennoch belegen auch die Werte der pedogenen Oxide, daß es sich um die Erosionsprodukte eines Bt-Horizontes handelt. Die Anteile der sequentiell extrahierten pedogenen Oxide zeichnet über die höchsten  $Fe_d$ -Gehalte in dieser Schicht die Tonverteilung deutlich nach. Nach KUSSMAUL (1969) sind die höchsten  $Fe_o$ -Gehalte bei in situ-Parabraunerden im Ahl-Horizont zu finden, ein Befund, der im mehrfach geschichteten Kolluvienprofil 7038-177 nicht vorliegt. Da insbesondere mit einem Austrag der

Tonbestandteile gerechnet werden muß (s.o.), können übliche Vergleichsparameter wie der Aktivitätsgrad ( $Fe_o/Fe_d$ ) oder die Anteile an kristallinem Eisen nicht herangezogen werden.

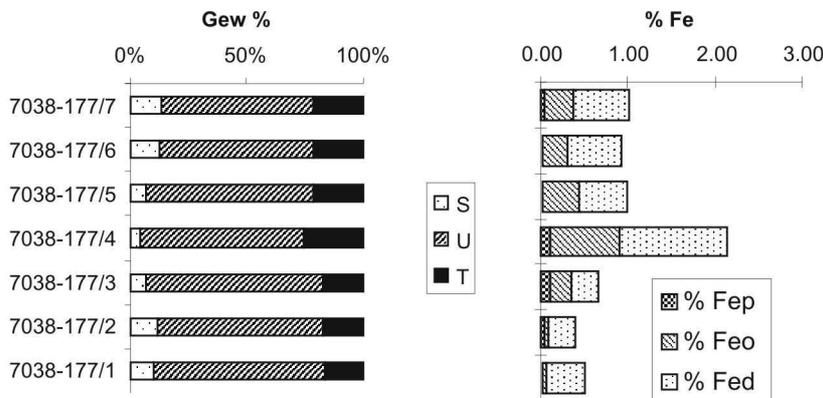


Abb. 41 Darstellung der Korngrößenverteilung und der prozentualen Anteile des pedogenen Eisens im Profil 7038-177

Die röntgendiffraktometrischen Analysen der Phyllosilikate der Tonfraktion zeichnen eine auf dem Kopf stehende Parabraunerde deutlich nach (Abb. 42). Das Magnesiumpräparat weist einen Mineralbestand an 1,4 nm Mineralen, 1,4 nm - 1,0 nm Wechsellagerungsmineralen, Illit, Kaolinit, Muskovit sowie Quarz (letzterer nicht dargestellt) nach. Das Kaliumpräparat weist auf eine geringmächtige, aber dennoch deutliche Kontraktionsbehinderung bei 1,4 nm hin. Die Analysen der erhitzten Kaliumpräparate belegen eine Instabilität des 1,4 nm-Peaks bereits bei 200 °C und das vollständige Ausfallen des Peaks bei 500 °C. Damit ist eine sekundäre Chloritisierung nachweisbar und das Vorhandensein von lithogenem Chlorit kann ausgeschlossen werden (BARNHISEL & BERTSCH, 1989; MOORE & REYNOLDS, 1997). Eine sekundäre Chloritisierung der Dreischichtminerale weist auf ein saures Bodenmilieu (pH 4 - 5) und nicht zu hohe Gehalte an organischer Substanz zum Erosionszeitpunkt hin. Dies entspricht nicht dem heutigen neutralen Aziditätsmilieu. Der scharfe 1,4 nm-Peak der unteren Proben 6 und 7 spricht für eine deutlich besser ausgeprägte Kristallinität als dies in den hangenden Bereichen nachzuweisen ist. Da die pedogenen Chlorite der in situ-Parabraunerden analog zum Aziditätsmilieu ihr Maximum im Al-Horizont besitzen, können die Proben 7038-177/6 und 7 mit ehemaligen Lessivierungshorizonten gleichgesetzt werden. Dies bedeutet auch, daß bereits zur Bronzezeit Aziditätsmilieus vorherrschten, die für die Bildung pedogener Chlorite ausreichten (vgl. EHEIM & VÖLKEL, 1994).

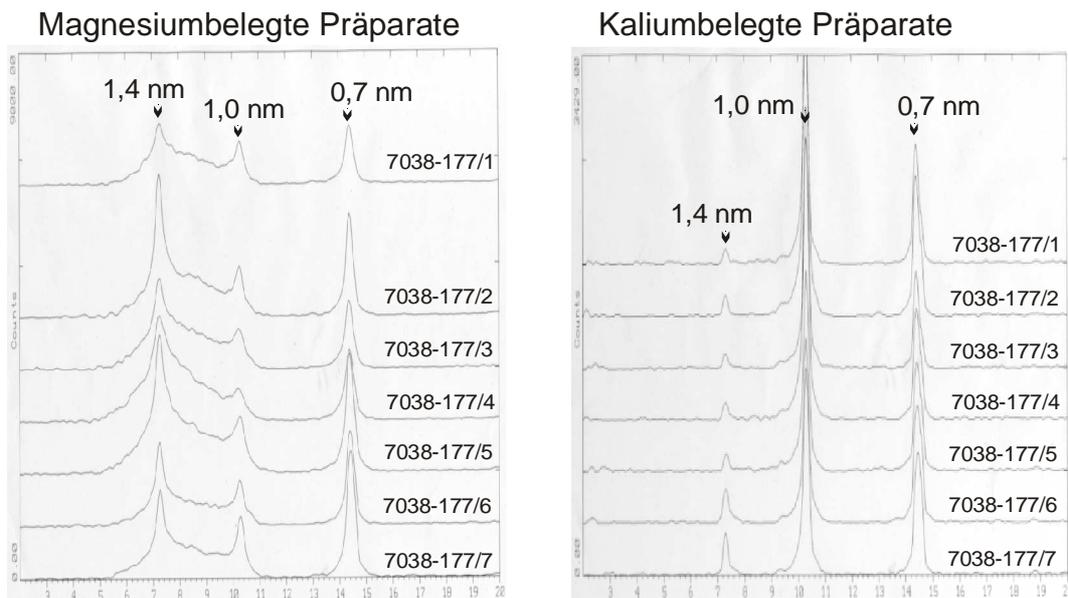
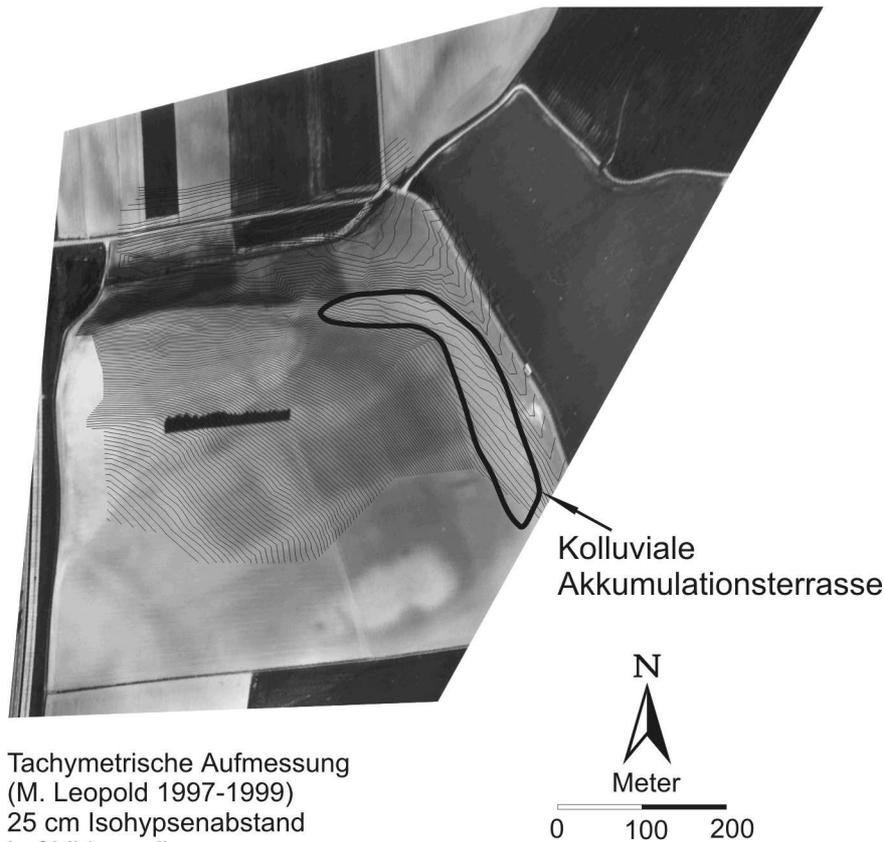


Abb. 42 Röntgendiffraktogramme des Kolluviums 7038-177; Magnesium- und Kaliumpräparate. Erhitzungspräparate 200 ° C und 500 ° C nicht dargestellt

Die Ablagerungen der erodierten Parabraunerde lassen sich in ihrer horizontalen Verbreitung im Luftbild verfolgen (Abb. 43). Sie werden durch einen hellen weißen Streifen gekennzeichnet, der aus der unterschiedlichen Feuchte zwischen in situ-Böden und kolluvialen Material resultiert. Da die Oberflächenform der kolluvialen Akkumulationsterrasse über die Tachymetrie, ihre horizontale Verbreitung über die Luftbildbefunde und die vertikale Erstreckung über Bohrungen bekannt ist, kann eine dreidimensionale Volumenbilanzierung vorgenommen werden. Ermittelt wird ein Gesamtvolumen von 20.378 m<sup>3</sup> (JÜRS, 2002). Bei einer angenommenen spezifischen Dichte von 2,65 g/cm<sup>3</sup> entspricht dies einer Masse von 54.000 t, die hier ausweislich der Datierungen seit Einsetzen des Ackerbaus um frühestens BC 2.861 - 2.203 (Erl-2701) akkumuliert wurde. Die durchschnittliche minimale Akkumulationsrate beträgt demzufolge ca. 11 t/a. Legt man ein Erosionsareal von ca. 15 ha zugrunde, werden minimale Abtragsraten von durchschnittlich 0,027 mm/a bzw. 0,73 t/ha/a erreicht. Da agrarwirtschaftliche Landnutzungsphasen oft nur wenige Dekaden andauern, um dann wieder in Brach- oder Waldnutzung überzugehen, reduziert sich die zur Verfügung stehende Zeit erheblich, was zu entsprechend höheren Akkumulationsraten führt. Ca. 30 % der Masse des Kolluvialkörpers wurden seit der Überdeckung des Niedermoors um AD 792 - 1.166 (Erl-2700) abgelagert, was einem Abtrag von 14 bis 20 t/a entspricht. Die Beispiele verdeutlichen den großen Einfluß der Chronologie auf die Berechnung der Akkumulations- bzw. Erosionsraten während einzelner Landnutzungsphasen.



Tachymetrische Aufmessung  
 (M. Leopold 1997-1999)  
 25 cm Isohypsenabstand  
 Luftbildgrundlage:  
 7138/148:SW5180-35  
 28.05.88 / O. Braasch

*Abb. 43 Darstellung der kolluvialen Akkumulationsterrasse im entzerrten Schrägluftbild unter Verschneidung mit der tachymetrischen Reliefaufnahme*

Prozeßgenetisch ist der Nordhang des Flurstückes *Moosfeld* einfacher aufgebaut. Er besteht im Ober- und Mittelhang aus Lößlehmfließerden mit Parabraunerden unterschiedlicher Erosionsstufen. Zur Tiefenlinie hin gehen die Fließerden in reine Feldspatsande und Schwemmlöse über und werden von Niedermoor torfen überlagert (Abb. 44). Im Unterhang setzen kolluviale Sedimente ein, die auch in Form mehrfacher mineralischer Lagen im Torfkörper zwischengelagert sind. Konträr zum Osthang bilden die Kolluvien am Nordhang keine Akkumulationsterrasse. Die Abb. 44 faßt die Befunde der Tiefenlinie zusammen. Das Hangende bildet eine ca. 1,5 m mächtige künstliche Aufschüttung, die das organomineralische Aushubmaterial der unmittelbar benachbarten Autobahn darstellt (vgl. Kap. 4.1). Das hohe Alter (BC 7.450 – 6.272 / Hv-24380) der Torfe belegt, daß hier alte anthropogen umgelagerte organogene Sedimente in stratigraphisch hoher Position liegen. Die Basis des Moores wird im Kern 7038-152 auf BC 13.247 -11.211 (Hv-24378) datiert und belegt einen allerödzeitlichen Wachstumsbeginn im südlichen Rinnenbereich. Von diesem Moorkern ausgehend wuchs das Niedermoor in nördlicher sowie vertikaler Richtung (zur Moorkerngenese im allgemeinen vgl. BEUG et al., 1999). Die kolluvialen Sedimentkomplexe

fächern sich zur Moormitte hin in einzelne minerogene Zwischenlagen auf. Eine Differenzierung des Hangfußkolluviums in einzelne Landnutzungsphasen ist dadurch möglich. Ob die kolluvialen Ablagerungen aus Einzelereignissen in Form von Starkregen resultieren oder kontinuierlich sedimentierte Schichten repräsentieren, kann nicht geklärt werden. Die kolluvialen Einlagerungen dienen jedoch als Beleg dafür, daß zu verschiedenen Zeiten Ackerbau stattgefunden hat.

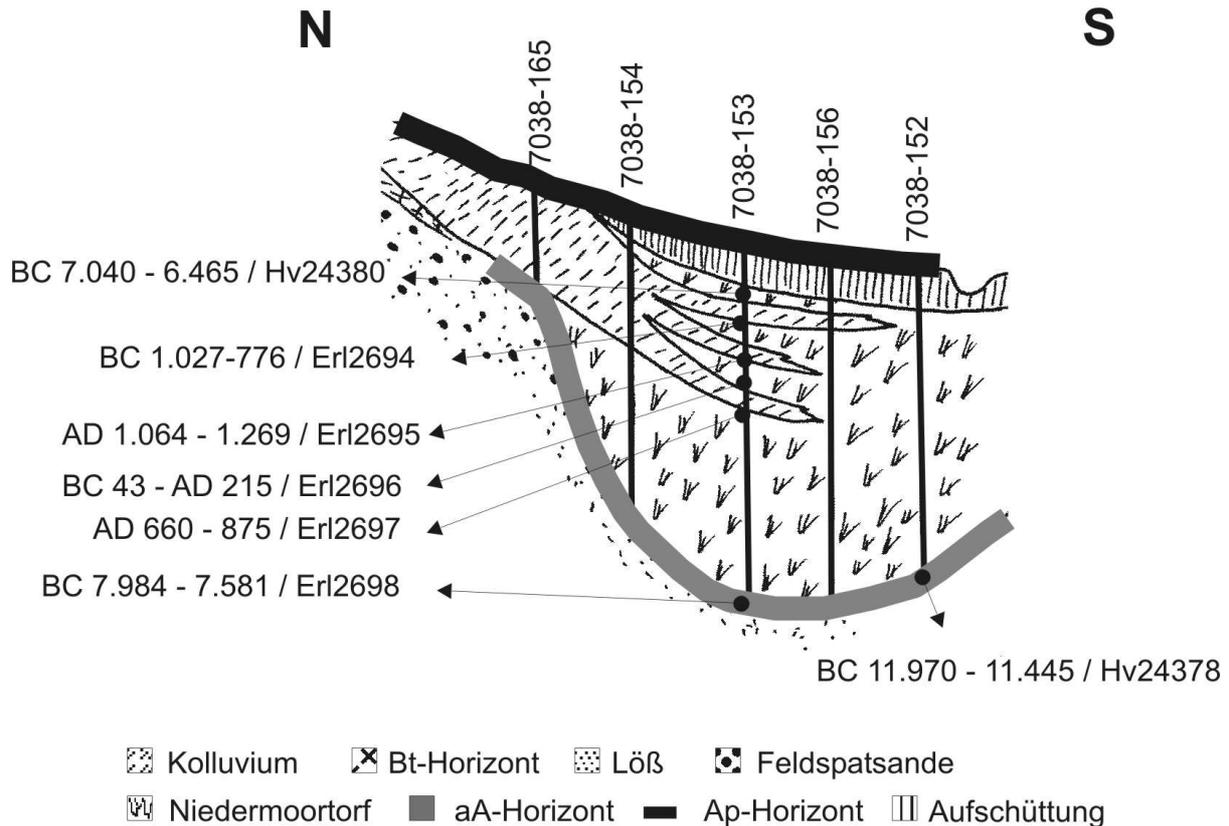


Abb. 44 Nicht maßstabsgetreue, zusammenfassend skizzierte Darstellung der Befundsituation in der nördlichen Tiefenlinie des Flurstücks Moosfeld. Altersangaben cal. 2 sigma

Die Datierungen der Torfe über bzw. unter den minerogenen Einlagerungen erbrachten eine chronologisch lediglich bedingt sinnvolle Abfolge. Es treten zwei Altersinversionen auf. Die liegenden Torfe der obersten kolluvialen Einlagerung wurden auf BC 1.027 - 766 (Erl-2694) bestimmt. Analog zu den jeweils jüngsten Einlagerungen im Niedermoor an anderen Stellen des Arbeitsgebietes wäre in dieser stratigraphischen Position ein mittelalterliches bzw. neuzeitliches Alter zu erwarten. Da die Niedermoore wie in Kap. 4.3.2.5 beschrieben teilweise von Almkalkausfällungen durchzogen sind, muß mit Reservoireffekten gerechnet werden, die wiederum zu hohe Werte bei der Altersbestimmung hervorrufen (u.a. GEYH, 2001). Auch Kontaminationen bei den Bohrarbeiten müssen in Betracht gezogen werden. Der mittleren kolluvialen Zwischenlage würde ein posthochmittelalterliches Alter zukommen

(AD 1.064 - 1.269 / Erl-2695). Die überlagernden Torfe der stratigraphisch tiefsten Einlagerung wurden mit BC 43 - AD 215 (Erl-2696) datiert und fallen in den Zeitraum der ausklingenden Spätlatènezeit bzw. der frühen Römischen Kaiserzeit. Rechnet man die an dieser Stelle gut 1,7 m mächtige künstliche Aufschüttung nicht mit, so liegt die Oberkante der untersten mineralischen Zwischenlage in einer Tiefe von 1,2 m. In dieser Tiefenstufe werden im knapp 600 m nördlich gelegenen *Kirchenmoos* in zwei Kernen ebenfalls latènezeitliche Alter ermittelt, so daß auch die Datierung im Nordhang des *Moosfeldes* realistisch erscheint. Das liegende Kolluvium wäre demzufolge als eisenzeitlich anzusprechen. Die Datierung der liegenden Torfe hingegen ist wiederum invers und belegt ein frühmittelalterliches Alter (AD 660 – 875 / Erl-2697). In dieser Tiefenstufe können in keinem der anderen Bohrkern Torfe mit derart jungen Altern datiert werden. Wäre die Alterseinschätzung realistisch, würde sie zu Sedimentationsraten im Moor von über 1 mm/a führen. Derart hohe Werte sind im Arbeitsgebiet lediglich zur Bronzezeit nachgewiesen, da hier der Eintrag der leicht zu erodierenden Al-Horizonte der Parabraunerden zu massiver Sedimentation in den Mooren führte (LEOPOLD & VÖLKELE, 2002b). Im Frühmittelalter waren die Al-Horizonte jedoch bereits komplett erodiert. Welche Ursachen dem vergleichsweise jungen Alter der Datierung zugrunde liegen, kann nicht hinreichend ermittelt werden, doch erscheint eine Durchwurzelung von oben oder Verzug im Bohrkern selbst am wahrscheinlichsten. In jedem Falle ist das Alter aus stratigraphischer Sicht nicht nachvollziehbar und kann nicht für eine Chronologie herangezogen werden.

Wenngleich die Datierungen hier mit erheblichen Unsicherheiten verbunden sind, so wird über die Stratigraphie klar belegt, daß die minerogenen Einlagerungen lateral vom Hang her eingetragen werden und sich weiter auffächern. Sie sind eindeutige Zeugen des Ackerbaus am Hang, da zentrale Teilbereiche des Moores frei von mineralischen Zwischenlagen sind. Ein linearer Eintrag durch Hochflutereignisse scheidet damit zweifelsfrei aus.

#### Prozeßgenetische Catena am *Höhenrainacker*

Die letzte der vorgestellten Catenen verläuft am Südhang des Flurstückes *Höhenrainacker* bis ins kolluvial überdeckte Moor der Tiefenlinie, das *Kirchenmoos* (Abb. 45).

Der Südhang wird von Lößlehm-Feldspatsand-Fließerden mit darin entwickelten präholozänen Bt-Horizonten aufgebaut. Auf den Kuppen wie auch in Teilbereichen des Mittelhanges sind teilweise stark gekappte Parabraunerden aus Löß erhalten. Sie sind Relikte einer ehemaligen Lößbedeckung des Südhanges. Im Zuge des mehrere Jahrtausende andauernden Ackerbaus vor Ort wurden diese Böden weitflächig und nahezu vollständig erodiert und finden sich zu Teilen als kolluviale Depositionen in den Tiefenlinien wieder. Aufgrund der hier reliefbedingt relativ geringen Ausdehnung des Moores (Querschnitt

von ca. 40 m) wurden kolluviale Sedimente wiederholt als minerogene Zwischenlagen im Torfkörper abgelagert. In Profil 7038-102 sind sechs Phasen, in Profil 7038-111 sieben Phasen der Sedimentation auf den Torfen nachzuweisen, die von anschließenden Phasen des Torfwachstums jeweils abgelöst werden. Damit liegt in den Profilen des westlichen *Kirchenmooses* das reichhaltigste Geoarchiv zur Nutzungsgeschichte im Arbeitsgebiet vor. Ob es sich bei den Zwischenlagen um mehrjährige Landnutzungsphasen oder um Depositionen aus kurzfristigen Einzelereignissen handelt, bleibt ungewiß. In jedem Fall wird aber Ackerbau am Hang dokumentiert, ein Befund, der für die Landnutzungsrekonstruktion verwendbar ist.

Das Liegende der Torfe bilden carbonathaltige Schwemmlösse, die sukzessive in reine Feldspatsande der sandigen Fazies übergehen (Abb. 45). Der Wachstumsbeginn in Profil 102 wird mit Alleröd/Jüngere Dryas (BC 10.967 - 9.414 / Hv-22851), in Profil 7038-111 mit Jüngere Dryas/Präboreal (BC 9.670 - 8.339 / Hv-24390) datiert. In beiden Kernen beginnt die erste Phase kolluvialer Deposition nach dem Spätneolithikum, da für die liegenden Torfe Alter von BC 3.641 - 2.929 (Hv-22850) bzw. BC 3.351 - 2.927 (Erl-2441) ermittelt wurden. Die Phase ① ist zweigeteilt. Stark humoses Material bildet das Liegende, während das Hangende mehr mineralische Komponenten aufweist. Dies könnte auf einen im Endneolithikum erodierten Ahl-Horizont sowie einen im Anschluß präurnfelderzeitlich (BC 1.185 - 673 / Hv-22849; BC 992 - 806 / Erl-2440) erodierten Al-Horizont hindeuten (vgl. LEOPOLD & VÖLKEL, 2002b). In beiden Profilen datieren die liegenden Torfe von Phase ② in die Spätbronzezeit bzw. in die Hallstattzeit (BC 1.185 - 673 / Hv-22849; BC 804 - 415 / Erl-2439), die über die <sup>14</sup>C-Methode nicht weiter untergliedert werden kann (vgl. WAGNER, 1995: 87). Ein eisenzeitliches Alter der Phase ② ist durch die Datierung der überlagernden Torfe (BC 800 - 48 / Hv-22848; BC 365 - 42 Erl-2438) sicher belegt. Da die Datierungen ober- und unterhalb von Phase ③ in 7038-102 übereinstimmende <sup>14</sup>C-Alter liefern, können Mittelwerte gebildet werden, die einem kalibrierten Zeitintervall von BC 405 - AD 55 entsprechen (schriftl. Mittlg. Prof. Dr. M.A. GEYH, Hannover). Demnach ist latènezeitlicher Ackerbau am Südhang des *Höhenrainackers* über Phase ③ in Profil 7038-102 eindeutig belegbar. Die Sedimentationsphase ③ in 7038-111 ist erst zum Frühmittelalter (AD 542 - 677 Erl-2437) beendet. Das Ende der Phase ③ und der Beginn der Phase ④ sowie der folgenden kolluvialen Phasen sind in den beiden Bohrprofilen an Hand der <sup>14</sup>C-Datierungen nicht mehr gleichzeitig zueinander verlaufen. Entweder resultieren die Unterschiede in den Bohrkernen aus den verschiedenen angewendeten Probenaufbereitungs- und Datierungsmethoden oder es spiegelt sich hierin eine veränderte Landnutzung der jeweiligen Hangabschnitte wider. Im Profil 7038-102 ist die kolluviale Phase ④ mit der späten Römischen Kaiserzeit beendet, und es folgt eine bis ins Hochmittelalter andauernde Phase des Torfwachstums. Eine hochmittelalterliche Phase ⑤ wird von der posthochmittelalterlichen Phase ⑥

(AD 658 - 1.183 / Hv-22844) abgelöst, die das Ende des Torfwachstums im Profil 7038 - 102 datiert. In Profil 7038 - 111 hingegen sind mehrere mittelalterliche kolluviale Phasen belegbar. Der Endpunkt des Torfwachstums ist analog zu 7038-102 ins Hoch- bzw. Spätmittelalter (AD 818 - 1.159 / Erl-2434) datiert, der Beginn von Phase ⑦ ist demzufolge später anzusetzen.

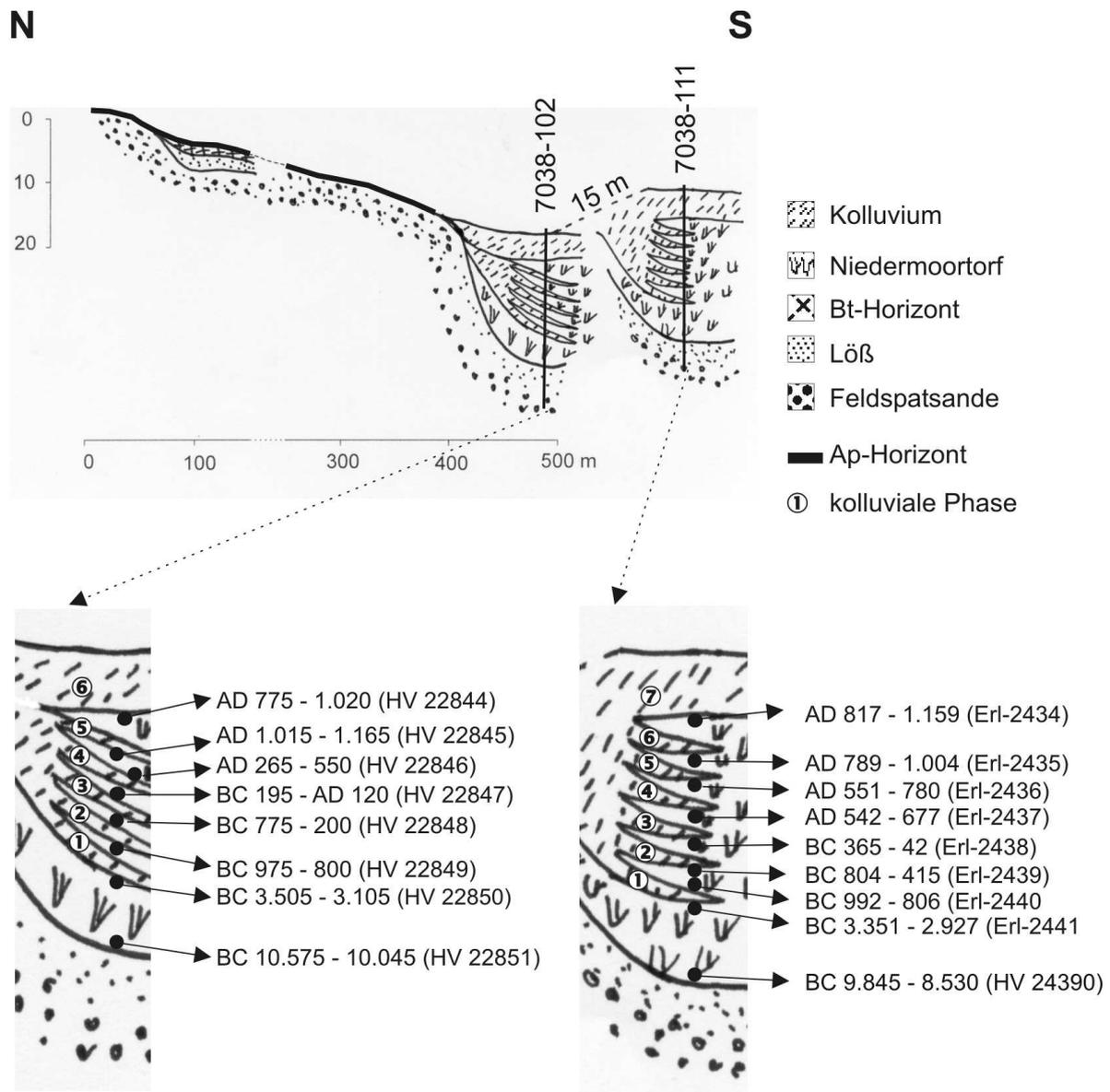


Abb. 45 Catena Höhenrainacker-Südhang mit Detaildarstellung der Tiefenlinienprofile 7038-102 und 7038-111. Profile nicht maßstabsgetreu. Altersangaben cal. 2 sigma

### 4.3.5 Geophysikalische Prospektion

Um die Ergebnisse aus den Profilen 7038-102 und 7038-111 räumlich zu erweitern, werden geophysikalische Prospektionsmethoden eingesetzt. Die Refraktionsseismik und insbesondere das Ground Penetrating Radar (GPR) geben Aufschlüsse über die bodenkundlich-sedimentologische Situation der weiter östlich gelegenen Bereiche des Kirchenmooses. Mit Hilfe einfacher Stechsondierungen (Kammerbohrer) wird die Stratigraphie im Moor erfaßt und über GPR sowie Seismik zu kontinuierlichen, zweidimensionalen Catenen erweitert. Dabei kann mit Hilfe der Refraktionsseismik das gut 1 m mächtige Kolluvium als Hangendes des Moores erfaßt werden. Mit Laufzeiten von 279 m/s im Kolluvium, 1044 m/s im wassergesättigten Torf und 1777 m/s im wassergesättigten Löß bzw. im Feldspatsand wird die stratigraphische Dreiteilung der Tiefenlinie erfaßt (vgl. Abb. 46). Die Auswertung seismischer Querprofile anderer Standorte belegt geringfügig andere Laufzeiten. Die Abweichungen liegen jedoch innerhalb der in der Literatur angegebenen Schwankungsbreiten (vgl. BURGER, 1992: 18; HECHT 2001: 75). Das Ergebnis einer eindimensionalen Modellierung durch Anpassung der Laufzeitgeraden an die Ersteinsätze der Schüsse zeigt leicht asymmetrische Laufzeitäste. Dadurch wird eine undulierende, nicht horizontale Schichtung belegt.

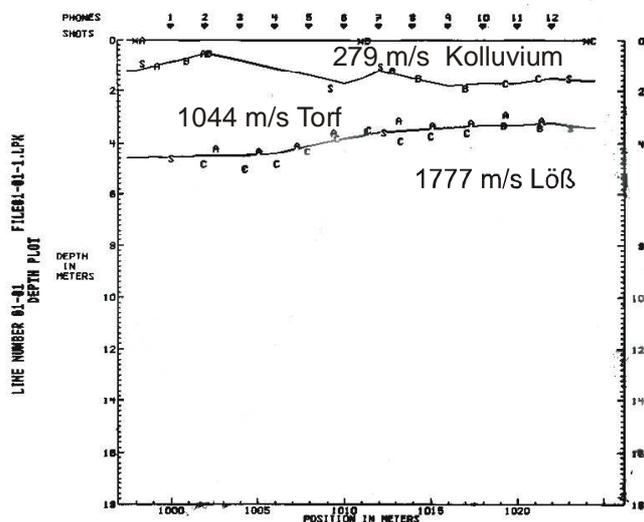


Abb. 46 Darstellung der stratigraphischen Dreiteilung der Tiefenlinie im Kirchenmoos über Refraktionsseismik

Die Refraktionsseismik (auch die Reflexionsseismik) ist jedoch zu ungenau, um kolluviale Zwischenlagen im Moor zu erfassen, da im Moorkörper das Wasser primärer Leiter der Schallwellen ist. Versuche, mit Hilfe geringer Mikrofonabstände (10 cm) die Auflösung zu erhöhen, verbessern die Ergebnisse nicht. Dennoch zeigt die Auswertung der seismischen

Prospektion, daß einige Bereiche des *Kirchenmooses* über weite Strecken nur von geringmächtigen Kolluvien überzogen werden oder sogar frei von überdeckenden Kolluvien sind (vgl. Abb. 38, Hauptbodeneinheit Nr. 7). Diese Bereiche werden entlang mehrerer Catenen gezielt mittels GPR untersucht. Aufgrund der hohen Unterschiede der relativen Dielektrizitätszahl zwischen Torfen und mineralischen Einlagerungen sind Zwischenlagen ab 10 cm generell mit 100 MHz-Antennen zu erfassen (LEOPOLD & VÖLKEL, 2002d; ZIEKUR, 2000). Die in Abb. 47 aufgezeigten Ergebnisse des GPR gehen konform mit der Stratigraphie, die aus der Auswertung der Bohrungen resultiert. Hochenergetische, kontinuierliche Reflexionen prägen das Bild. Das überlagernde Kolluvium wird durch eine deutliche Reflexion vom Torf abgegrenzt. Insbesondere die mehrfach das Moor durchsetzenden Almkalkbänder rufen prägnante Reflexionen des Radarsignals hervor und können zweidimensional im Moorkörper belegt werden. In einer Tiefe von 3 m treten Reflexionen auf, die nicht mit den Befunden der Sondierungsbohrungen übereinstimmen. Eventuell werden sie durch unterschiedlich zersetzte und humifizierte Torfe hervorgerufen. Zwischen 85 m und 95 m sind mehrfach konkave Reflexionen im Radargramm nachzuweisen. Sie werden als Paläorinnen eines ehemals das Niedermoor durchströmenden mäandrierenden Baches gedeutet.

Das Radarbild zeigt deutlich, daß die in Punktdaten erhobenen Befunde der Sondierungen in die zweidimensionale Fläche transferiert werden können. Es stehen damit Informationen eines kompletten Schnittes zur Verfügung. Sie belegen eindeutig, daß die östlichen Bereiche des *Kirchenmooses* frei von kolluvialen Einlagerungen sind. Eine prämittelalterliche ackerbauliche Nutzung der angrenzenden Hänge kann über die Moorstratigraphie nicht belegt werden. Sie wäre aber analog zu den 300 m entfernten Profilen 7038-102 und 7038-111 durchaus zu erwarten. Im Rahmen der Landnutzungsrekonstruktion werden daher diese Bereiche nicht als Ackerstandorte gekennzeichnet.

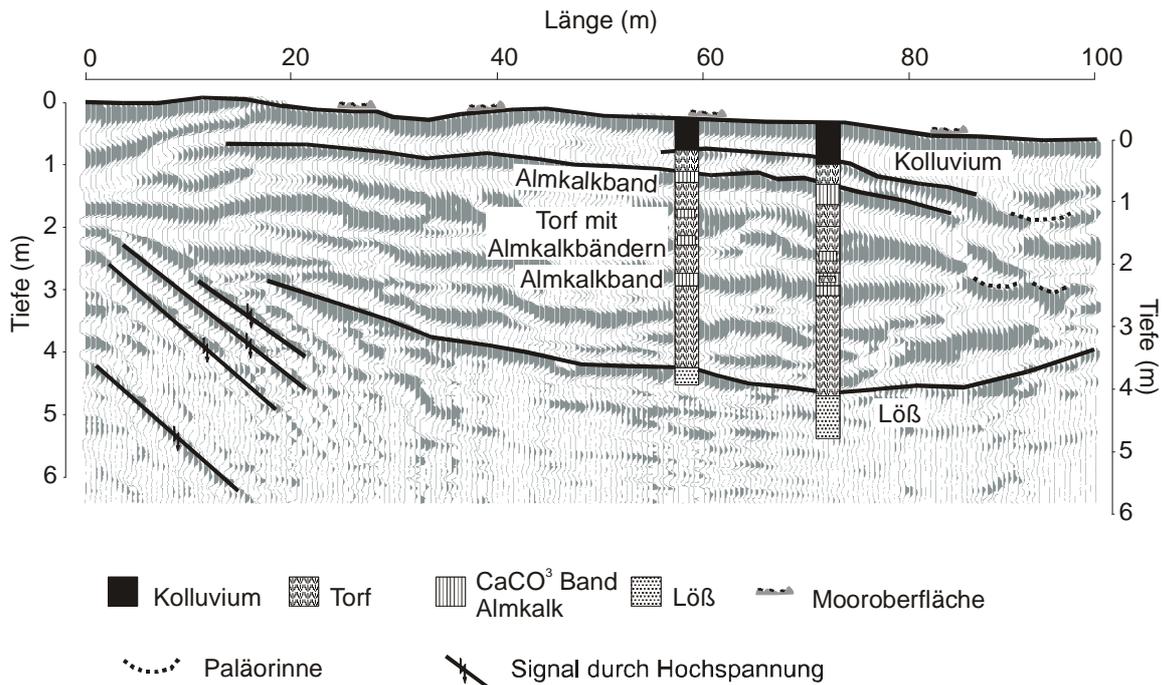


Abb. 47 GPR-Linie durch den östlichen Teil des Kirchenmooses. Radargerät: PulseEKKO<sup>TM</sup> IV 400V mit 100 MHz Antennen; Antennenabstand 1,0 m; Meßintervalle 0,5 m; 0,4 gain; stacking 64; near surface velocity 0,06 m/ns

Auf der Grundlage der sedimentologisch-pedologischen und geophysikalischen Befunde wird im Rahmen der Landnutzungsrekonstruktion eine Aufteilung in Wald- und Offenlandareale bzw. in für Ackerbau ungeeignete oder geeignete Bereiche vorgenommen (Abb. 48). Diese Zweigliederung ist als Umsetzung der bodenkundlich-sedimentologischen Kartierung in die wahrscheinlichste Nutzungsart zu verstehen. Siedlungsareale bleiben hier vorerst unberücksichtigt, fließen aber in einer eigenen Bearbeitungsebene in das Landnutzungsmodell mit ein (vgl. Kap. 4.5). Bereiche, die aus den Feldspatsanden der sandigen Fazies aufgebaut sind und Areale, für die keine kolluvialen Depositionen am Hangfuß oder in Verschneidung mit den Niedermoortorfen nachgewiesen sind, werden als Waldstandorte ausgewiesen. Alle anderen Flächen werden in einem ersten Schritt als potentielle Ackerstandorte ausgewiesen. Der Bereich der kolluvialen Akkumulationsterrasse am südöstlichen unteren Rand des Flurstückes *Moosfeld* muß gesondert klassifiziert werden. Wie beschrieben scheint eine Nutzung als Grünland (Weide, Wiese etc.) am wahrscheinlichsten. Weiterhin werden die Flächen der Niedermoore in prä-hochmittelalterlicher Zeit als ackerbaulich nicht nutzbare Areale ausgewiesen. Rezent wird hier teilweise Ackerbau, bzw. Grünlandwirtschaft betrieben. Die graphische Umsetzung der Daten ist die zweite Ebene der Physiotopenrekonstruktion, die in Kap. 4.4 beschrieben wird.

### 4.3 Bodenkundlich-sedimentologische Detailkartierung

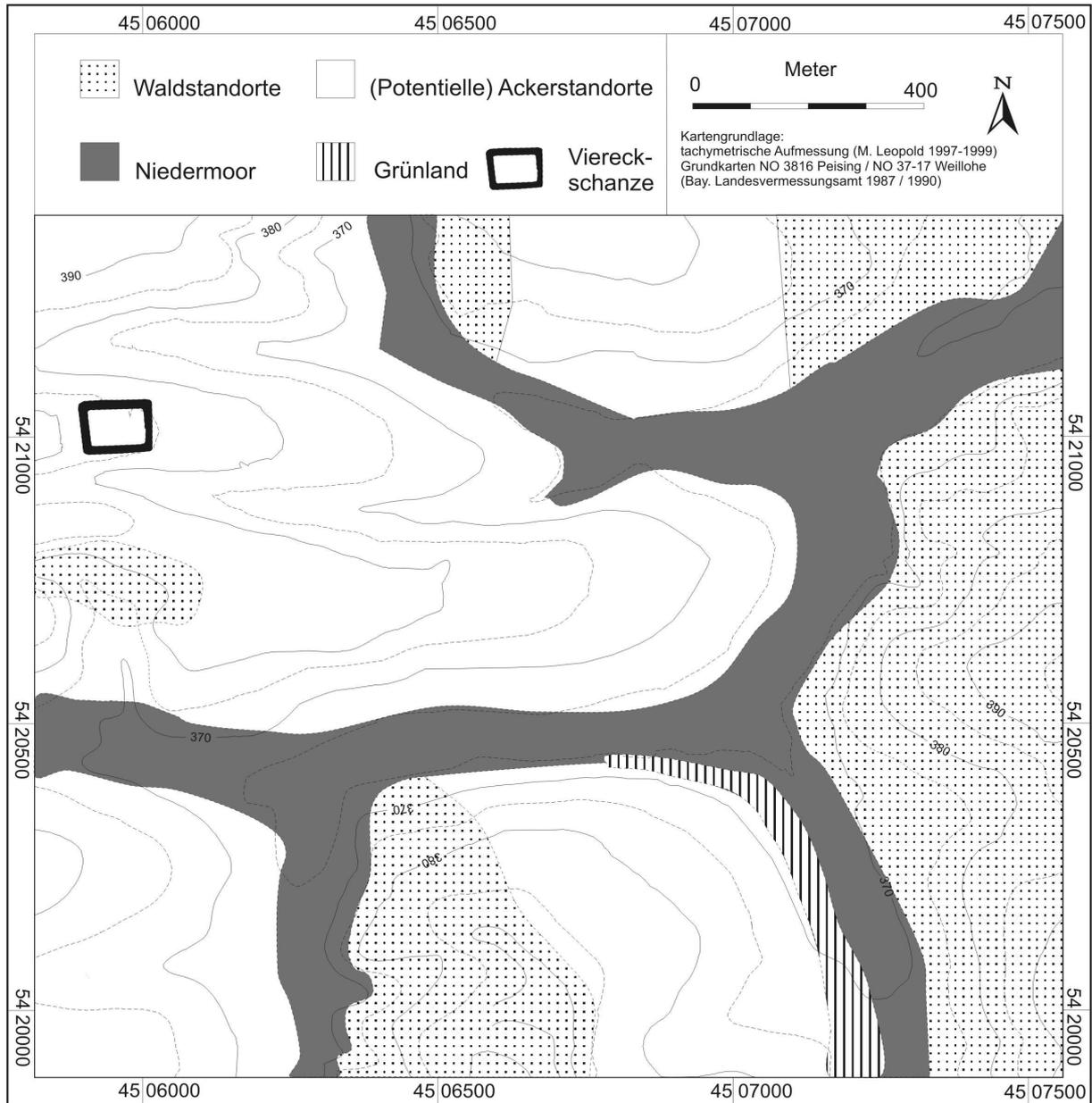


Abb. 48 Graphische Umsetzung der bodenkundlich-sedimentologischen Befunde auf die Flächenverteilung innerhalb eines Landnutzungsmodells

#### 4.4 Physiotopenrekonstruktion

Physiotope sind als kleinste landschaftsökologisch relevante Raumeinheiten mit homogenen physisch-geographischen Strukturen definiert (TROLL, 1950). LESER (1991: 147) beschreibt Tope als „in Inhalt und Funktion homogene Grundeinheit...“. Das Physiotop als Funktionsraum des abiotischen Systems topischer Größenordnung (NEEF, 1968) wird im Rahmen dieser Arbeit durch lediglich zwei Parameter bestimmt. Zum einen fließen die in Kap. 4.2 klassifizierten Neigungsklassen, sowie die in Kap. 4.3 definierten Pedotope mit ein. Diese Informationen gehen nicht direkt in die Physiotopenrekonstruktion mit ein, sondern über ihre potentielle Nutzungsart, sprich die Ausgliederung von Wald- und Offenlandarealen. Dies wird in hohem Maße den Ansätzen von LESER (1991: 146) gerecht, welcher Bodentyp und Ausgangsmaterial als Typisierungseinheit der Pedotope definiert, deren „...Nutzung und Bearbeitung als gleichwertig betrachtet werden“ kann. Die hier rekonstruierten Physiotope sind demzufolge von den komplexen landschaftsökologischen Inhalten im eigentlichen Sinne weit entfernt und eher als potentielle Nutzungstop zu werten. Um der zu dieser Thematik bereits existierenden Begriffsvielfalt keine neuen hinzuzufügen (vgl. LESER, 1978: 212ff.), wurde in dieser Arbeit dennoch der Begriff Physiotop gewählt.

Die Nutzungsartenrekonstruktion mittels Reliefanalyse und sedimentologisch-bodenkundlicher Kartierungen führt zur Abgrenzung der Physiotope, die als Basis des Landnutzungsmodells dienen (vgl. Abb. 49). Flächen, die sich überschneiden, werden in vollem Umfang mit der jeweiligen Nutzungsart (Wald oder Offenland) in das Physiotopenmodell übernommen (Abb. 50). Das heißt, alle weiß markierten Flächen sind über die Reliefanalyse und Bodenkartierung als potentielle Ackerflächen gekennzeichnet. Das mit Linien gekennzeichnete Gebiet entspricht der kolluvialen Akkumulationsterrasse in Abb. 43 und ist aufgrund ihrer Genese am wahrscheinlichsten als Grünlandstandort anzusprechen. Punkte markieren Waldstandorte, die entweder über die pedologisch-sedimentologischen Befunde oder über steile Reliefparameter (gestrichelte Linie) ermittelt werden. Stimmen die aus Relief und Boden rekonstruierten Waldflächen überein, werden sie als solche in das Physiotopenmodell übernommen. Charakterisiert lediglich ein Parameter (Bodenkartierung oder Reliefanalyse) ein Areal, wird dieser Bereich entsprechend der Numerierung in Abb. 49 einzeln diskutiert.

#### 4.4 Physiotopenrekonstruktion

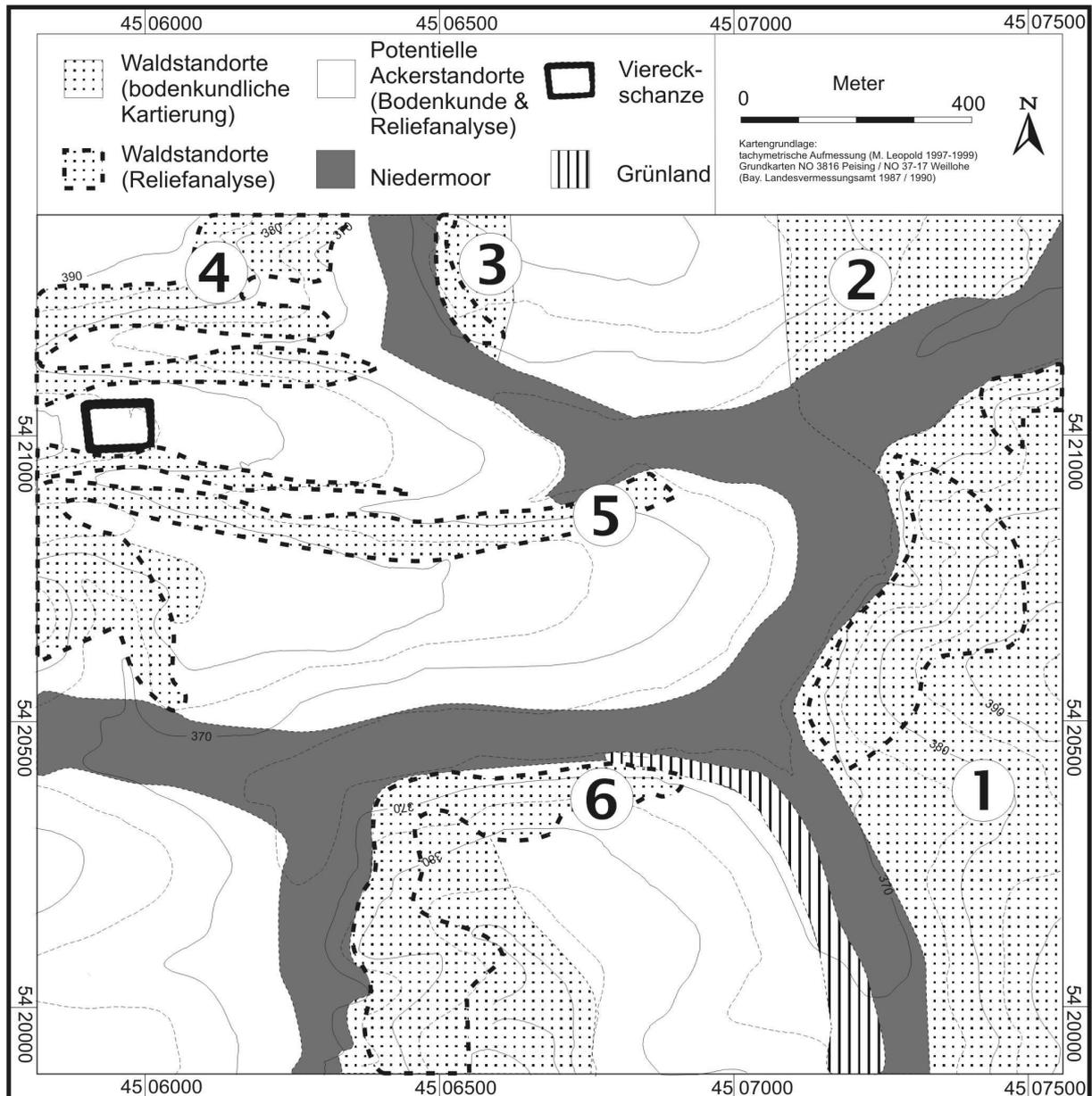


Abb. 49 Verschneidung der Nutzungsartenrekonstruktion der bodenkundlich-sedimentologischen Kartierung und der Reliefanalyse als Basis der Physiotopenrekonstruktion. Ziffern zeigen die Lage der im Text diskutierten Teilareale

In Areal ① werden weitflächig die Sedimente der sandigen Fazies der Feldspatsande kartiert (Abb. 49). In ihrem nördlichen Teilbereich verschneiden sich rekonstruierte Waldstandorte auf Basis steiler Reliefeinheiten mit Bereichen, die über die bodenkundlich-sedimentologische Kartierung als Wald ausgegliedert wurden. In diesen Überschneidungsarealen ist die Nutzung als Wald festgelegt. Wie die Befunde der Catena *Moosfeld* Süd-Ostbereich (Kap. 4.3.4) zeigen, sind im Moor westlich des Areals ① keine kolluvialen Zwischenlagen nachzuweisen, die aus den Hängen der Feldspatsande stammen. Auch lassen sich weder über Luftbildbefunde noch über Geländekartierung und tachymetrische Aufnahme Hinweise auf eine kolluviale Akkumulationsterrasse finden. Die

bodenkundliche Kartierung gibt keine Hinweise auf korrelierte Sedimente einer Bodenerosion oder gekappte Profile. Der gesamte Bereich ① wird daher im Physiotopenmodell als Waldstandort klassifiziert (Abb. 50).

Im Areal ② der Nutzungsartenrekonstruktion sind sowohl das Relief als auch die bodenkundlichen Voraussetzungen für Ackerbau gegeben (Abb. 49). Heute wird diese Fläche nicht zuletzt wegen ihrer südexponierten Lage ackerbaulich bewirtschaftet. Die derzeitige Nutzung führt konsequenterweise zu Hangfußkolluvien, die erstmals im Mittelalter entstehen und das Niedermoor bedecken. Hinweise auf kolluviale Zwischenlagen sind nicht zu finden. Analog zu den Befunden anderer Tiefenlinienprofile wären an Lößstandorten mit geeigneten Reliefvoraussetzungen minerogene Zwischenlagen in den Mooren durchaus zu erwarten. Trotz geeigneter natürlicher Voraussetzungen kann eine prämittelalterliche ackerbauliche Nutzung für das Areal ② nicht nachgewiesen werden. In einem eisenzeitlichen Landnutzungsmodell wird dieses Physiotop daher als Waldstandort (potentiell Wald) ausgewiesen (Abb. 50).

Die westliche Teilfläche des Flurstücks Höhenrainacker (Areal ③) setzt sich analog zu den Befunden der Fläche ① aus steilen Reliefeinheiten sowie Böden aus tertiären Feldspatsanden zusammen. Da wiederum keine Hinweise ackerbaulicher Nutzung in Form von Hangfußkolluvien oder mineralischer Zwischenlagen im Moor nachzuweisen sind, wird das Physiotop ③ als Waldstandort klassifiziert.

Die Parameter Relief und Boden sind im Areal ④ sehr komplex. Das auf kleinem Raum stark reliefierte Gelände weist Hangneigungen von teilweise über 15 ° auf, die in flachere Kuppen geringer Ausdehnung übergehen. Pedologisch werden im Mittelhang schwach gekappte Parabraunerden aus Löß kartiert, die allenfalls auf eine geringe Erosion hinweisen. Die kolluvialen Depositionen der Tiefenlinien entstammen in erster Linie der ackerbaulichen Nutzung um die südlich gelegene Viereckschanze (VÖLKELE et al., 1998; LEOPOLD & VÖLKELE, 2002a) bzw. sind die korrelierten Sedimente in den Hang eingetiefter Hohlwegsysteme, die hier von WSW nach NE ziehen. Die kolluvialen Substrate können hier nicht zwingend als Beleg für eine ackerbauliche Nutzung herangezogen werden, wenngleich diese für den verflachten Kuppenbereich im NE des Areals ④ nicht gänzlich ausgeschlossen werden können. Im Rahmen der Physiotopenrekonstruktion sprechen das steile, kleingekammerte Relief und eine von Erosion kaum betroffene Ausprägung der Böden für die Klassifizierung als Waldstandort (Abb. 50).

Pedologisch wird das Areal ⑤ von gekappten Parabraunerden aus Lößlehmfließerden aufgebaut. Damit sind die notwendigen Bodenvoraussetzungen für Ackerbau gegeben. Andererseits determinieren die steilen Reliefparameter und die Nordexposition des Hanges diesen Bereich als Waldstandort. Im Niedermoor der Tiefenlinie lassen sich keine

Zwischenlagerungen im Torfkörper aus dieser Richtung belegen, so daß die Fläche ⑤ der Abb. 49 in der Physiotopenrekonstruktion als Waldstandort klassifiziert wird.

Die Hangneigung, die Exposition und die bodenkundlichen Parameter im Gebiet ⑥ der Abb. 49 sind identisch mit den Voraussetzungen im Bereich ⑤. Dennoch finden sich hier eindeutige Belege des Ackerbaus, da ein lateraler Eintrag von Kolluvien zu mehreren Zeitabschnitten nachgewiesen ist (vgl. S-N Catena *Moosfeld*, Abb. 44). Das Physiotopenmodell weist dem Nordhang des Flurstücks Moosfeld daher Acker als Nutzung zu.

Auf Basis der rekonstruierten Physiotope ergibt sich ein Grundmodell der Landnutzung (Abb. 50). In einzelnen kulturhistorischen Epochen durchläuft das Physiotopenmodell mehrere Modifikationen. Änderungen von beispielsweise Wald zu Acker und umgekehrt werden im Rahmen der Landnutzungsrekonstruktion von den Ergebnissen der weiterer Bearbeitungsebenen vorgegeben (vgl. Kap. 1.2, Abb. 1).

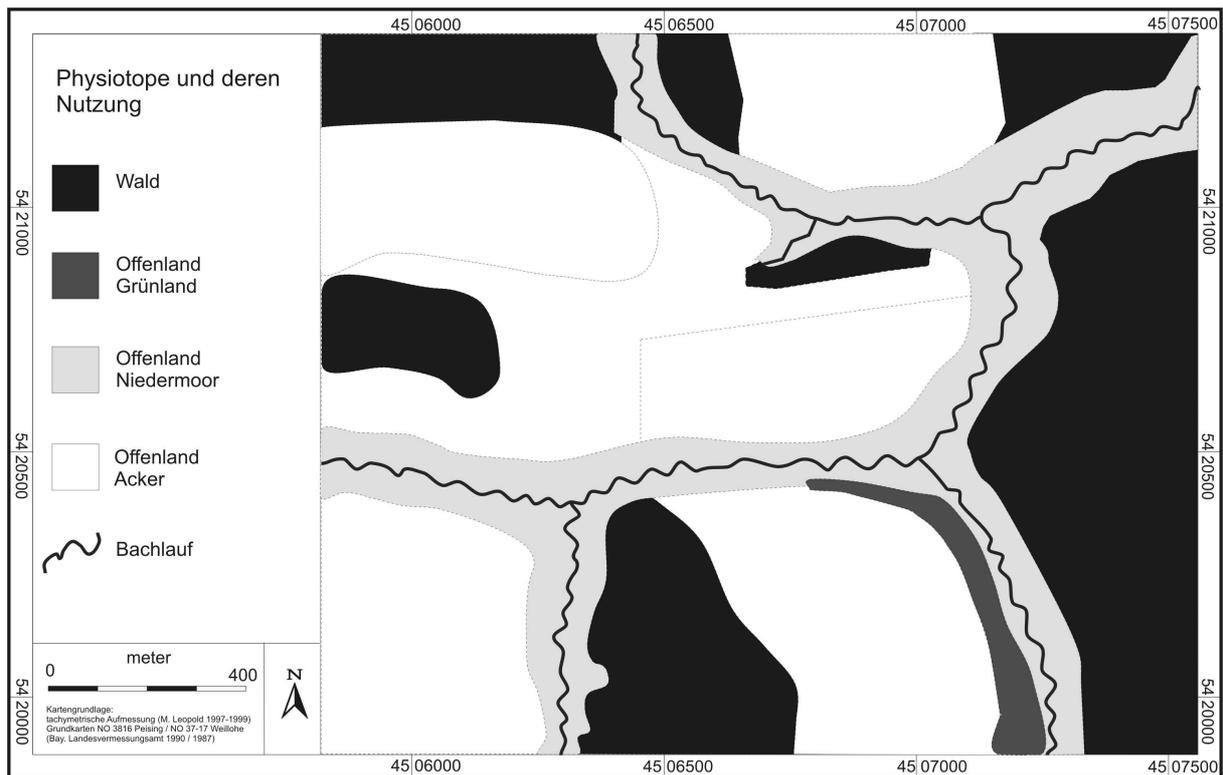


Abb. 50 Physiotope als Basis eines Landnutzungsmodells

### 4.5 Siedlungsarchäologische Kartierung

Die siedlungsarchäologische Kartierung ist die erste Bearbeitungsebene der Landnutzungsrekonstruktion, die eine Modifikation des in Abb. 50 dargestellten Physiotopenmodells hervorruft. Die Kartierung wird auf Befunde der Eisenzeit und der frühen Römischen Kaiserzeit beschränkt, da dies den Zeitraum im Sinne der Fragestellung dieser Dissertation abdeckt. Das Fundkataster des Bayerischen Landesamtes für Denkmalschutz dokumentiert im näheren Umkreis (ca. 10 km) des Arbeitsgebietes über mannigfache Befunde eine rege latènezeitliche Siedlungstätigkeit. Im Arbeitsgebiet selbst sind folgende Hinweise auf eine latènezeitliche bzw. kaiserzeitliche Besiedlung vorhanden:

- Obertägig erhaltene spätlatènezeitliche Viereckschanze im *Estherholz* (STROH, 1975),
- Latènezeitliche (Früh- bis Mittellatènezeit) Siedlungsgruben auf dem Flurstück *Moosäcker* (MÜLLER, 2000),
- Spätlatènezeitliche Artefakte (Scherben) auf dem *Moosfeld* nahe Untermassing (Ortsakten Fundkataster LfD Regensburg). Im Rahmen einer ersten Untersuchung durch Herrn. Dr. MOOSBAUER (Universität Osnabrück) und Frau M.A. MÜLLER (LMU München) lassen sich Teile der Keramik als spätlatènezeitliche Graphittonware identifizieren, wie sie von KAPPEL (1969) für das keltische Oppidum bei Manching beschrieben wird. Die Konzentration der Scherbenfunde lassen eine Besiedlung zu jener Zeit als sehr wahrscheinlich erscheinen.
- Luftbildbefund einer verebneten Viereckschanze am *Moosfeld* (Luftbildarchiv LfD München),
- Villa rustica auf der *Peisinger Höhe* (Ortsakten Fundkataster LfD Landshut).

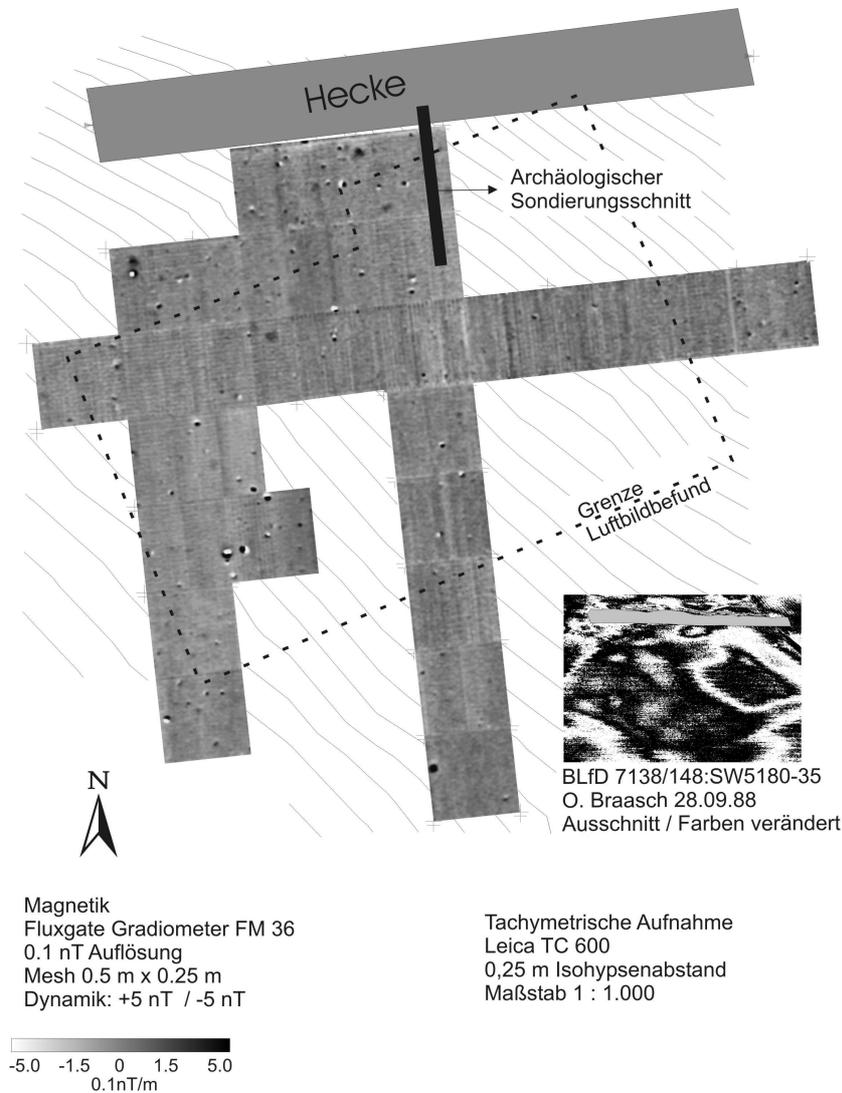
Die Standorte der Siedlungsbefunde werden in ein latènezeitliches bzw. kaiserzeitliches Landnutzungsmodell übertragen (vgl. Abb. 54). Es wird deutlich, daß die Siedlungen nicht in geschlossenen Waldarealen liegen. Vielmehr sind sie an die besten Ackerstandorte gekoppelt, welche durch flache Hangneigungen und leicht zu bearbeitende, nährstoffreiche Parabraunerden aus Löß aufgebaut sind. Eine Besiedlung der Flächen, die aus reinen Feldspatsanden aufgebaut sind, ist auch nirgends zu belegen. Dies wird insbesondere im Falle der Viereckschanze von Poign deutlich. Sie liegt auf dem Top eines ehemals mit Löß bedeckten, im Kuppenbereich relativ flachen und langgestreckten Hanges. Für die anscheinend bewußte Wahl des Standortes seitens der spätlatènezeitlichen Bevölkerung können m. E. zwei Gründe herangezogen werden. Zum einen ist es bautechnisch sehr viel einfacher ein Erdwerk unter Verwendung von Löß, Lößlehm und lehmig-tonigen Fließerden zu errichten. Diese Substrate sind bei der Konstruktion von Erdwällen durch ihren Tonanteil relativ stabil. Ein Bauwerk wie die Viereckschanze wäre aufgrund mangelnder Stabilität des Baumaterials (Sedimente) in Bereichen, in denen die sandige Fazies der

Feldspatsande ansteht nicht zu errichten. Zum anderen liegen bei einer agrarwirtschaftlichen Nutzung der Viereckschanze (vgl. Kap. 2.5.3) die Lößstandorte und damit die besten Ackerareale unmittelbar vor Ort. Ein weiter An- und Abtransport von Agrargeräten, wie auch von Saatgut oder Ernteerträgen, war somit nicht erforderlich.

Die *villa rustica* von Untermassing, deren agrarischer Nutzungszweck eindeutig belegt ist (vgl. Kap. 2.5.4), wurde anscheinend bewußt an einem anderen Standort als den der Viereckschanze von Poign angelegt. Die zur Spätlatènezeit komplett erodierten Parabraunerden im Umfeld der Viereckschanze machten das Areal für eine agrarische Nutzung nicht mehr attraktiv. Ein neuer Standort am Südhang der *Peisinger Höhe* inmitten fruchtbarer Parabraunerden scheint daher konsequent.

Im Rahmen der siedlungsarchäologischen Recherchen bestanden Unklarheiten bezüglich eines vom Landesamt für Denkmalpflege kartierten Luftbildbefundes einer verebneten Viereckschanze auf der Kuppe des *Moosfeldes*. Dieser Befund wurde eingehender bearbeitet. Auf Abb. 43 und 51 ist südlich des Feldheckenstreifens deutlich eine viereckige weißliche Verfärbung zu erkennen. Die Auflast ehemaliger Erdwälle komprimiert das Liegende, wodurch nach einem Schleifen der Anlage im Luftbild unter bestimmten Feuchtigkeits- und Bewuchsvoraussetzungen ein heller Streifen zu erkennen ist (vgl. LEIDORF, 1997: 102). Um den Beleg für bzw. gegen die ehemalige Existenz einer weiteren Viereckschanze im Arbeitsgebiet zu erbringen, wurde eine Magnetikvermessung des Areals durchgeführt. Die Ergebnisse der eigenen Messungen sind unten abgebildet. Die magnetische Vermessung der im Luftbild auffälligen Bereiche wurde so angelegt, daß die verwendeten Meßraster die vermuteten Bereiche der ehemaligen Wälle bzw. vorliegenden Gräben mehrmals schneiden. Magnetisch unauffällige Bereiche werden in hellen grauen Farben dargestellt. Anomalien werden entsprechend ihrer Intensität in dunkelgraue bis schwarze (positive Anomalie) oder weiße (negative Anomalie) Farben umgesetzt. Wie Feldbegehungen zeigen die dunkelgefärbten, positiven Anomalien die Lage vermutlich vorgeschichtlicher Siedlungsgruben. Eine intensive vorgeschichtliche Nutzung ist nicht zuletzt auch durch die Kolluvien der Tiefenlinie belegt. Auffällig intensive schwarz-weiß-Anomalien sind für magnetische Dipole charakteristisch und werden fast immer durch Eisenschrott hervorgerufen. Sie können hier jedoch keinen archäologischen Befunden zugeordnet werden. Lineare Anomaliestrukturen, die durch eine Störung der remanenten Magnetisierung infolge der Auflast des Walles hervorgerufen werden (negative Anomalien), können nicht dokumentiert werden. Insbesondere wären positive Anomalien zu erwarten, da eine Verfüllung der Gräben bei Viereckschanzen und anderen Grabenanlagen mehrfach nachgewiesen ist (vgl. u.a. FAßBINDER & IRLINGER, 1999a: 96, 1999b: 48). Der Erhalt holozäner Bt-Horizontreste in unmittelbarer Umgebung schließt die komplette Erosion eines

eventuell ehemaligen Grabens eindeutig aus. Im Falle einer realen Existenz einer Viereckschanze müßten die Gräben nachweisbar sein.



*Abb. 51 Magnetogramm des Kuppenbereiches am Flurstück Moosacker*

Ein zusätzlicher Sondierungsschnitt seitens der Archäologie kann lediglich einen Bereich dunkler Verfärbung lokalisieren, der als Siedlungsgrubenrest oder Baumwurfrelikt interpretiert wird. Die Datierung einer Holzkohle aus diesem Befund ergibt ein neolithisches Alter (BC 3.794 - BC 2.879; Hv-24382). Ein latènezeitlicher Graben einer Viereckschanze kann auch über den Sondierungsschnitt nicht festgestellt werden und sichert die Befunde der Magnetikvermessung ab. Es steht zweifelsfrei fest, daß die im Luftbild sichtbare Struktur nicht die Umrisse einer verebneten Viereckschanze darstellen. Im Rahmen der latènezeitlichen Landnutzungsrekonstruktion wird dieser Bereich nicht als Siedlungsareal kartiert.

### 4.6 Vegetationsgeschichte

Die palynologischen Analysen und Interpretationen nahmen Frau Dipl. Geogr. S. SWIERZINA und maßgeblich Frau Dr. A. RAAB im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs 462 *Paläoökosystemforschung und Geschichte* der Universität Regensburg vor.

Die Ergebnisse basieren auf den palynologischen Befunden des Profils 7038-111 (vgl. Abb. 45). Der Sedimentkern wurde in seiner gesamten Mächtigkeit pollenanalytisch bearbeitet und ausgewertet. Der hier vorgestellte Abschnitt umfaßt einen Zeitbereich, der im Spätneolithikum beginnt und bis zum Spät-Mittelalter reicht. Die vorgestellten Pollendiagramme dienen als Diskussionsgrundlage und Datenbasis der nachfolgenden Ausführungen. Abbildung A.6 (siehe Faltblatt im Anhang) zeigt das Gesamtpollendiagramm. In Abb. 52 sind die anthropogenen Indikatoren zusammengefasst, welche eine weitreichende Bedeutung für die Ackerbau- und Siedlungsgeschichte besitzen.

Bei der Interpretation des Pollendiagramms sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Eine wichtige Voraussetzung zur quantitativen und qualitativen Bewertung der Pollen ist ihr Erhaltungszustand, der unter anderem vom Aziditätsmilieu gesteuert wird. Nach MOORE et al. (1991: 22) sind pH-Werte über 6 ungünstig für die Pollenerhaltung. Derzeit wird pH 6 in den meisten Abschnitten des Profils überschritten, so daß mit einer mäßigen Pollenerhaltung zu rechnen ist. Typisch für die Genese der Niedermoortorfe vor Ort sind laterale, von den Hängen ausgehende kolluviale Prozesse. Sie führen zur Umlagerung der im kolluvialen Sediment enthaltenen Pollenkörner und damit einhergehenden Transportschäden. Insbesondere bei den bisaccaten Pollenkörnern (*Pinus*, *Picea*, *Abies*) ist die mechanische Beanspruchung in Form von abgerissenen Luftsäcken zu erkennen. *Cerealea*-Pollenkörner sind häufig aufgrund kolluvialen Transportes verfaltet. Die Umlagerungen bewirken nicht nur eine Degradation der Pollen, sondern führen z.T. auch zu sekundären Anreicherungen (z.B. *Alnus*-Peak in 246 cm – 248 cm Tiefe). Während einzelner Zeitabschnitte wirkten die Erhaltungsbedingungen und Transportprozesse unterschiedlich, so daß die Pollenerhaltung von Präparat zu Präparat variiert (RAAB, 2002)

Da der zeitliche Fokus der Arbeit auf die Latènezeit und randlich die Römische Kaiserzeit gerichtet ist, wird der Schwerpunkt der Interpretation des Pollendiagramms auf diesen Zeitbereich gelegt. Dies entspricht den kolluvialen Phasen ③ und ④ (vgl. Abb. 45) bzw. den Horizonten XVII M-Gr (223-236 cm), XIV nH-M (219-223 cm), XV Aa (214/216-217 cm) sowie die unteren Bereiche des XIV nH Horizontes (184-214/216 cm) des Profilkerns 7038-111 (vgl. Abb. 52). Auf eine exaktere Begrenzung einzelner Kulturepochen in der Stratigraphie des Sedimentkerns wurde verzichtet. Einerseits sind die errechneten Mutungsintervalle der Radiokarbondatierungen zu groß, und andererseits waren die

## 4.6 Vegetationsgeschichte

Sedimentationsraten während verschiedener Zeitabschnitte sehr unterschiedlich, so daß eine Interpolation zwischen zwei Datierungen von rein theoretischer Natur wäre.

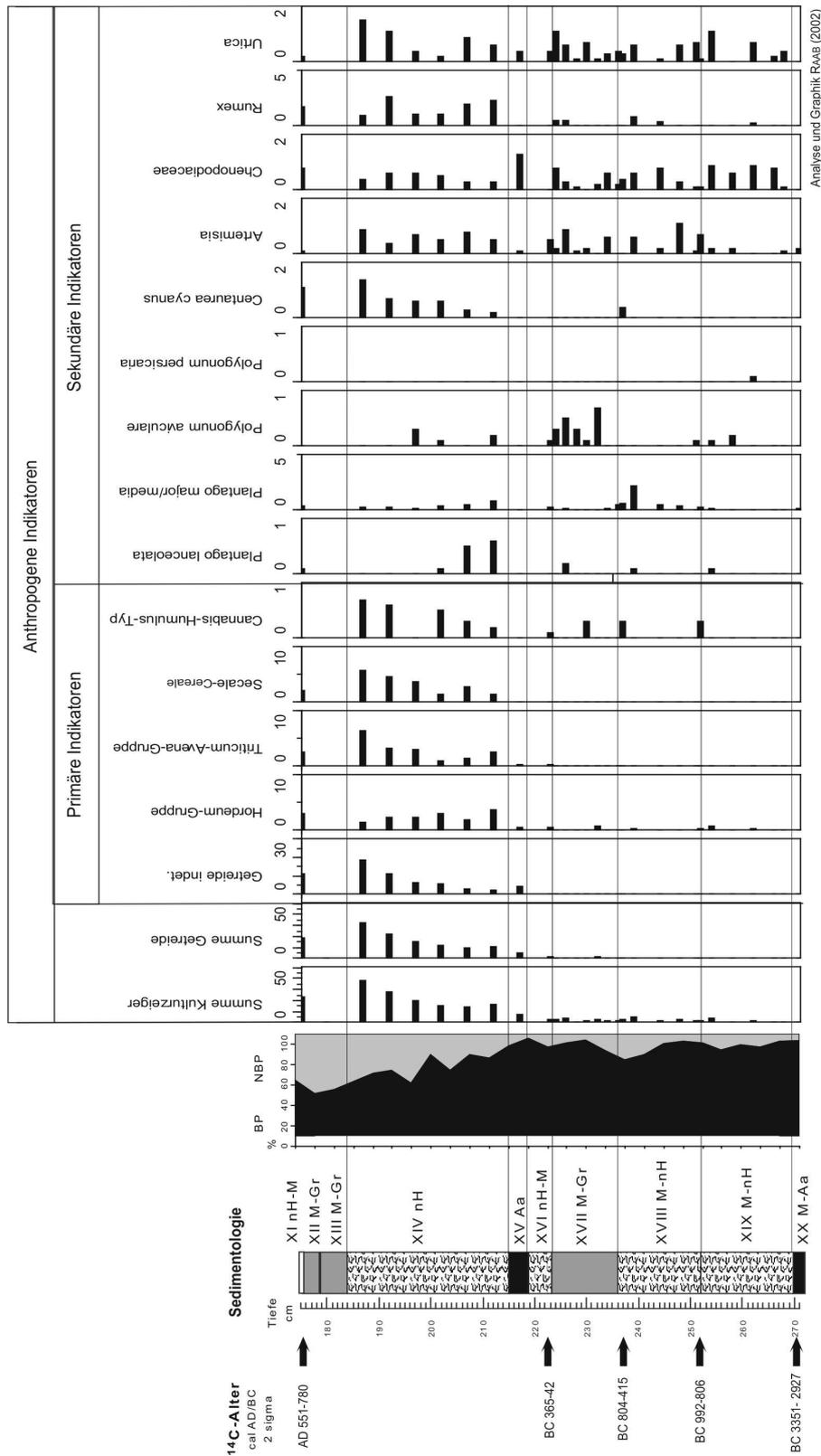


Abb. 52 Pollenprofil 7038-111; Zusammenstellung der anthropogenen Indikatoren. Analyse und Graphik RAAB (2002)

Im Untersuchungsgebiet sind während der Eisenzeit (Hallstattzeit und Latènezeit) Laubmischwälder vorhanden gewesen, bestehend aus Eiche (*Quercus*), Buche (*Fagus*), Birke (*Betula*), Hasel (*Corylus*) und untergeordnet Linde (*Tilia*) sowie Weide (*Salix*). Die Erle (*Alnus*), als eine Baumart, die auf vernässten Böden steht, ist einer Moorrandvegetation zuzuordnen (BERGLUND & RALSKA-JASIEWICZOWA, 1986). *Pinus* dominiert im gesamten Pollendiagramm das Baumpollenspektrum, und die Werte nehmen im XVII M-Gr Horizont noch einmal deutlich zu. Die Kiefer dürfte demzufolge eine wichtige regionale Waldkomponente gewesen sein (vgl. KREUZ, 1990). Die Kiefer ist jedoch im Pollendiagramm stark überrepräsentiert. Ursachen hierfür sind einerseits die hohe Pollenproduktion dieser anemophilen Baumart. Daran gekoppelt ist ein Eintrag per Weitflug, der aufgrund der Pollenmorphologie möglich ist. Andererseits verursachen Umlagerungen innerhalb der kolluvial beeinflussten Abschnitte des Bohrkerns einen zusätzlichen Eintrag von *Pinus*-Pollenkörnern. *Picea* und *Abies* weisen relativ konstante Werte zwischen 10 % und 20 % im gesamten Pollenprofil auf. Sie werden als Weitflugpollen aus dem Vorderen Bayerischen Wald gedeutet (vgl. KÜSTER, 1995). Möglicherweise kam die Tanne aber auch in einzelnen Arealen im Tertiärhügelland vor (KÜSTER, 1995). Insgesamt ist die eisenzeitliche Waldzusammensetzung stark anthropogen verändert, eine Tatsache die bereits seit der Bronzezeit festzustellen ist (RAAB, 2002). Eine Änderung in der Waldzusammensetzung ist ebenfalls am Übergang Latènezeit zur Römerzeit bzw. zur Völkerwanderungszeit nachzuweisen. *Pinus* dominiert weiterhin das BP-Spektrum, wobei die Anteile jedoch zurückgehen. Bei den Laubbäumen ist ein prozentualer Anstieg der meisten Baumarten zu verzeichnen. Dies betrifft die Eiche, aber insbesondere die Buche. Ebenfalls nehmen die Prozentanteile der Lichthölzer Birke und Hasel zu. Auch die Hainbuche kommt mit geringen Anteilen vor. Nach POTT (2000) wurden zur Zeit der Völkerwanderung viele Kulturlächen in potentiellen Buchen- und Eichenwaldbereichen vom Menschen aufgegeben oder wurden nur unvollständig bewirtschaftet. Solche Flächen wurden dann erstmalig von der Buche eingenommen (vgl. auch BEHRE, 2000). Auf eine Wiederbesiedlung ehemals bewirtschafteter Flächen deutet auch der Anstieg der Birke als Pionierholz hin. Der Anstieg von Eiche in Verbindung mit Hainbuche und Hasel ist einer eventuellen Niederwaldnutzung zuzuschreiben. Nach KÜSTER (2000) kann die Hainbuche dauerhafte Nutzung besser ertragen als andere Gehölze, aber auch die Hasel kann Niederwaldnutzung gut kompensieren. Eine selektive Nutzung der Tanne als Bauholz wie vielerorts insbesondere für die Römische Kaiserzeit nachgewiesen (u.a. KÜSTER, 1995), kann anhand des Pollenprofiles nicht belegt werden. Dagegen macht sich der römische Einfluß in Einzelfunden von Pollenkörnern des *Castanea*-Typs und des *Juglans*-Typs bemerkbar und belegt das Vorkommen von Eßkastanie und Walnuß.

Die hohen Anteile der Erle im Neolithikum und in der Bronzezeit (10 % – 20 %) gehen in der Eisenzeit und in der Römischen Kaiserzeit auf Werte um 5 % zurück und verschwinden in der Mitte der Römischen Kaiserzeit fast gänzlich. Hierin drückt sich eindrucksvoll die zunehmende Zerstörung der Moorrandbereiche aus, in denen die Erle bevorzugt wuchs. Ob diese Standorte allerdings gerodet und zusätzlich beispielsweise als Grünland genutzt wurden, kann nicht eindeutig geklärt werden. Ebenfalls denkbar ist eine vermehrte Deposition kolluvialen Materials in die Moorrandbereiche im Zuge fortschreitender Intensivierung des Ackerbaus unter Änderung der Bodenwasserverhältnisse während der Latènezeit. Ein deutlicher Einzelpeak von *Alnus* im Übergang der Bronzezeit zur Eisenzeit ist auf umgelagerte Pollen zurückzuführen und wird daher nicht zur Landnutzungsrekonstruktion verwendet. Hingegen scheint ein Peak von *Alnus* zu Beginn der Latènezeit, der durch einen kontinuierlichen Anstieg und Abfall charakterisiert ist, auf veränderte Bedingungen im Moorrandbereich zurückzuführen zu sein. Eine Phase verminderter Landnutzung im Moorrandbereich oder auch ein Anstieg des Grundwasserspiegels als Ergebnis eines niederschlagsreicheren Klimas zu Beginn der Latènezeit (vgl. Kap. 2.3.3) wären mögliche Erklärungen. Ebenfalls denkbar ist eine Phase erhöhter landwirtschaftlicher Nutzung die zu ähnlichen Resultaten führt, da intensiver Ackerbau einen gesteigerten Oberflächenabfluß verursacht (z.B. AUERSWALD, 1998). Dies bewirkt wiederum in Kombination mit dem nunmehr nicht mehr vorhandenen Wald als Wasserverbraucher ein Ansteigen des Grundwasserspiegels ohne begleitende klimatische Veränderungen. Damit stehen sich zwei konträre Erklärungsansätze gegenüber. Beide bedingen aber eine Veränderung der hydrologischen Verhältnisse im Moorrandbereich, der den bevorzugten Standort der Erlen darstellt und nehmen somit unmittelbaren Einfluß auf diese Baumart. Die bodenkundlich-sedimentologischen Befunde deuten auf eine intensive agrarische Nutzung zur Latènezeit hin, so daß m. E. die folgende Rekonstruktion am wahrscheinlichsten ist.

Am Beginn der Latènezeit führte erhöhter Oberflächenabfluß mit zeitweiligem Ansteigen des Grundwasserspiegels im Zuge des Ackerbaus zu einer Erweiterung der vernäßten Moorrandbereiche und damit zu einer Ausdehnung der Erlenstandorte. Fortschreitende Intensivierung der Landwirtschaft, eventuell gekoppelt mit einzelnen extremen Niederschlagsereignissen, resultierte in einer massiven kolluvialen Deposition in die Randbereiche des Moores, wodurch die Standortbedingungen der Erlen geschädigt wurden. Die derart kolluvial überdeckten randlichen Areale der Niedermoores könnten nachfolgend auch beispielsweise als Viehweide genutzt worden sein, was zusätzlich zu einer Schädigung des Erlenstandortes beitrug, und schließlich während der Römischen Kaiserzeit zum vollständigen Verschwinden der Erlen im Naturraum führte.

Hinsichtlich der Rekonstruktion von Wald- und Offenland ist das Verhältnis von Baumpollen (BP) und Nichtbaumpollen (NBP) ein wichtiger Indikator. Nach AABY (1994) lassen

Baumpollenanteile von mindestens 95 % auf mehr oder weniger geschlossene Bewaldung schließen. Gehen die Baumpollenanteile auf unter 80 % (NBP > 20 %) zurück, ist von einer erheblichen Öffnung der Landschaft auszugehen. Erreichen die Nichtbaumpollen Werte von über 40 % (BP < 60 %), so kann man mit weitgehender Waldfreiheit rechnen.

Die BP/NBP-Kurve in Profil 7038-111 zeigt bis zur mittleren Römischen Kaiserzeit einen sehr hohen BP-Anteil (> 90 %), der lediglich zu Beginn der Eisenzeit kurzfristig auf Werte um 80% zurückgeht. Nach der Definition von AABY (s.o.) wäre demnach in der Latènezeit und der sich anschließenden Römischen Kaiserzeit mit einer relativ geschlossenen Waldlandschaft zu rechnen, ein Befund, der mit den sedimentologisch-pedologischen und den archäologischen Ergebnissen nicht übereinstimmt. Die Ursache dieser Diskrepanz liegt vermutlich in den hohen prozentualen Anteilen an *Pinus*-Pollen, die sich auch auf das BP/NBP-Verhältnis auswirken. Das BP/NBP-Verhältnis ist daher aus den genannten Gründen im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen weniger gut für die Rekonstruktion von Wald- und Offenland im Untersuchungsgebiet geeignet und kann nur unter Berücksichtigung der sedimentologisch-pedologischen Resultate interpretiert werden.

Für das Untersuchungsgebiet kann festgehalten werden, daß ein Rückgang der Baumpollen zur Latènezeit großflächige Rodungsvorgänge im Sinne einer agrarwirtschaftlichen Nutzungsperiode nachzeichnet. Dieser Trend setzt sich über die Römische Kaiserzeit bis ins Mittelalter fort (RAAB, 2002).

In den Randbereichen der als Niedermoorfläche rekonstruierten Areale wachsen zur Latènezeit Erlen, die jedoch in der Spätlatènezeit und im Übergang zur Römischen Kaiserzeit verschwinden. Zu den lokalen Arten, d.h. Pflanzen, die zur Niedermoorvegetation zu zählen sind, gehören neben der Erle auch *Cyperaceae* sowie die Feuchtezeiger *Filipendula ulmaria* (Mädesüß) und *Valeria officinalis* (Echter Baldrian).

Neolithische Besiedlung und Ackerbau im Untersuchungsgebiet ist palynologisch eindeutig belegbar. Da Getreidepollen aufgrund ihrer Morphologie max. 3 km weit fliegen, können sie als Produkte eines Ackerbaus im Arbeitsgebiet gewertet werden (vgl. BEHRE, & KUCAN, 1986). Zur Bronzezeit finden sich wiederholt Getreidepollen der *Hordeum*-Gruppe sowie einzelne Pollenkörner des *Cannabis-Humulus*-Typs. Die Getreidepollenkörner werden begleitet von sekundären Kulturzeigern wie u.a. *Plantago lanceolata* und *Chenopodiaceae*. Ackerbau ist demnach auch für die Bronzezeit belegbar. Dies geht konform mit den bodenkundlich und archäologisch erarbeiteten Befunden und setzt sich bis in die Hallstattzeit fort. Dabei ist allerdings bis zu dieser Kulturepoche keine geschlossene Getreidepollenkurve vorhanden. Erst in der Latènezeit ist eine geschlossene Kurve der Kulturzeiger wie auch der Getreidepollen zu belegen. Dies läßt auf Siedlungs- und Ackerbaukontinuität schließen. Hierin zeigt sich eindrucksvoll die erstmalig intensive Nutzung des Arbeitsgebietes zur Latènezeit. Zu Beginn der Römischen Kaiserzeit kommen im Spektrum Pollenkörner der

*Triticum-Avena*-Gruppe und der *Secale*-Cereale hinzu. Das Vorkommen von *Secale cereale* zusammen mit *Centaurea cyanus*, typisch für Unkrautgesellschaften des Wintergetreidefeldbaus (OBERDORFER, 1983), belegt für diese Zeit den Fruchtwechsel zwischen Winter- und Sommergetreide.

Hinweise auf die kultivierten Getreidesorten in Bayern basieren hauptsächlich auf der Analyse von pflanzlichen Makroresten aus archäologischen Ausgrabungen. Nach KÜSTER (1995) wurden während des Neolithikums in Südbayern hauptsächlich Einkorn (*Triticum monococcum*) und Emmer (*Triticum dicococcum*) angebaut. Daneben gibt es Einzelfunde von Erbse (*Pisum sativum*), Linse (*Lens culinaris*) und Lein oder Flachs (*Linum usitatissimum*). Während der Bronzezeit (Chamer Gruppe) ist ein deutlicher Wechsel bei den Kulturpflanzen erkennbar. Der Anbau von Einkorn verliert an Bedeutung und Dinkel (*Triticum spelta*) sowie Gerste (*Hordeum vulgare*) werden wichtige Kulturpflanzen. Erste Makrorestfunde von Roggen (*Secale cereale*) datieren in die Bronzezeit. Daneben werden Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) und Kolbenhirse (*Setaria italica*) kultiviert. Hirsen und Leguminosen wurden während der Urnenfelderzeit angebaut und dienten möglicherweise als Viehfutter für anspruchsvolle Haustiere (KÜSTER, 1995). Von der Bronzezeit bis ins Mittelalter fand kein wesentlicher Wechsel der angebauten Getreide mehr statt (KÜSTER, 1995). Im Rahmen der Landnutzungsrekonstruktion zur Latènezeit sind demnach die Ackerflächen mit den für diese Zeit typischen Anbausorten nach KÜSTER (1995, s.o.) zu belegen.

Zusammenfassend ist für das Untersuchungsareal eine intensive agrarwirtschaftliche Nutzung während der Römischen Kaiserzeit sowohl archäologisch wie auch sedimentologisch-bodenkundlich nachweisbar (FISCHER, 1990; LEOPOLD & VÖLKEL, 2002a). Die latènezeitliche Nutzung wird mit etwa gleichen prozentualen Anteilen über die bodenkundlich-sedimentologischen Ergebnisse rekonstruiert, so daß eine Ableitung des Wald- und Offenlandanteiles aus den prozentualen BP/NBP-Verhältnis nicht möglich ist. Diesbezüglich geben die rekonstruierten Physiotope auf der Basis der Reliefanalyse und der bodenkundlich-sedimentologischen Detailkartierung in Kap. 4.4 wesentlich bessere Informationen.

Ein durch die Physiopenrekonstruktion vorgegebenes Verteilungsmuster von Waldflächen (vgl. Abb. 50) kann mittels der palynologischen Ergebnisse sowohl inhaltlich, d.h. mit den vorhandenen Baumarten, als auch mit den relativen Anteilen der Baumarten belegt werden. Damit erfüllt die Vegetationsrekonstruktion auch eine wichtige Validitätskontrolle der Physiopenrekonstruktion.

Ferner können die erarbeiteten Flächen auf Basis der Physiotope mit qualitativen vegetationskundlichen Inhalten belegt werden. Für die Bereiche der Waldstandorte wurde der oben bereits beschriebene Verlauf rekonstruiert, die Offenlandareale sind über das Pollendiagramm wie folgt charakterisiert. Getreidepollen und Pollen von Kulturzeigern treten

bereits im Neolithikum auf und bestätigen damit einerseits die kolluvialen Ablagerungen und andererseits auch die siedlungsarchäologischen Befunde jener Zeit. Im Anschluß ist die Vegetationszusammensetzung des Arbeitsgebietes bzw. einzelner Zeigerpflanzen für die jeweiligen Nutzungsarten für die Latènezeit zusammengestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die aufgelisteten Pflanzenarten für Grünland (Wiese oder Weide) für sich allein keine eindeutigen Grünlandzeiger sind (mündl. Mittlg. Dr. A. RAAB). Da die Physiotopenrekonstruktion in Kap. 4.4 eine Grünlandnutzung zur Latènezeit sehr wahrscheinlich macht, werden sie den Grünlandstandorten zugerechnet.

| Wald  | Acker   | Niedermoor   | Grünland                    |
|---|---|--|-----------------------------|
| Kiefer, Buche, Eiche,<br>Linde, Ahorn, Birke,<br>Hasel, Tanne | Emmer, Einkorn,<br>Gerste, Dinkel,<br>Rispenhirse | Weide, Erle,<br>Sauergräser,<br>Rohrkolben,<br>Mädesüß,<br>Echter Baldrian | Spitzwegerich,<br>Süßgräser |

*Tab. 8 Zusammenstellung der wichtigsten Arten und Zeigerpflanzen, die für die jeweilige Nutzungsart zur Latènezeit im Arbeitsgebiet rekonstruiert werden*

### 4.7 Chronologie

In der hier vorgestellten Bearbeitungsebene des Landnutzungsmodells sollen die Einzelbefunde der vorangegangenen Ebenen hinsichtlich ihrer chronologischen Stellung zueinander abgeglichen werden. Da das Arbeitsziel dieser Dissertation die Rekonstruktion eines latènezeitlichen Modells der Landnutzung ist, werden die Befunde des Arbeitsgebietes, die chronologisch zu dieser kulturellen Entwicklungsstufe gehören noch einmal zusammenfassend dargestellt. Archäologische Bauwerke und Artefakte, Radiokarbon-datierungen von organogenen Sedimenten und Holzkohlen, sowie sedimentstratigraphische Befunde, werden für den Aufbau der Chronologie im Arbeitsgebiet verwendet.

#### Archäologische Bauwerke und Artefakte

- Augenfällig, weil obertägig erhalten, ist die Viereckschanze von Poign im *Esterholz*. Ihre zeitliche Stellung in die Latènezeit respektive Spätlatènezeit ist schon durch ihre Formgebung unbestritten (u.a. SCHWARZ, 1958; STROH, 1975). Der Baubeginn dieser Schanzenanlagen setzt nach WIELAND (1999a: 69) um BC 175 ein.
- Bei Grabungen der bodenkundlichen Profile wurden mehrere Artefakte in Form von Scherben oder eines Gebrauchsgegenstandes gefunden. Spektakulärstes Objekt ist ein Gebißstück einer Pferdetränse, welches A. LANG (LMU München) eindeutig der Spätlatènezeit zuordnet. Fundort ist Profil 7038-76, wenige Meter östlich der Viereckschanze.
- Die Artefakte im Umfeld von Untermassing im südöstlichen Bereich des Arbeitsgebietes reichen in ihrer chronologischen Zeitspanne vom Neolithikum bis in die Neuzeit. Darunter befinden sich auch eindeutig der (Spät)latènezeit zugehörige typische Graphitton-Scherben (KAPPEL, 1969).
- Die Artefakte der archäologisch gegrabenen Siedlungsgruben auf dem Flurstück *Moosäcker*, werden in die Latènezeit, respektive die Frühlatènezeit gestellt (MÜLLER, 2000).
- Die Luftbildbefunde auf dem *Moosfeld* stammen nicht von einer verebneten Viereckschanze und fallen für eine latènezeitliche Chronologie aus.

### Radiokarbondatierungen

- Die Datierung eines Holzkohlestücks unter dem Ostwall der Viereckschanze im Übergang des verkippten AI-Horizonts zum in situ-AhI-Horizont ergibt ein Alter von BC 1.392 - 1.002 (Erl-504). Der daraus resultierende terminus post quem für den Zeitpunkt der Errichtung der Viereckschanze geht mit der archäologischen Einordnung des Bauwerks in die ausgehende Mittellatènezeit bzw. Spätlatènezeit konform.
- Die jüngsten Alter datierbarer Holzkohleflechter in den Kolluvien im unmittelbaren Umfeld der Viereckschanze werden mit AD 2 - 124 (Erl - 490) bzw. AD 2 - 124 (Erl - 492) bestimmt. Sie geben in Kombination mit den Artefakten derzeit das Ende der kolluvialen Sedimentation im Übergang von der Spätlatènezeit zur frühen Römischen Kaiserzeit vor.
- Die unterste kolluviale Zwischenlage in Profil 7038-153 ist ausweislich der Datierung der überlagernden Torfe (BC 43 - AD 215 / Erl-2696) in die Latènezeit bzw. frühe Römische Kaiserzeit zu stellen. Auf die chronostratigraphischen Unsicherheiten der Radiokarbondatierungen dieses Profils, die durch Reservoireffekte, Durchwurzelung tieferliegender Bereiche sowie evtl. Kontaminationen der Proben resultieren wurde bereits in Kap. 4.3.4 näher eingegangen. Dennoch scheint der Befund eines latènezeitlich bzw. kaiserzeitlichen Kolluviums realistisch, da an mehreren anderen Profilen in der selben Tiefenstufe latènezeitliche Alter ermittelt werden (7038-102 / 7038-111).
- Die kolluviale Phase ③ im Profil 7038-102 ist mit einem möglichen Ablagerungszeitraum von BC 405 - AD 55 (Hv-22848 / Hv-22847) der Latènezeit zuzuordnen.
- Die unterlagernden Torfe der Phase ③ in 7038-111 besitzen ein Alter von BC 365 - 42 (Erl-2438). Daher ist analog zu Profil 7038-102 ebenfalls eine Ablagerung zur Latènezeit sehr wahrscheinlich.

### Sedimentstratigraphische Befunde

- Die Bodenerosion auf dem Kuppenbereich östlich und westlich der Viereckschanze, die zu korrelaten Sedimenten in Form von resedimentiertem Solum in der Tiefenlinie führt, kann aus stratigraphischen Gründen nur nach dem Errichtungszeitpunkt der Graben-Wallanlage ablaufen. Die Entstehung der Kolluvien wird über die Stratigraphie mit post AD 200 (vgl. Kap. 2.5.2) vorgegeben und endet ausweislich der Radiokarbondatierungen zwischen AD 2 und AD 124 (s.o.).

Die Befunde, die anthropogenes Wirken im Arbeitsgebiet zur Latènezeit klar belegen, sind nach ihrer Art, Anzahl und Lage in Tab. 9 zusammengefaßt dargestellt. Sie sichern ein horizontales Verteilungsbild innerhalb des Untersuchungsgebietes ab.

| <b>Befunde mit latènezeitlichem Alter</b> |               |   |
|---|---------------|---|
| <b>Art</b>                                | <b>Anzahl</b> | <b>Räumliche Lage im Nutzungsmodell</b> |
| <sup>14</sup> C / Torf                    | 3             | 1 / 2 / 3                               |
| <sup>14</sup> C / Holzkohle               | 3             | 4 / 5 / 6                               |
| Areale mit Artefakten                     | 3             | 7 / 8 / 9                               |
| Bauwerke                                  | 1             | 10                                      |
| Siedlungen                                | 1             | 11                                      |
| Stratigraphie                             | 1             | 12                                      |
| <b>Summe</b>                              | <b>12</b>     |   |

*Tab. 9 Tabellarische Zusammenstellung räumlich getrennter Befunde latènezeitlichen Alters nach Art und Anzahl. Zur räumlichen Lage im Nutzungsmodell vgl. Abb. 54*

Insgesamt kann derzeit auf 12 Befundkomplexe mit latènezeitlichem Alter zurückgegriffen werden. Die Bereiche unmittelbar um die Viereckschanze von Poign lassen sich chronologisch in die Spätlatènezeit einordnen. Die Gesamtheit der Befunde zur Chronologie sichern das Modell bezüglich der Aussagekraft zur Latènezeit ab. Ihre räumliche Lage ist entsprechend der Numerierung im Landnutzungsmodell verzeichnet (Abb. 54). Die bodenkundlich-sedimentologischen Befunde sichern über die Stratigraphie die Punktinformationen der Datierungen meist über größere Areale ab. Da im Rahmen dieser Arbeit das primär nutzungszeitliche, (spät)latènezeitliche Umfeld der Viereckschanze untersucht wird, werden die mannigfachen Daten, die sowohl zu vorangegangenen, wie auch nachfolgenden Kulturepochen erarbeitet wurden, nicht weiter diskutiert. Sie bilden jedoch die Basis der Modellierung anderer Zeitstufen und können jederzeit in entsprechende Nutzungsmodelle eingebaut werden.

## 4.8 Landnutzungsmodell

Das Landnutzungsmodell stellt die letzte Bearbeitungsebene des in Kap. 1.2 festgelegten Arbeitsansatzes dar und ist das Endergebnis dieser Dissertationsschrift auf der höchsten, d.h. komplexesten Abstraktionsebene. Das latènezeitliche Landnutzungsmodell basiert auf den rekonstruierten Physiotopen, denen sedimentologisch-bodenkundliche, vegetationskundliche und siedlungsarchäologische Einzelbefunde zugewiesen sind. Die Flächen sind mit vielfältigen qualitativen Inhalten belegt. Im GIS werden die jeweiligen Flächenanteile ermittelt (Abb. 53). Ihre Lage ist in Abb. 54 graphisch wiedergegeben.

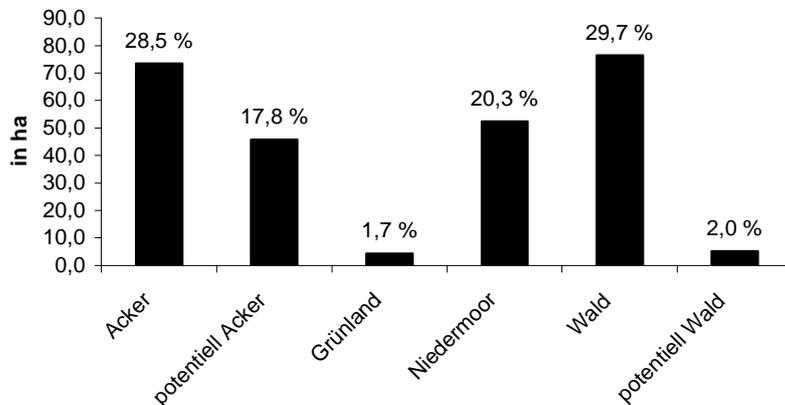


Abb. 53 Darstellung der absoluten Flächen in ha und prozentualen Anteile an der Gesamtfläche des latènezeitlichen Landnutzungsmodells im Nutzungsartenmosaik (ohne Siedlungsflächen)

Insgesamt werden 73,4 ha (28,5 % Flächenanteil) als Ackerstandort ausgewiesen. Die Ackerflächen des Arbeitsgebietes sind in ihrer Nutzungsart durch die Existenz latènezeitlich resedimentierten Solums festgelegt, dessen Erosion durch eine ackerbauliche Bodennutzung initiiert wurde. Im Rahmen der Vegetationsgeschichte wurden bereits die über Pollen nachweisbaren Anbausorten der Latènezeit erläutert (Kap. 4.6). Gerste, Rispenhirse, Emmer, Einkorn und Dinkel sind die hier vor Ort belegbaren Anbausorten. Ab der Latènezeit verlaufen die Kurven der Getreidepollen und der Siedlungszeiger kontinuierlich, was diese Epoche als den Beginn eines intensiven landwirtschaftlichen Nutzungszeitraums dokumentiert. Die Dominanz der Agrarstruktur vor Ort hält bis heute an. Über die tatsächliche Größe einzelner Ackerflächen können derzeit nur vage Aussagen gemacht werden. Eine Übertragung von Feldgrößen nordeuropäischer Celtic Fields ins Arbeitsgebiet ist aufgrund der differierenden naturräumlichen Ausstattungen wie auch soziokulturellen Unterschiede nicht möglich. Dennoch gibt die Verteilung von Wald und Ackerflächen einen

Hinweis auf die Maximalgrößen der latènezeitlichen Felder. Im Nordbereich des Landnutzungsmodells wird die als Acker gekennzeichnete Fläche (RW 4506600 - 4507100) im Westen und im Osten von Wald begrenzt. Die maximale West-Ost Ausdehnung der Ackerflächen ergibt hier 500 m.

Als potentielle Ackerflächen wurden vom Modell jene Areale ausgewiesen, die exakt die gleichen Standortbedingungen wie die heutigen Ackerflächen besitzen. Diese, durch ihr vergleichsweise flaches Relief und beste Lößböden für Ackerbau prädestinierten Bereiche, umfassen eine Fläche von 45,8 ha, also 17,8 % der Gesamtfläche. Eine kolluviale Sedimentation zur Latènezeit konnte hier nicht direkt über Datierungen belegt werden. Dies bedeutet nicht, daß es zu jener Zeit keine Kolluvien, die von diesen Flächen ausgingen, gab. Da die Parzellen zur Latènezeit vermutlich ein wesentlich engeres Muster aufwiesen, ist eine Ablagerung korrelater Sedimente des Ober- oder Mittelhanges in den Tiefenlinien nicht immer zwingend zu fordern. Eine Akkumulation in einem parzellierten Mittelhang ist durchaus wahrscheinlich. Die latènezeitlichen Ablagerungsbedingungen sind demzufolge wesentliche Determinanten der Fragestellung dahingehend, ob es heute gelingt, jene Kolluvien nachzuweisen (LEOPOLD & VÖLKELE, 2002b). Darüber hinaus konnten aus Kostengründen weder alle kolluvialen Zwischenlagen in den Niedermooren datiert werden, noch konnten alle Hangfußkolluvien über OSL-Datierungen oder <sup>14</sup>C-Datierungen von Holzkohleflittern zeitlich näher eingeordnet werden. Eine prämittelalterliche Akkumulation kolluvialer Sedimente in den Tiefenlinien kann für die potentiellen Ackerflächen des Modells nachgewiesen werden. Für sämtliche (potentiellen) Ackerareale ist selbstverständlich eine abschnittsweise oder zeitweise andersartige Nutzung, wie z.B. als Grünlandstandort oder auch kurzzeitige Waldnutzung, denkbar und durchaus auch wahrscheinlich. Auf der Basis der mannigfachen Befunde gibt das Modell hier die wahrscheinlichste Nutzungsart wieder.

Der rekonstruierte Standort für eine Grünlandnutzung stimmt mit der Verbreitung der kolluvialen Akkumulationsterrasse (vgl. Abb. 50) im südöstlichen Unterhang des *Moosfeldes* überein und erreicht eine Fläche von 4,4 ha bzw. 1,7 % der Gesamtfläche. Da hier in den Torfen des Niedermoors keine minerogenen Zwischenlagen nachweisbar sind, muß am Moorrand ein effektiv funktionierendes System existiert haben, welches dazu führte, daß oberhalb erodiertes Solum in diesem schmalen Streifen zur Ablagerung kam. Ein kleinräumiger Nutzungswechsel in Verbindung mit dem hier konkaven Hangrelief reduziert den Oberflächenabfluß und begünstigt eine Versickerung und die damit einhergehende Ablagerung von Kolluvien (u.a. BORK, 1988: 149f.). Ein dichter, verkrauteter, eventuell auch verbuschter Grünlandsteifen, scheint hier seit jeher die Ablagerung von Kolluvien an der Grenze zur Dauervegetation begünstigt zu haben (vgl. RICHTER, 1998c: Abb. 35).

Die Niedermoorstandorte zur Latènezeit waren wesentlich ausgedehnter als dies heute der Fall ist (vgl. Tab. 7). Ihre Fläche betrug in der Latènezeit ca. 52 ha, was ein Fünftel der

Fläche des Arbeitsgebietes entspricht. Das Moorwachstum ist trotz immer wiederkehrender kolluvialer Deposition auf die Moorflächen in prähistorischer Zeit nie ganz zum Erliegen gekommen. Auf den nur 5 - 30 cm mächtigen minerogenen Zwischenlagen konnte zu keinem Zeitpunkt Agrar- oder Viehwirtschaft betrieben werden. Diese Bereiche müssen als Ödland gewertet werden, das eventuell für die Entnahme von Schilfrohr oder für die Rodung und Verarbeitung den Moorrand begleitender Bäume (Erlen / Weiden) genutzt wurde. Befunde, die auf Baustrukturen eines Weges zum Passieren der Moore (z.B. Bohlenweg) hinweisen, gibt es nicht. Während der Latènezeit sind weite Teile der Tiefenlinien von relativ intakten, offenen Niedermoorflächen belegt. Erst die massiven mittelalterlichen und neuzeitlichen kolluvialen Ablagerungen in der Tiefenlinie zerstörten in weiten Teilen das Ökosystem Niedermoor.

Die Reflexionen der Radarmessungen belegen einen mäandrierenden Bachverlauf durch die Moorflächen. Rezent wird dieser Bach auch intensiv mit Zuläufen aus den drainierten Äckern gespeist, so daß für die Latènezeit nicht zwingend mit einem kontinuierlichen, das ganze Jahr über andauernden Abfluß gerechnet werden darf, wie dies von HILGART an der Lokalität *Moosäcker* durch aktualistische Betrachtung dargelegt wird (zitiert in MÜLLER, 2000).

76,4 ha oder knapp 30 % der Gesamtfläche werden als latènezeitliche Waldstandorte ausgewiesen. Die Diversität dieser Wälder wurde im Rahmen der Vegetationsgeschichte erläutert. Zusammenfassend können sie als Mischwaldbestände klassifiziert werden, die überwiegend von Kiefer, Esche, Birke, Eiche, Buche und Linde aufgebaut werden. Die rekonstruierten Wälder sind primär an die Sedimentverbreitung der sandigen Fazies der Feldspatsande gekoppelt. Von den Hängen der Waldstandorte gehen keine Kolluvien aus, die als Zwischenlagen in die Moore eingetragen sind. Dieser Befund untermauert ihre Nutzung als Waldstandort. Es kann und soll hier nicht ausgeschlossen werden, daß zeitweise (potentielle) Ackerstandorte in Abschnitten als Wald oder Niederwald genutzt wurden. Die Auflösung solcher kleinräumiger Variationen kann derzeit aber im Rahmen dieser Rekonstruktion nicht geleistet werden.

Die als potentieller Waldstandort ausgewiesene Fläche im Nordosten des Arbeitsgebietes umfaßt ein Areal von 5,1 ha oder 2 % der Gesamtfläche. Da hier analog zu den Waldstandorten keine kolluvialen Zwischenlagen im Moor nachzuweisen sind, wird dieser Bereich als Waldstandort klassifiziert.

Generell errechnet sich daraus eine Verteilung von Wald- zu Offenlandflächen im Verhältnis von 1 : 2. Wird jedoch Offenland als potentiell landwirtschaftlich nutzbar definiert, fallen die Niedermoores aus diesen Flächen heraus. Es errechnet sich zur Latènezeit ein Verhältnis von 52 % Wald zu 48 % Offenland. Dies bedeutet nahezu eine Zweiteilung ackerbaulich ungeeigneter Bereiche zu agrarisch potentiell nutzbaren Arealen. Knapp ein Drittel der

## 4.8 Landnutzungsmodell

Gesamtfläche ist als latènezeitlicher Ackerstandort über datierte Kolluvien sicher nachweisbar.

Die derzeit belegbaren keltischen Siedlungen im Untersuchungsgebiet sind im Modell bezüglich ihrer Lage und Ausdehnung lediglich rein schematisch wiedergegeben. Sie belegen unzweifelhaft eine anthropogene Nutzung des Arbeitsgebietes in jener Zeit. Insbesondere in der siedlungsarchäologischen Verteilung sind aber noch große Lücken zu verzeichnen, da die Waldgebiete in der Umgebung der Viereckschanze von Poign nie systematisch prospektiert wurden.

Generell wird das Modell als ein Rekonstruktionsversuch auf Basis vorhandener Daten gewertet. Es ist für neue Erkenntnisse, Daten, Erweiterungen etc. jederzeit offen und kann teilweise in andere Zeitepochen extrapoliert werden (vg. LEOPOLD & VÖLKELE, 2002a).

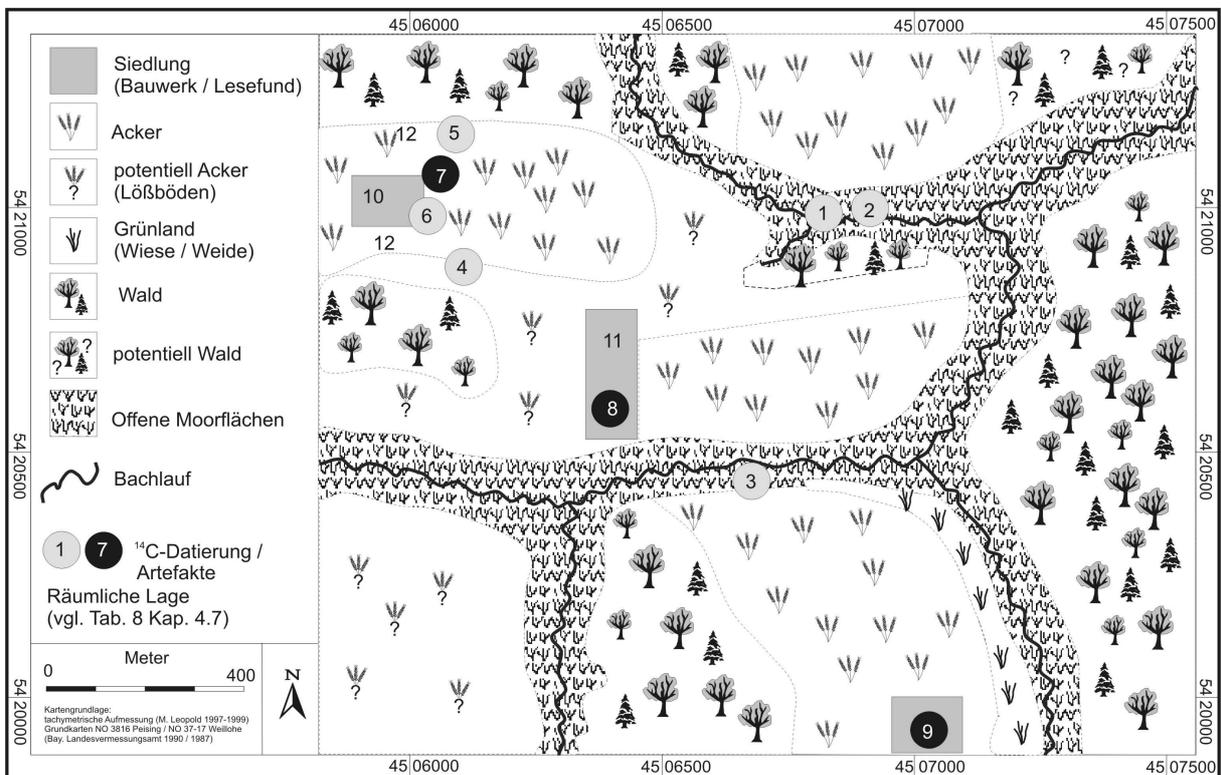


Abb. 54 Latènezeitliches Landnutzungsmodell im Untersuchungsgebiet. Verteilung der rekonstruierten Wald-, Acker-, Grünland- und Moorareale

## 5 Diskussion des Landnutzungsmodells

Die Diskussion des Landnutzungsmodells gliedert sich in zwei Teilbereiche auf. Zum einen wird die in Kap. 1.2 skizzierte, neuartige Vorgehensweise zur Landnutzungsrekonstruktion methodenkritisch diskutiert sowie die Vor- und Nachteile dargelegt. Im zweiten Abschnitt wird das in Kap. 4.8 erstellte Landnutzungsmodell hinsichtlich seiner Aussagen mit Hinweisen aus anderen Arbeiten verglichen und bewertet.

Der Arbeitsansatz zur Erstellung eines Landnutzungsmodells gliedert sich in neun Bearbeitungsebenen auf. Der Grundgedanke ist, einzelne, voneinander unabhängige Module zu schaffen, die jederzeit ergänzt bzw. modifiziert werden können. Wenngleich sich m. E. der in Abb. 1 dargestellte zeitliche Ablauf als sinnvoll erwiesen hat, ist er keineswegs zwingend. Eine zeitlich parallele Bearbeitung einzelner Module, teilweise auch in anderer Reihenfolge, ist durchaus möglich. Die Ebene I (Eignungsprüfung) ist jedoch zu Beginn der Untersuchungen zu bearbeiten. Ihr muß hohe Aufmerksamkeit geschenkt werden, um nachfolgende Module sinnvoll und in voller Breite bearbeiten zu können (vgl. BORK et al., 2001: 43). Eine gewisse Schlüsselposition besitzen die Bearbeitungsebenen IV (Physiotopen Rekonstruktion), VIII (Chronologie) und IX (Landnutzungsmodell). Sie sind als syngenetisches Produkt der Ergebnisse vorangegangener Module zu verstehen, da hier Daten verschnitten werden. Diese Ebenen sind besonders anfällig für Fehler, weil dort Datenlücken vorangestellter Module wieder auftreten. Sie sind mit Sorgfalt zu bearbeiten, wobei gegebenenfalls Einzelareale gesondert diskutiert werden müssen. Beispielsweise werden im Rahmen der Physiotopenrekonstruktion Areale, für welche die Befunde der Reliefanalyse und der pedologisch-sedimentologischen Kartierung nicht übereinstimmen, jeweils gesondert diskutiert und abschließend klassifiziert. Zusätzlich kommen in allen Modulen die bekannten Schwankungen und Fehlerbereiche der einzelnen Methoden (Reliefvermessung; Feldansprache; Kartierung; Laboranalytik etc.) hinzu (z.B. LESER, 1977, BARSCH et al., 2000). Um diesen potentiellen Unwägbarkeiten zu begegnen, ist zwingend ein multivariates Methodenspektrum einzusetzen. Eine Fragestellung kann so unabhängig von mehreren Methoden bearbeitet werden, was übereinstimmenden Ergebnissen eine gewisse Sicherheit verleiht. So wird beispielsweise die Kolluvialterrasse (vgl. Abb. 43) über Feldbegehungen entdeckt, durch Luftbilder weiträumig lokalisiert, über die Vermessung morphologisch dargestellt, mit Hilfe von Feldarbeiten verifiziert (bzw. falsifiziert), über eine Laboranalytik unterstützend charakterisiert, mittels verschneidender Kartierung hinsichtlich der horizontalen Lage eingegrenzt und über Berechnungen im GIS dreidimensional bilanziert. Die Volumenbilanz sowie die Boden- und Sedimentcharakteristika wiederum werden mit Hilfe rezenter, erosiv gekappter bzw. fossilisierter Böden und Sedimente abgeglichen und hinsichtlich der Genese einer Validitätsprüfung unterzogen (vgl. auch

VÖLKELE et al., 1998). All dies bedeutet neben dem methodischen Hintergrund vor allem einen hohen personellen und zeitlichen Einsatz bei den Geländearbeiten. Im Mittelpunkt des Methodenkontextes stehen die Feldarbeiten, deren Ergebnisse zusammenfassend in der Physiotope-rekonstruktion (Bearbeitungsebene IV) Ausdruck finden, womit sich der Arbeitsansatz in hohem Maße an den Vorschlägen von LESER (2000: 34) orientiert, der die Geländearbeit mit einer mehrstufigen Methodik als elementare Basis physisch-geographischer Arbeiten sieht.

Den eigenen Arbeitsansätzen am nächsten kommen die Vorschläge von BORK et al. (2001), deren Methoden bzw. Arbeitsschritte sich wie folgt gliedern:

- |    |  |
|----|--|
| 1  | Identifikation von Schlüsseinzugsgebieten  |
| 2  | Erste Geländebegehung  |
| 3  | Detaillierte Feldaufnahme  |
| 4  | Definition einer vorläufigen prozeß-basierten Stratigraphie  |
| 5  | Beprobung von datierbarem Material und Datierungen   |
| 6  | Beprobung und Laboranalysen  |
| 7  | Vollendung der prozeß-basierten Stratigraphie  |
| 8  | Quantifizierung von Bodenerosion und Sedimentation   |
| 9  | Detaillierte und abschließende Analyse von Schriftquellen  |
| 10 | Abschließende Interpretation der rekonstruierten vierdimensionalen Entwicklung des untersuchten Schlüsseinzugsgebietes |

Tab. 10 Methoden der vierdimensionalen Landschaftsanalyse nach BORK et al. (2001: 43)

Die aufgelistete Vorgehensweise führt zur vierdimensionalen Landschaftsanalyse (vgl. Tab. 10), wodurch BORK et al. (2001) gute Ergebnisse im Umfeld tiefgreifender, durch Erosionsprozesse hervorgerufener Schluchten (Gullies) erzielen. Die methodischen Inhalte lassen sich teilweise auch im Arbeitsschema (Abb. 1) dieser Dissertationsschrift wiederfinden und werden durch weitere eigene Ansätze ergänzt. Der Methodenansatz nach BORK et al. (2001) ist primär auf singuläre Erscheinungen der Landschaft (Schlüsseinzugsgebiete) ausgerichtet. Die eigenen Überlegungen verfolgen einen flächigen, allgemeineren Ansatz. Sie erheben nicht den Anspruch die Landschaft als Komplettsystem, sondern die Landnutzung als „*Momentaufnahme des horizontalen Verteilungsmusters der Flächennutzungsart*“ (vgl. Kap. 1.3) zu einem gewissen Zeitpunkt zu rekonstruieren. Ein Flächenansatz ist im Wissen um die hohe Heterogenität der Landnutzung zwingend notwendig (vgl. LITT, 1986), um raum-zeitlich stark differenzierte Einzelbefunde zu einem Komplettbild zusammenzufügen. Dabei werden voneinander unabhängige Flächen (Physiotope) einer potentiellen Nutzungsart (z.B. Wald, Acker, Grünland, Ödland etc.) lokalisiert, um nachfolgend mit Inhalten (z.B. Vegetation, Feldfrüchte, Siedlungsart etc.) belegt zu werden. Das bedeutet beispielsweise, daß prozentual errechnete Werte einer Vegetationsrekonstruktion (z.B. BP/NBP - Werte) nicht beliebig im Raum visualisiert werden,

sondern den potentiell dafür in Frage kommenden, rekonstruierten Wald- bzw. Offenlandflächen zugewiesen werden. Es wird somit einerseits die enge Verflechtung von Landnutzung und Physiotopegefüge verdeutlicht (vgl. MÜLLER-WILLE, 1955) und andererseits dem Grundsatz Rechnung getragen, daß Physiotope den bestimmenden Teil des naturräumlichen Grundgefüges darstellen (TROLL, 1950).

Da mit der Vorstellung der Ergebnisse der einzelnen Bearbeitungsebenen des Landnutzungsmodells in den einzelnen Kapiteln auch ihre Validität und Aussagekraft erörtert werden, wird nachfolgend das Landnutzungsmodell und dessen Endergebnis zur Verteilung von Wald- und Offenland diskutiert.

Das in Abb. 54 wiedergegebene, latènezeitliche Landnutzungsmodell ist das syngenetische Produkt des zuvor skizzierten Arbeitsansatzes. Es abstrahiert die Ergebnisse der einzelnen Bearbeitungsschritte auf der höchsten Ebene und stellt die nach derzeitiger Datenlage wahrscheinlichste Nutzungsart zur Latènezeit dar. Es weist den abgrenzbaren und flächenmäßig quantifizierbaren Nutzungsflächen Inhalte zur (quasi)natürlichen Vegetation, zu Anbausorten, zur Siedlungsverteilung sowie zu Teilaspekten der Hydrologie zu und kann sowohl in vorangegangene, als auch in nachfolgende Zeitepochen extrapoliert werden. Im Beispielfall errechnet sich ein potentieller Anteil von 48 % Offenlandschaft zu 52 % Wald bzw. agrarisch nicht genutzter Areale (vgl. Kap. 4.8). Ein Drittel des Untersuchungsgebietes ist über datierbare korrelierte Sedimente der Bodenerosion sicher als latènezeitlicher Agrarstandort belegbar. Die rekonstruierten Werte stehen in Widerspruch zu den Werten von PÖLLATH (2001: 33). Tierknochenbestimmungen, belegen ein für geschlossene Waldareale typisches Wildtierspektrum woraus sich lediglich 10 % Offenland zur Latènezeit errechnet. Auch das Verhältnis von Baumpollen zu Nichtbaumpollen  $> 1:9$  BP/NBP im unmittelbaren Untersuchungsgebiet läßt gemäß der Ausführungen von AABY (1994) auf eine wenig geöffnete latènezeitliche Landschaft schließen. Für diese Diskrepanz können mehrere Ursachen verantwortlich sein.

Erstens könnte das Landnutzungsmodell falsche Ergebnisse produzieren. Die Stärken und Schwächen des Arbeitsansatzes, welcher zum Landnutzungsmodell führt, werden weiter oben dargelegt. Da die Ergebnisse mit Hilfe vieler verschiedener Methoden erzielt werden und somit nicht auf einer einzigen basieren, scheint die Validität des Modells indes durchaus gesichert zu sein. Unsicherheiten zur Chronologie, die sich beispielsweise aus Radiokarbon-Datierungen oder archäologischer Typologie ergeben, sind gleichermaßen auch bei der Vegetationskunde bzw. Tierknochenbestimmung gegeben. Sie fallen somit als Diskrepanzursache aus, bzw. egalisieren sich. Da die Ackerstandorte über die korrelierten Sedimente der Tiefenlinie rekonstruiert werden, besteht ein unmittelbarer örtlicher Zusammenhang zwischen Geoarchiv und rekonstruierter Fläche. Dies ist weder bei der Methode der archäozoologischen Tierknochenbestimmung noch bei der Methode der Palynologie der

Fall, weshalb hier Unterschiede in den Berechnungen bzw. Schätzungen der Flächenanteile auftreten können. Offenlandanteile, die über Berechnungen aus Tierknochenfunden oder über Berechnungen aus dem BP/NBP-Anteile ermittelt werden, unterschätzen die wirklichen Anteile unter Umständen bei weitem.

Eine weitere Ursache der Diskrepanz könnte darauf zurückzuführen sein, daß das rekonstruierte Landnutzungsmuster des Modells ist nicht repräsentativ ist. Es besteht die Möglichkeit, daß die Heterogenität der Landnutzung zur Latènezeit zu groß war, um Ergebnisse einzelner Untersuchungsgebiete überregional zu deuten. Diese Überlegung geht konform mit den Ergebnissen von JÄGER (1994: 81), der 10 - 20 % Offenlandanteil an der Gesamtfläche zur Zeitenwende schätzt und ausdrücklich auf die erheblichen regionalen Unterschiede verweist. Speziell in Altsiedelgebieten (also auch im Untersuchungsgebiet) mit den bekannten edaphischen und klimatischen Gunstbedingungen muß mit erhöhten Offenlandanteilen gerechnet werden (vgl. JÄGER, 1994: 15). Er verweist ausdrücklich auf fehlende Zahlen, welche die groben Schätzungen belegen können und fordert kleinräumige Untersuchungen zur Datenerhebung (JÄGER, 1994: 81). Unter diesem Gesichtspunkt stellen die Ergebnisse zur Rekonstruktion des Wald- und Offenlandanteiles zur Latènezeit in der hier vorliegenden Arbeit ein bislang erstes Ergebnis dar. Für das Arbeitsgebiet wie generell wird erstmalig ein latènezeitliches Landnutzungsmodell vorgestellt, welches durch belastbare, mit Hilfe naturwissenschaftlicher Methoden gewonnener Daten, rekonstruiert wurde.

### Fazit:

Der entscheidende Vorteil des Modells ist seine räumliche Aussagekraft. Die Punktinformationen der Bohrungen und Profilgruben sowie die linear verlaufenden Befunde der prozeßgenetischen Catenen werden über die Physiotopenrekonstruktion zu Flächenbefunden mit spezifischen Inhalten (Vegetation, Archäologie etc.) konfiguriert. So entsteht ein Landnutzungsmodell der Vergangenheit, welches mit der rezenten Landnutzungsstruktur verglichen werden kann. Gerade vor dem Hintergrund einer vermeintlich oder tatsächlich steigenden Gefahr zunehmender Naturrisiken im Rahmen des *Global Change* und deren mögliche Auswirkungen wie Überflutungen, Dürrekatastrophen, Bodendegradation etc. ist der vergleichende Blick in die Vergangenheit dringend erforderlich (vgl. MILLY et al., 2002; PALMER & RÄLSÄNEN, 2002). Nur so kann diskutiert werden, ob derartige Naturereignisse das Resultat eines Klimawandels und / oder die Folge sich wiederholt ändernder Landnutzungsstrukturen sind. SLAYMAKER (2002) verdeutlicht wie wichtig es ist, die Landnutzung durch den Menschen mit in die Diskussion allgemeiner Prognosemodelle aufzunehmen. Daß dies trotzdem kaum geschieht verwundert um so mehr, da die Wechselbeziehungen Mensch-Umwelt schon lange Gegenstand der Forschung seitens der

Geowissenschaften sind (u.a. STARKEL, 1992, HEINE, 1994, VITOUSEK et. al., 1997). Es mangelt jedoch an Modellen, welche die vielfältig benannten Prozesse und Wirkungsgefüge für die Vergangenheit umsetzen und die Auswirkungen rekonstruieren können. Die Basis derartiger Modelle müssen Landnutzungsrekonstruktionen sein, die mit Hilfe multivariater Methoden in einem interdisziplinären Kontext gewonnen werden. Die hier vorliegende Dissertationsschrift soll einerseits einen Weg aufzeigen, wie solche Daten zu gewinnen sind. Andererseits dient das rekonstruierte latènezeitliche Landnutzungsmodell als Beitrag eines in Zukunft hoffentlich breiten Datenpools vergangener Landnutzungsstrukturen. In Zeitreihen kann so der anthropogen verursachte Wandel im Kulturräum erfaßt und dargestellt werden. Damit werden die Grundlagen für interdisziplinäre Forschungen geschaffen, und es wird eine Validierungsbasis für Prognosemodellen erarbeitet.

## 6 Zusammenfassung

Die Frage nach den Auswirkungen menschlichen Handelns im Natur- bzw. Kulturraum und die daraus resultierenden Rückkoppelungen nehmen in den Natur- und Geisteswissenschaften seit jeher eine wichtige Stellung ein. Das Landnutzungsmuster eines Areals unterliegt über Generationen hinweg einem stetigen Wandel. Dieses Muster der Vergangenheit gilt es im Rahmen einer Landnutzungsrekonstruktion über geeignete Geoarchive mit Hilfe multivariater Methoden zu erfassen.

Verschiedene zum Teil aufeinander aufbauende Bearbeitungsebenen führen zu einem Landnutzungsmodell. Wichtigste Determinanten anthropogener Landnutzung sind das Relief und der Boden, welche zu Beginn der Rekonstruktion dargestellt werden.

Eine dreidimensionale Reliefanalyse im GIS trennt steile Reliefeinheiten von flachen und führt zur Ausgliederung von potentiell für Ackerbau geeigneten oder ungeeigneten Arealen. Daraus resultiert eine erste Aufteilung des Arbeitsgebietes in ein Drittel potentiell Wald und zwei Drittel potentiell für Ackerbau geeignet. Vermessungsdaten bilden zudem die Grundlage pedologischer feinstratigraphischer Ansätze.

Eine bodenkundlich-sedimentologische Detailkartierung charakterisiert Sedimente und Böden und bildet die Grundlage prozeßgenetischer Bodencatenen, die in der Ausgliederung einer pedologisch-sedimentologisch basierten Wald-Offenland Verteilung resultieren. Die Daten werden aus unterschiedlichsten Geoarchiven mit Hilfe feldbodenkundlicher, geophysikalischer, laboranalytischer Methoden gewonnen und rechnergestützt verarbeitet. Wichtigste Geoarchive im Arbeitsgebiet sind Niedermoore und Kolluvien, die sich teilweise verzahnen und dadurch einen einzigartigen, vielfältigen Speicher der wechselvollen Landnutzung darstellen.

Die Verschneidung der Ergebnisse aus der Reliefanalyse sowie aus der Detailkartierung der Böden und Sedimente führt zur Abgrenzung von Physiotopen. Die Tope sind Areale einheitlicher Nutzung wie Wald, Acker, Grünland oder Niedermoor etc. und bilden die Grundlage für ein Landnutzungsmodell.

Eine Kartierung zu einem vorab definierten Kulturabschnitt [hier Latènezeit] erarbeitet die Verteilung siedlungsarchäologischer Befunde im Untersuchungsgebiet.

Palynologisch basierte Arbeiten zur Vegetationsgeschichte weisen den Flächen der Physiotopen Inhalte zu. Neben der Artenzusammensetzung wird auch dessen zeitliche Entwicklung in Folge zu- oder abnehmender Einflußnahme durch den Menschen dargestellt.

Im weiteren Verlauf wird eine Chronologie erarbeitet, die auf den Daten der Pedologie, der Stratigraphie, der archäologischen Typologie sowie der Vegetationsgeschichte basiert. Sie wird mit Altern aus Absolutdatierungen ( $^{14}\text{C}$ ) abgeglichen. Als Ergebnis werden zwölf

latènezeitliche Befundkomplexe herausgearbeitet, die das Landnutzungsmodell chronologisch absichern.

Die komplexeste Bearbeitungsebene bildet das Landnutzungsmodell, welches das Endergebnis der Datenverschneidung vorangegangener Arbeitsschritte darstellt. Es spiegelt das räumliche Muster der wahrscheinlichsten Nutzungsart zur Latènezeit wider. Für knapp ein Drittel der Modellfläche ist eine Ackernutzung belegt, für weitere 17,8 % ist diese sehr wahrscheinlich. Die Wälder besitzen einen Flächenanteil von gut 30 % während auf über 20% der Fläche Niedermoore existierten.

Das Modell ist offen für neue Daten und kann in andere kulturhistorische Zeitabschnitte extrapoliert werden.

## 7 Literaturverzeichnis

AABY, B. (1994): NAP-percentages as an expression of cleared area. - FRENZEL, B. (ed.): Evaluation of land surfaces cleared from forests in the Roman Iron Age and the time of migrating Germanic tribes based on regional pollen diagrams. *Paläoklimaforschung*, **12**: 13-27.

AG BODEN (1994<sup>4</sup>): *Bodenkundliche Kartieranleitung*. - Herausgegeben von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland, Hannover, 392 S.

AHNERT, F. (1999<sup>2</sup>): *Einführung in die Geomorphologie*. - Stuttgart, 440 S.

AK BODENSYSTEMATIK (1998): *Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands*. - *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, **86**, 180 S.

ANNAN, A.P. & COSWAY, S.W. (1992): *Ground penetrating radar survey design. - pulseEKKO IV RUN: User's Guide, Sensors & Software*, Mississauga, 135 S.

AUERSWALD, K. (1998): *Bodenerosion durch Wasser*. - RICHTER, G. (Hrsg.): *Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems*: 61-68.

AUERSWALD, K. & SCHMIDT, F. (1986): *Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern. Karten zum flächenhaften Bodenabtrag durch Regen*. - BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): *GLA Fachberichte*, **1**, 74 S.

BAHRENBERG, G., GIESE, E. & NIPPER, J. (1990): *Statistische Methoden in der Geographie 1*. - Stuttgart, 233 S.

BAKELS, C. (1978): *Four linear bandkeramik settlements and their environment. A palaeoecological study of Sittard, Stein, Esloo and Hienheim*. - *Analecta Praehistorica Leidensia*, **11**, 244 S.

BARNHISEL, R.I., & BERTSCH, P.M. (1989): *Chlorites and Hydroxy-Interlayered Vermiculite and Smectite*. - DIXON, J.B. & WEED, S.B. (eds.): *Minerals in Soil Environments*. SSSA Book Series **1**: 729-788.

BARSCHE, H. (2000): *Anforderungsprofil*. - BARSCHE, H., BILLWITZ, K. & BORK, H.-R. (Hrsg.): *Arbeitsmethoden in der Physiogeographie und Geoökologie*: 17-24.

BARSCHE, H., BILLWITZ, K. & BORK, H.-R. (2000): *Arbeitsmethoden in der Physiogeographie und Geoökologie*. - Gotha, 612 S.

BASTIAN, O. & SCHREIBER, K.-S. (1999): *Analyse und Ökologische Beschreibung der Landschaft*. - Heidelberg, 564 S.

BAUER, A. (1993): *Bodenerosion in den Waldgebieten des östlichen Taunus in historischer und heutiger Zeit - Ausmaß, Ursachen und geoökologische Auswirkungen*. - *Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten, Serie D* **14**, 194 S.

BAYFORKLIM (Bayerischer Klimaforschungsverbund) (1996): *Klimaatlas von Bayern*. - München, 48 S.

BEESE, J. (1990): *Die keltischen Viereckschanzen*. - *Jahrbuch für schwäbisch-fränkische Geschichte*, **32**: 13-33.

BEHRE, K.-E. (2000): Der Mensch öffnet die Wälder - zur Entstehung der Heiden und anderer Offenlandschaften. - BAYERISCHE AKADEMIE der WISSENSCHAFTEN (Hrsg.): Entwicklung der Umwelt seit der letzten Eiszeit. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, **18**: 103-116.

BEHRE, K.-E. & KUCAN, D. (1986): Die Reflexion archäologisch bekannter Siedlungen in Pollendiagrammen verschiedener Entfernung. Beispiele aus der Siedlungskammer Flögeln, Nordwest Deutschland. - BEHRE, K.-E. (ed.): Anthropogenetic indications in pollendiagrams: 95-114.

BENDER, H. (2001): Bauliche Gestalt und Struktur römischer Landgüter in den nordwestlichen Provinzen des Imperium Romanum. - HERZ, P., & WALDHERR, G. (Hrsg.): Landwirtschaft im Imperium Romanum. Pharos, **14**: 1-40.

BENDER, H. (1997): Agrargeschichte Deutschlands in der Römischen Kaiserzeit innerhalb der Grenzen des Imperium Romanum. - LÜNING, J., JOCKENHÖVEL, H., BENDER, H. & Capelle, T. (Hrsg.): Deutsche Agrargeschichte. Vor- und Frühgeschichte: 263-374.

BERGLUND, B. E. & RALSKA-JASIEWICZOWA, M. (1986). Pollen analysis and pollen diagrams. - BERGLUND, B. E. (ed.): Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology: 455-484.

BESCHOREN, B. (1955): Die Vorlandmolasse im Gebiet der unteren Isar. - ABELE, G. (Hrsg.): Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300.000: 59-67.

BEUG, H.-J. (1961): Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. - Stuttgart, 63 S.

BEUG, H.-J., HENRION, I. & SCHMÜSER, A. (1999): Landschaftsgeschichte im Hochharz. Die Entwicklung der Wälder und Moore seit dem Ende der letzten Eiszeit. - Clausthal-Zellerfeld, 454 S.

BIRKLAND, P.W. (1999): Soils and Geomorphology. - New York, 430 S.

BITTEL, K., SCHIEK, S. & MÜLLER, D. (1990): Die Keltischen Viereckschanzen. - Atlas archäologischer Geländedenkmäler in Baden-Württemberg 1. - Stuttgart, 398 S.

BLEICH, K. & PAPENFUß, K.-H. (1996): Ein altes Kolluvium und die spätpleistozän-frühholozäne Bodenentwicklung in der Lößlandschaft des Kraichgau (SW-Deutschland). - FELIX-HENNINGSEN, P. (Hrsg.): Böden als Zeugen der Landschaftsentwicklung: 85-91.

BLÜTHGEN, J. & WEISCHET, W. (1980): Allgemeine Klimageographie. Lehrbuch der Allgemeinen Geographie. - Berlin, 887 S.

BLUME, H.-P. & SCHWERTMANN, U. (1969): Genetic evaluation of profile distribution of aluminium, iron and manganese oxides. - Soil Science Society of America Proceedings, **33**: 438-444.

BOARDMAN, J. (1992): Current erosion in the South Downs: Implication for the past. - BELL, M. & BOARDMAN, J. (eds.): Past and present soil erosion. Oxbow Monograph, **22**: 9-19.

BOARDMAN, J. & FAVIES-MORTLOCK, D. (1999): Frequency-magnitude distributions for soil erosion, runoff and rainfall - a comparative analysis. - Zeitschrift für Geomorphologie. Neue Folge, Supplementband, **115**: 51-70.

BOLT, A., MÜCHER, H., SEVINK, J. & VERSTATEN, J. (1980): A study on loess-derived colluvia in southern Limbourg (the Netherlands). - *Netherlands Journal of Agricultural Science*, **28**: 110-126.

BORK, H.-R. (1983): Die holozäne Relief- und Bodenentwicklung in Lößgebieten. Beispiele aus dem südöstlichen Niedersachsen. - *Catena Supplement*, **3**: 1-93.

BORK, H.-R. (1988): Bodenerosion und Umwelt. - *Landschaftsgenese und Landschaftsökologie*, **13**, 249 S.

BORK, H.-R. (1989): Soilerosion during the past millennium in Central Europe and its significance within the geomorphodynamics of the Holocene. - *Catena Supplement*, **15**: 121-131.

BORK, H.-R. & BORK, H. (1987): Extreme jungholozäne hygrische Klimaschwankungen in Mitteleuropa und ihre Folgen. - *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **37**: 109-118.

BORK, H.-R., BORK, H., DALCHOW, C., FAUST, B., PIORR, H.-P. & SCHATZ, T. (1998): Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Wirkungen des Menschen auf Landschaften. - *Götha*, 328 S.

BORK, H.-R. & DALCHAU, B. (1999): Reliefaufnahme. - *BARSCH, H., BILLWITZ, K. & BORK, H.-R. (Hrsg.): Arbeitsmethoden in der physischen Geographie*: 143-172.

BORK, H.-R., SCHMIDTCHEN, G., DOTTERWEICH, M., ERBER, A., LI, Y. & FRIELINGHAUS, M. (1999): Zerschichtung und Bodenbildung seit 1949 in den Biesdorfer Kehlen bei Wriezen in Ostbrandenburg. - *SCHMIDT, R., BORK, H.-R. & FISCHER-ZUJKOV, U. (Hrsg.): Paläoböden und Kolluvien auf glazialen Sedimenten Nordostdeutschlands. Exkursionsführer. ZALF Bericht*, **37**: 112-115.

BORK, H.-R., SCHMIDTCHEN, G. & DOTTERWEICH, M. (2001): Die Wechselwirkungen zwischen Landnutzung und Bodenzerstörung in Mitteleuropa. - *SCHAUER, P. (Hrsg.): Regensburger Beiträge zur Prähistorischen Archäologie. DFG - Graduiertenkolleg 462 „Paläoökosystemforschung und Geschichte“: Beiträge zur Siedlungsarchäologie und zum Landschaftswandel*, **7**: 43-55.

BOUZEK, J. (1982): Climatic changes and Central European prehistory. - *HARDING, A. (ed.): Climatic change in later prehistory*: 179-191.

BREBURDA, J. & RICHTER, G., (1998): Kurze Geschichte der Bodenerosion und ihrer Erforschung in Mitteleuropa. - *RICHTER, G. (Hrsg.): Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems*: 21-29.

BRINDLEY, G.W. & BROWN, G. (1980): Crystal structures of clay minerals and their x-ray identification. - *Mineralogical society of Great Britain and Ireland Monograph*, **5**, 495 S.

BRUCKMOOSER, B. (1998): Zur Frage Atmogener Stoffeinträge und der Mobilität von Schwermetallen in Mooren des Hinteren Bayerischen Waldes. - *Diplomarbeit an der Universität Regensburg, (unveröff.)*, 73 S.

BRUNNACKER, K. (1957): Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern. - *Geologica Bavarica*, **34**: 1-95.

BRUNNACKER, K. (1958a): Über junge Bodenverlagerungen. - *Geologische Blätter für Nord-Ost-Bayern*, **8**: 13-24.

- BRUNNACKER, K. (1958b): Die Böden. - OSCHMANN, F. (Hrsg.): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Blatt Nr. 7038 Bad Abbach: 169-170.
- BRUNNACKER, K. (1960): Zur Kenntnis des Spät- und Postglazials in Bayern. - *Geologica Bavarica*, **43**: 47-150.
- BRUNNACKER, K. & KOSSACK, G. (1958): Ein Beitrag zur vorrömischen Siedlungsgeschichte des Niederbayerischen Gäubodens. - *Archaeologia Geographica*, **6**: 43-54.
- BUCH, M. W. (1988): Spätpleistozäne und holozäne fluviale Geomorphodynamik im Donautal zwischen Regensburg und Straubing. - *Regensburger Geographische Schriften*, **21**, 197 S.
- BUCH, M. W. & ZÖLLER L. (1990): Gliederung und Thermolumineszenz-Chronologie der Würmlössen im Raum Regensburg. - *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **40**: 63-84.
- BUCHSENSCHUTZ, O. & OLIVIER, L. (1989): Statistique sur une sélection d'enceintes carrées.- BUCHSENSCHUTZ, O. & OLIVIER, L. (eds.): *Les Viereckschanzen et les Enceintes quadrilatérales en Europe Celtique.- Archeologie aujourd'hui, Actes du Ixe Colloque de l'A.F.E.A.F. Chateaudun, 16-19 mai 1985.*
- BURGER, R. (1992): *Exploration Geophysics of the shallow subsurface.* - New Jersey, 489 S.
- CHORLEY, R., SCHUMM, S., & SUGDEN, D. (1984): *Geomorphology.* - New York, 605 S.
- CLARK, A. (1990): *Seeing Beneath the Soil. Prospecting methods in archaeology.* - London, 171 S.
- DAVIS, J. & ANNAN, A. (1989): Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. - *Geophysical Prospecting*, **37**: 531-551.
- DOBLER, L. & VÖLKEL, J. (1994): Veränderungen bodeneigener Tonminerale zwischen Stammablauf- und Zwischenstammbereich in einem Altholz auf Parabraunerden bei Regensburg. - *DTTG-Berichte zur Jahrestagung Regensburg*: 42-54.
- DÜLL, R. & KUTZELNIGG, H. (1994<sup>5</sup>): *Botanisch-ökologisches Exkursionstaschenbuch.* - Wiesbaden, 590 S.
- EHEIM, A. (1994): *Bodenentwicklung und Bodendegradation im Bereich der Keltenschanze von Poign bei Regensburg.* - Diplomarbeit am Institut für Geographie der Universität Regensburg, (unveröff.), 134 S.
- EHEIM, A. & VÖLKEL, J. (1994): Vergleich des Tonmineralbestandes und ihrer pedogenen Transformation in Böden unterschiedlichen Alters anhand eines keltischen Bauwerks. - *DTTG-Berichte zur Jahrestagung Regensburg*: 55-65.
- EIBERWEISER, M. (1995): *Untersuchungen zur Schwermetall-Tiefenverteilung in Böden und periglazialen Deckschichten des Ostbayerischen Kristallins und seiner Randgebiete.* - Dissertation an der Universität Regensburg, 340 S.
- EIMERN VAN, J. (1975): *Klima.* - WITTMANN, O.: Erläuterungen zur Bodenkarte von Bayern 1:25.000, Blatt Nr. 6938 Regensburg: 12-17.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1993): *Bestimmungsschlüssel für die nordwesteuropäische Pollenflora.* - Jena, 85 S.

- FAßBINDER, J. (1994): Die magnetischen Eigenschaften und die Genese ferrimagnetischer Minerale in Böden im Hinblick auf die magnetische Prospektion archäologischer Bodendenkmäler. - Buch am Erlbach, 146 S.
- FAßBINDER, J. & IRLINGER, W. (1995): Luftbild und magnetische Prospektion zur Erfassung einer keltischen Viereckschanze bei Oberpframmung. - Das archäologische Jahr in Bayern 1995: 93.
- FAßBINDER, J., STANJEK, H., & VALI, H. (1990): Occurrence of magnetic bacteria in soil. - Nature, **343**: 161-163.
- FAßBINDER, J. & STANJEK, H. (1995): Die Bedeutung der Magnetitbildung in Böden für die magnetische Prospektion archäologischer Denkmäler. - Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, **67**: 1421-1422.
- FAßBINDER, J. & IRLINGER, W. (1999a): Combining Magnetometry and Archaeological Interpretations: A Square Enclosure in Bavaria. - Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, **108**: 95-99.
- FAßBINDER, J. & IRLINGER, W. (1999b): Ein Erdwerk unbekannter Zeitstellung bei Roekofen und die spätkeltische Viereckschanze bei Unterhaimbuch, Lkr. Regensburg. Magnetometerprospektion und Luftbildarchäologie in der südlichen Oberpfalz 1998. - Beiträge zur Archäologie in der Oberpfalz, **3**: 41-50.
- FAVIS-MORTLOCK, D., BOARDMAN, J. & BELL, M. (1997): Modelling long-term anthropogenic erosion of a loess cover: South Downs, UK. - The Holocene, **7**: 79-89.
- FECHNER, K. LANGOHR, R., MIKKELSEN, J. & BECZE-DEAK, J. (1995): Affectation humaine et fertilité des sols au Néolithique ancien sur quelques sites du Grand-Duché de Luxembourg et de Lorraine. - Actes du 22ème colloque interrégionale sur le Néolithique. Supplement aux Cashiers de L'Association pour la Promotion de la Recherche Archéologiques en Alsace: 197-212.
- FEHN, H. (1953): Unterbayerisches Hügelland. - MEYNEN, E. & SCHMITTHÜSEN, J. (1953 -1962) (Hrsg.): Handbuch der Naturräumlichen Gliederung Deutschlands: 124-136.
- FILIP, J. (1961): Die Keltische Zivilisation und ihr Erbe. Neue Horizonte 1961. - Verlag der Tschechischen Akademie der Wissenschaften, 218 S.
- FINK, J. (1977): Jüngste Schotterakkumulationen im österreichischen Donauabschnitt. - FRENZEL, B. (Hrsg.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. - Erdwissenschaftliche Forschung, **13**: 190-211.
- FINKE, L. (1994): Landschaftsökologie. - Braunschweig, 232 S.
- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. I. Allgemeine Waldgeschichte. - Jena, 480 S.
- FISCHER, TH. (1990): Das Umland des römischen Regensburg. - Münchner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte, **42**, 413 S.
- FRENZEL, B. (1998): Dendroklimatologische Beiträge zur Kenntnis der jüngeren Klimageschichte. - LOZAN J. L., GRASSL, H. & HUPFER, P. (Hrsg.): Warnsignal Klima, Wissenschaftliche Auswertungen: 78-81.

- FRENZEL, B. (2000): Datiert der klimawirksame Eingriff des Menschen in den Haushalt der Natur erst aus dem beginnenden Industriezeitalter? - BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (Hrsg.). Rundgespräche der Kommission Ökologie, **18**: 33-46.
- FRENZEL, B., PÉSCI, M. & VELICHKO, A. A. (1992): Atlas of Palaeoclimates and palaeoenvironments of the northern hemisphere: Late pleistocene - holocene. - Stuttgart, 35 S.
- GAITZSCH, W. (1991): Römische Hof- und Wirtschaftsräume im Rheinischen Braunkohleabbau am Beispiel des Hambacher Forstes. - Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Potsdam, **25**: 125-134.
- GEOMETRICS (1993): Operation Manual. SmartSeis Exploration Seismograph. – Sunnyvale, 146 S.
- GERRARD, J. (1992): Soil Geomorphology. - London, 269 S.
- GEYH, M. (2001): Erwartungen und Enttäuschungen bei der Deutung von <sup>14</sup>C Daten. - SCHAUER, P. (Hrsg.): Regensburger Beiträge zur Prähistorischen Archäologie. DFG - Graduiertenkolleg 462 „Paläoökosystemforschung und Geschichte“: Beiträge zur Siedlungsarchäologie und zum Landschaftswandel, **7**: 59-75.
- GIESSÜBEL, J. (1977): Nutzungsbedingte Änderungen im Naturraum dargestellt an Beispielen aus dem Rhein-Main-Gebiet und Nordhessen. - Rhein Mainische Forschungen, **85**, 203 S.
- GLASER, R. (2001): Klimageschichte Mitteleuropas. 1.000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. - Darmstadt, 227 S.
- GÖRRES, M. (1991): Über den Eintrag anorganischer Nährstoffe in ombrogene Moore als Indikator der ehemaligen Aerosolbelastung. - Dissertationes botanicae, **181**, 179 S.
- GÖRRES, M., FRENZEL, B., & KEMPTER, H. (1995): Das Hochmoor als Archiv - Der Elementgehalt des Torfes spiegelt die Luftverschmutzung im Mittelalter und in der Römerzeit. - Telma, **25**: 129-141.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G., STREITZ, B. & SCHILD, G. (1987): Einige vegetationsgeschichtliche Befunde aus der Hohen Rhön. - Beiträge zur Naturkunde Osthessen, **23**: 31-65.
- GUIOT, J., PONS, A., BEAULIEU, J. L. DE & RAILLE, M. (1989): A 140,000-year continental climate reconstruction from two European pollen records. - Nature, **388**: 309-313.
- HAHN, H.-U. (1992): Die morphogenetische Wirksamkeit historischer Niederschläge. - Würzburger Geographische Arbeiten, **82**, 196 S.
- HÄNNINEN, P. (1992): Application of ground penetrating radar and radio wave moisture probe techniques to peatland investigation. - Bull. Geological Survey of Finland, **361**, 71 S.
- HARTGE, K.H. & HORN, R. (1992): Die physikalische Untersuchung von Böden. - Stuttgart, 175 S.
- HARTGE, K.H. & HORN, R. (1999): Einführung in die Bodenphysik. - Stuttgart, 304 S.
- HECHT, S. (2001): Anwendung refraktionsseismischer Methoden zur Erkundung des oberflächennahen Untergrundes - mit acht Fallbeispielen aus Südwestdeutschland. - Stuttgarter Geographische Studien, **131**, 165 S.

- HEINE, K. (1994): Bodenzerstörung - ein globales Umweltproblem. - ANHUF, D. & FRANKENBERG, P. (Hrsg.): Beiträge zu globalen Umweltproblemen. Abhandlungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse, Jahrgang 1994, **2**: 65-92.
- HEINE, K. (2001): Fließgewässer und Flußauen - geologisch-geomorphologische Betrachtungen. - Zeitschrift für Geomorphologie, Neue Folge, Supplementband, **124**: 1-24.
- HILGART, M. (1995): Die geomorphologische Entwicklung des Altmühl- und Donautales im Raum Dietfurt-Kehlheim-Regensburg im jüngeren Quartär. - Forschungen zur Deutschen Landeskunde, **242**, 334 S.
- HOFMANN, B. (1992): Zur Geologie und Erdgeschichte. - BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): Die Böden Bayerns. Datenhandbuch für die Böden des Tertiärhügellandes, der Iller-Lech-Platte und des Donautales: 7-14.
- HOFMANN, B. & SPIES, E.-D. (1992): Bodenausgangsgesteine und Substratgliederung. - BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): Die Böden Bayerns. Datenhandbuch für die Böden des Tertiärhügellandes, der Iller-Lech-Platte und des Donautales: 15-27.
- HOLLIDAY, V. T., FERRING, C. R. & GOLDBERG, P. (1993): The Scale of Soil Investigations in Archaeology. - STEIN, J. & LINSE, A.R. (eds.): Effects of scale on archaeological and geoscientific perspectives. Geological Society of America. Special paper, **28**.
- HOMILIUS, J., WEINIG, H., BROST, E. & BADER, K. (1983): Geologische und geophysikalische Untersuchungen im Donauquartär zwischen Ulm und Passau. - Geologisches Jahrbuch, Reihe E, **25**: 3-73.
- HUDSON, N. W. (1995): Soil conservation. - London, 391 S.
- HUGGENBERGER, P. (1993): Radar facies: recognition of facies patterns and heterogeneties with Pleistocene Rhein gravels, NE Switzerland. - BEST, J.L. & BRISTOW, C.S. (eds.): Braided Rivers. Geological Society Special Publication, **75**: 163-176.
- HÜSER, K. (1974): Gedanken zum Objekt und zur Methodik der heutigen Geomorphologie. - Karlsruher Geographische Hefte, **6**: 9-27.
- IMAI, T., SAKAYAMA, T. & KANEMORI, T. (1987): Use of ground-probing radar and resistivity surveys for archaeological investigations. - Geophysics, **52**:137-150.
- IRLINGER, W. (1996): Ergänzungen durch 15 Jahre Luftbildarchäologie zur Identifizierung und Verbreitung der Spätkeltischen Viereckschanzen in Niederbayern und der südlichen Oberpfalz. - Vorträge des 14. Niederbayerischen Archäologentages: 55-81.
- JÄGER, H. (1987): Entwicklungsprobleme europäischer Kulturlandschaften. - Darmstadt, 280 S.
- JÄGER, H. (1994): Einführung in die Umweltgeschichte. - Darmstadt, 245 S.
- JÄGER, K.-D. (1965): Holozäne Binnenwasserkalke und ihre Aussage für die nacheiszeitliche Klima- und Landschaftsentwicklung im südlichen Mitteleuropa. Grundlagen und Grundzüge einer vergleichenden Stratigraphie unter besonderer Berücksichtigung Thüringens. - Jena, 399 S.
- JÄGER, K.-D. (2002): Oscillations of the water balance during the Holocene in interior Central Europe-features, dating and consequences. - Quaternary International, **91**: 33-37.

- JÄGER, K.-D. & LOZEK, V. (1978): Befunde und Aussagemöglichkeiten der Holozänstratigraphie über anthropogene Einwirkungen auf den natürlichen Landschaftshaushalt im ur- und frühgeschichtlichen Mitteleuropa. - *Petermanns Geographische Mitteilungen*, **122**: 145-148.
- JERZ, H. (1993): *Geologie von Bayern. II. Das Eiszeitalter in Bayern*. - Stuttgart, 243 S.
- JERZ, H. & GROTTENTALER, W. (1995): Quartärprofile mit Paläoböden in Südbayern. - *Geologica Bavarica*, **99**: 179-185.
- JÜRS, P. (2002): Geomagnetische und sedimentologische Untersuchungen an vor- und frühgeschichtlichen Erosionsstandorten bei Peising / Bad Abbach (Niederbayern). - Diplomarbeit am Institut für Geographie/Bodenkunde der Universität Regensburg, (unveröff.), 67 S.
- KADEREIT, A., LANG, A., HÖNSCHEIDT, S., MÜTH, J. & WAGNER, A., (2002): IR-OSL-dated colluvial archives as evidence for the Holocene landscape history. Case studies from SW-Germany. - *Zeitschrift für Geomorphologie. Neue Folge, Supplementband*, **128**: 191-207.
- KAHRSTEDT & REINECKE, P. (1922): Die spätkeltischen Viereckschanzen in Deutschland. – *Vorgeschichtsfreund*, **1/2**.
- KALLENBACH, H. (1966): Mineralbestand und Genese südbayerischer Löss. - *Geologische Rundschau*, **55**: 582-607.
- KAPPEL, I. (1969): Die Graphittonkeramik von Manching. Die Ausgrabungen in Manching 2. - Wiesbaden, 245 S.
- KARRASCH, H. (1970): Das Phänomen der klimabedingten Reliefasymmetrie in Mitteleuropa. - *Göttinger Geographische Abhandlungen*, **56**, 229 S.
- KEMPTER, H. (1996): Der Verlauf des anthropogenen Elementeintrags in Regenwassermoore des westlichen Mitteleuropas während des jüngeren Holozäns. - *Paläoklimaforschung*, **26**, 310 S.
- KIRSCHVINK, J.L. (1982): Palaeomagnetic evidence for fossil biogenic magnetite in western Crete. - *Earth Planetary Science Letters*, **59**: 388-392.
- KLEIN, F. (1996): Zur Viereckschanze „Klinge“ bei Riedlingen, Kr. Biberach, Baden-Württemberg. - *Vorträge des 14. Niederbayerischen Archäologentages*: 155-172.
- KLOTZ, S. (1999): Neue Methoden der Klimarekonstruktion - angewendet auf quartäre Pollensequenzen der französischen Alpen. - *Tübinger Mikropaläontologische Mitteilungen*, **21**, 169 S.
- KNIPPING, M. (1989): Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des Oberpfälzer Waldes. - *Dissertationes Botanicae*, **140**, 209 S.
- KRAUSE, R. (1999): Viereckschanzen im Spätkeltischen Siedlungsgefüge. - WIELAND, G. (Hrsg.): *Keltische Viereckschanzen. Einem Rätsel auf der Spur*: 81-90.
- KRAUSE, R. & WIELAND, G. (1993): Eine keltische Viereckschanze bei Bopfingen am Westrand des Rieses. - *Germania*, **71**: 59-112.

- KRETZSCHMAR, R. (1990): Wassererosion. - BLUME, H.-P. (Hrsg.): Handbuch des Bodenschutzes: 165-183.
- KRETZSCHMAR, R. (1996<sup>9</sup>): Kulturtechnisch-bodenkundliches Praktikum - Ausgewählte Labor- und Feldmethoden. - Kiel, 972 S.
- KREUZ, A. (1990): Die ersten Bauern Mitteleuropas - Eine archäobotanische Untersuchung zu Umwelt und Landschaft der ältesten Linearbandkeramik. - *Analecta Praehistoria Leidensia*, **23**, 256 S.
- KUGLER, H. (1974): Das Georelief und seine kartographische Modellierung. - Dissertation B an der Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg, 517 S.
- KURZ, S. (2001): Siedlungsforschungen im Umland der Heuneburg. - SCHAUER, P. (Hrsg.): Regensburger Beiträge zur Prähistorischen Archäologie. DFG - Graduiertenkolleg 462 „Paläoökosystemforschung und Geschichte“: Beiträge zur Siedlungsarchäologie und zum Landschaftswandel, **7**: 187-226.
- KUSSMAUL, H. (1969): Vergleich von Lößböden unter Laubwald und Acker. - Dissertation an der TU München.
- KÜSTER, H.-J. (1995): Postglaziale Vegetationsgeschichte Südbayerns. Geobotanische Studien zur prähistorischen Landschaftskunde. - Berlin, 372 S.
- KÜSTER, H.-J. (2000): Waldentwicklung in Süddeutschland. - BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (Hrsg.): Entwicklung der Umwelt seit der letzten Eiszeit. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, **18**: 91-100.
- LAMB, H. (1977). *Climate - Present, Past and Future. Climatic History and the Future.* - London, 835 S.
- LAMB, H. (1995<sup>2</sup>). *Climate, History and the Modern World.* - London, 433 S.
- LANG, A. (1994): Luminescence dating of Holocene reworked silty sediments. - *Quaternary Science Reviews Quaternary Geochronology*, **13**: 525-528.
- LANG, A. (1996): Die Infrarot-Stimulierte- Lumineszenz als Datierungsmethode für holozäne Lößderivate. - *Heidelberger Geographische Arbeiten*, **103**, 137 S.
- LANG, A. (2003): Phases of soil erosion-caused colluviation in the loess hills of South Germany. - *Catena*. in press.
- LEICA (2000): *GPS Basics - Einführung in die GPS Vermessung (Global Positioning System).* - Heerbruck, 59 S.
- LEIDORF, K. (1997): Neue Luftbildbefunde aus Bayern. - *Das archäologische Jahr in Bayern 1997*: 99-102.
- LEMCKE, K. (1988): *Geologie von Bayern, 1 - Das bayerische Alpenvorland vor der Eiszeit.* - Stuttgart, 175 S.
- LEOPOLD, M. (1997): Frühgeschichtliche Bodenerosion und Kolluvien im Umfeld der spät-latènezeitlichen Viereckschanze von Poign (Lkr. Regensburg) - Versuch einer Bilanzierung im digitalen Geländemodell. - Diplomarbeit am Institut für Geographie der Universität Regensburg, (unveröff.), 114 S.

- LEOPOLD, M. & VÖLKELE, J. (2000a): La Tène age soil erosion and landuse in Southern Germany by the example of a Celtic square enclosure - the Viereckschanze of Poign, Lkr. Regensburg. - ESSC-Newsletter, **3 / 4**.
- LEOPOLD, M. & VÖLKELE, J. (2000b): Quantifying prehistoric soil erosion - the discussion of different methods by the example of a Celtic square enclosure in southern Germany. - Reports of the Geoarchaeology Workshop in Reading, UK, in review.
- LEOPOLD, M. & VÖLKELE, J. (2002a): Rekonstruktion der Verteilung von Wald und Offenland im nutzungszeitlichen Umfeld der villa rustica von Untermassing. - Siedlungsforschung, **19**: 35-56.
- LEOPOLD, M. & VÖLKELE, J. (2002b): Fragen der Eignung kolluvialer Sedimente im Rahmen der holozänen Paläoklimarekonstruktion. - Zentralblatt für Geologie und Paläontologie I, **3/4**: 1-18.
- LEOPOLD & VÖLKELE (2002c): Landnutzungsrekonstruktion im Umfeld der keltischen Viereckschanze von Poign südlich Regensburg, Oberpfalz. - Kehlheimer Museumshefte, **8**, in press.
- LEOPOLD & VÖLKELE (2002d): Radar images of periglacial slope deposits beneath peat bogs in Middle European Highlands, Germany. - JOL, H. & BRISTOW, C. (eds.): GPR in sediments. Special Publication Geological Society, in press.
- LESER, H. (1977): Feld- und Labormethoden der Geomorphologie. - Berlin, 446 S.
- LESER, H. (1978<sup>2</sup>): Landschaftsökologie. - Stuttgart, 433 S.
- LESER, H. (1991<sup>3</sup>): Landschaftsökologie. - Stuttgart, 647 S.
- LESER, H. (2000): Methodische Probleme sedimentologischer Untersuchungen pleistozäner Sedimente im Kaokoveld (Namibia). - VÖLKELE, J. & BARTH, H.-J. (Hrsg.): Beiträge zur Quartärforschung. Festschrift für Klaus Heine. Regensburger Geographische Schriften, **33**: 19-36.
- LESER, H., PRASUHN, V. & SCHAUB, D. (1998): Bodenerosion und Landschaftshaushalt. - RICHTER, G. (Hrsg.): Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems: 97-109.
- LESSMANN-SCHOCH, U., KAHRER, R. & BRÜMMER, G. (1991): Pollenanalytische und <sup>14</sup>C-Untersuchungen zur Datierung der Kolluvienbildung in einer Löß bedeckten Mittelgebirgslandschaft (Nördlicher Siebengebirgsrand). - Eiszeitalter und Gegenwart, **41**: 16-25.
- LITT, T. (1986): Stratigraphische Belege für anthropogen ausgelöste Bodenverlagerungen. - Dissertation an der Universität Greifswald, 110 S.
- LITT, T. (1988): Stratigraphische Belege für anthropogen ausgelöste Bodenverlagerungen vom Neolithikum bis zur frühen Eisenzeit im circumhercynen Raum. - Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift, **29**: 129-137.
- LITT, T., KOHL, G., GÖNDORF, J. & JÄGER, K.-D. (1987): Zur Datierung begrabener Böden in holozänen Ablagerungsfolgen. - Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte, **70**: 177-189.
- LOZEK, V. (1976): Zur Geschichte der Bodenerosion in den mitteleuropäischen Lößlandschaften während des Holozäns. - Newsletter on Stratigraphy, **5**: 44-45.

- LÜNING, J. (1997): Anfänge und frühe Entwicklung der Landwirtschaft im Neolithikum (5.500-2.200 v. Chr.). - LÜNING, J., JOCKENHÖVEL, H., BENDER, H. & CAPELLE, T. (Hrsg.): Deutsche Agrargeschichte. Vor- und Frühgeschichte: 16-139.
- MACHANN, R. & SEMMEL, A. (1970): Historische Bodenerosion auf Wüstungsfluren Deutscher Mittelgebirge. - Geographische Zeitschrift, **58**: 250-266.
- MÄCKEL, R. & ZOLLINGER, G. (1995): Holocene river and slope dynamics in the Black Forest and Upper Rhine Lowlands under the impact of man. - Zeitschrift für Geomorphologie. Neue Folge, Supplementband, **100**: 89-100.
- MÄCKEL, R., SCHNEIDER, R., FRIEDMANN, A. & SEIDEL, J. (2002): Environmental changes and human impact on the relief development in the Upper Rhine valley and Black Forest (South-West Germany) during the Holocene. - Zeitschrift für Geomorphologie. Neue Folge, Supplementband, **128**: 31-45.
- MAHR, A. (1998): Lockerbraunerden und periglaziale Hangsedimente im Bayerischen Wald. Untersuchungen zu Paläoumwelt und Geomorphodynamik im Spätglazial und ihrem Einfluß auf die Pedogenese. - Regensburger Geographische Schriften, **30**, 326 S.
- MANNSFELD, G. (1981): Untersuchungen an keltischen Viereckschanzen. - Fundberichte aus Baden-Württemberg, **6**: 351-368.
- MANNSFELD, G. (1983): Die Viereckschanze bei Bildeckingen Kreis Freudenstadt. - Archäologisches Korrespondenzblatt, **13**: 95-99.
- MANSKE, D. (1981/1982): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 164 Regensburg. Geographische Landesaufnahme 1: 200.000. Naturräumliche Gliederung Deutschlands. - Bonn, 64 S.
- MARKS, R., MÜLLER, M., LESER, H.-J. & KLINK, H.-J. (1992): Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes. - Forschungen zur deutschen Landeskunde, **229**, 222 S.
- MC MILLAN, S.G. & SCHWERTMANN, U. (1998): Morphological and genetic relations between siderite, calcite and goethite in a Low Moor Peat from southern Germany. - European Journal of soil science, **49**: 283-293.
- MEHRA, O. P. & JACKSON, M. L. (1960): Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. - Clay and Clay Minerals, **7**: 317-327.
- MEYER, B. (1977): Der Boden als Siedlungsfaktor in historischer Betrachtung. - JANKUHN, H., SCHÜTZEICHEL, R. & SCHWIND, S. (Hrsg.): Das Dorf der Eisenzeit und des frühen Mittelalters. - Siedlungsform - wirtschaftliche Funktion - soziale Struktur: 406-407.
- MEYER, B. & WILDERLING, U. (1961): Bodenprofile, Pflanzenreste und Fundmaterial von neuerschlossenen neolithischen und eisenzeitlichen Siedlungsstellen im Göttinger Stadtgebiet. - Göttinger Jahrbuch, **9**: 21-38.
- MEYER, R. & SCHMIDT-KALER, H. (1994): Wanderungen in die Erdgeschichte (6). Unteres Altmühltal und Weltenburger Enge. - München, 152 S.
- MEYER, R. & SCHMIDT-KALER, H. (1995): Wanderungen in die Erdgeschichte (7). Rund um Regensburg. - München, 128 S.

- MEYER, R. (1996): Tertiär in Nordostbayern.- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500.000. 4. neubearbeitete Auflage: 130-137.
- MILLITZER, H. & WEBER, F. (1985): Angewandte Geophysik. Bd. 2. - New York, 371 S.
- MILLY, P.C.D., WETHERALD, R.T., DUNNE, K.A. & DELWORTH, T.L. (2002): Increasing risk of great floods in a changing climate. - *Nature*, **415**: 514-517.
- MOORE, D.M. & REYNOLDS, R.C. (1997<sup>2</sup>): X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals.- Oxford, 322 S.
- MOORE, P. D., WEBB, J. A. & COLLINSON, M. E. (1991): Pollen analysis. - Oxford, 216 S.
- MOOSBAUER, G. (1997): Die ländliche Besiedlung im östlichen Raetien während der Römischen Kaiserzeit. - *Passauer Universitätsschriften zur Archäologie*, **4**, 432 S.
- MOOSBAUER, G. (1999): Der römische Gutshof von Straßkirchen, Lkr. Straubing - Bogen. - *Jahresbericht des Historischen Vereins für Straubing und Umgebung*, **101**: 123-161.
- MÜLLER, D. (1999): Topographische Lage der Viereckschanzen. - WIELAND, G. (Hrsg.): *Keltische Viereckschanzen. Einem Rätsel auf der Spur*: 23-33.
- MÜLLER, E. (2000): Frühlatènezeitliche Siedlungsspuren im Bereich der MERO-Trasse südlich von Regensburg. - *Beiträge zur Archäologie in der Oberpfalz und in Regensburg*, **4**: 215-233.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G. (1990): Klimadaten der Bundesrepublik Deutschland Zeitraum 1951-1980 (Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Sonnenschein, Bewölkung). - Offenbach am Main, 289 S.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G. (1996): Klimadaten von Deutschland Zeitraum 1961-1990 (Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Sonnenschein, Bewölkung). - Offenbach am Main, 431 S.
- MÜLLER-WILLE, W. (1955): Agrarbäuerliche Landschaftstypen in NW Deutschland. - *Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen - Deutscher Geographentag Essen 1953*: 179-184.
- MÜLLER, N. & LAMERSDORF, N. (1995): Verteilung und Mobilität von Schwermetallen in einem pollenanalytisch datierten Torfkern aus dem Roten Moor (Hochharz). – *Telma*, **25**: 143-162.
- NEEF, E. (1964): Zur großmaßstäbigen landschaftökologischen Forschung. - *Petermanns Geographische Mitteilungen*, **108**: 1-7.
- NEEF, E. (1968): Der Physiotopep als Zentralbegriff der komplexen Physischen Geographie. - *Petermanns Geographische Mitteilungen*, **112**: 15-23.
- NETH, A. & SCHATZ, K. (1996): Grabungen in einer spätkeltischen Viereckschanze in Nordheim, Kr. Heilbronn. - *Denkmalpflege in Baden-Württemberg. Nachrichtenblatt des Landesamtes Baden-Württemberg*, **2**: 131-139.
- NILLER, H.-P. (1998): Prähistorische Landschaften im Lößgebiet um Regensburg - Kolluvien, Auenlehme und Böden als Archive der Paläoumwelt. - *Regensburger Geographische Schriften*, **31**, 429 S.

- NILLER H.-P. (2001): Wandel prähistorischen Landschaften. Kolluvien, Auenlehme und Böden. - *Erdkunde*, **55**: 32-48.
- NILLER, H.-P. & VÖLKELE, J. (1994): Tonminerale von Waldböden des Lößgebietes um Regensburg in Abhängigkeit vom Aziditätsmilieu und dem Bestockungsgrad. - DTTG-Berichte zur Jahrestagung Regensburg: 66-77.
- OBERDORFER, R. (1983<sup>5</sup>): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - Stuttgart, 1051 S.
- OSCHMANN, F. (1958): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Blatt Nr. 7038 Bad Abbach. - München, 184 S.
- OVERBECK, F. (1975): Botanisch-geologische Moorkunde unter besonderer Berücksichtigung der Moore Nordwestdeutschlands als Quellen zur Vegetations-, Klima- und Siedlungsgeschichte. - Neumünster, 719 S.
- PALMER, D. (1981): An introduction of the generalized reciprocal method of seismic refraction interpretation. - *Geophysics*, **46/11**: 1508-1518.
- PALMER, T. & RÄLSÄNEN, J. (2002): Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation events in a changing climate. - *Nature*, **415**: 512-514.
- PARLOW, E. (1999): Gutes Klima, schlechtes Klima: Lässt sich das Klima bewerten? - SCHNEIDER-SILWA, R., SCHAUB, D. & GEROLD, G. (Hrsg.): *Angewandte Landschaftsökologie. Grundlagen und Methoden*, 560 S.
- PATZELT, G. (2000): Natürliche und anthropogene Umweltveränderungen im Holozän der Alpen. - BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (Hrsg.). *Rundgespräche der Kommission Ökologie*, **18**: 119-125.
- PÄTZOLD, D. (1983): Die vor- und frühgeschichtlichen Geländedenkmäler Niederbayerns, Text und Abbildungsband. - Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Abteilung für Vor- und Frühgeschichte: *Materialhefte zur Bayerischen Vorgeschichte*, Reihe **B 2**, 403 S.
- PAULI, J. (1993): Die latènezeitliche Besiedlung des Kelheimer Beckens. - *Materialhefte zur bayerischen Vorgeschichte*, **A 62**, 138 S.
- PESCI, M. & RICHTER, G. (1996): Löss: Herkunft - Gliederung - Landschaften. - *Zeitschrift für Geomorphologie. Neue Folge*, Supplementband, **98**, 391 S.
- PLANK, D. (1982): Eine neu entdeckte Viereckschanze in Fellnbach-Schmieden, Rems-Murr-Kreis. *Vorbericht der Grabungen 1977-1980*. - *Germania*, **60**: 105-172.
- PÖLLATH, N. (2001): *Landschaft im Wandel - Umweltveränderungen im Spiegel der Tierknochenfunde*. - SCHAUER, P. (Hrsg.): *Regensburger Beiträge zur Prähistorischen Archäologie*. DFG - Graduiertenkolleg 462 „Paläoökosystemforschung und Geschichte“: *Beiträge zur Siedlungsarchäologie und zum Landschaftswandel*, **7**: 23-41.
- POSER, H. & MÜLLER, T. (1951): *Studien an den asymmetrischen Tälern des Niederbayerischen Hügellandes*. *Nachrichten der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse, Biologisch-Physiologisch-Chemische Abteilung*, **1**.
- POTT, R. (2000): Die Entwicklung der europäischen Buchenwälder in der Nacheiszeit. BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (Hrsg.): *Entwicklung der Umwelt seit der letzten Eiszeit*. *Rundgespräche der Kommission für Ökologie*, **18**: 49-76.

- RAAB, A. (2002): Palynologische Auswertung und Interpretation des Torfkerns aus dem Kirchenmoos von Poign unter Erstellung eines Pollendigramms mit Erläuterungstext. - Regensburg (unveröff. Arbeitsbericht), 17 S.
- RAAB, T. (1999): Würmzeitliche Vergletscherung des Bayerischen Waldes im Arbergebiet. - Regensburger Geographische Schriften, **32**, 327 S.
- RAPP, G. & HILL, C.L. (1998): Geoarchaeology. - New Haven, 274 S.
- RAUSCH, K.A. (1975): Untersuchungen zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Inn-Chiemseegletschers. - Flora, **164**: 235-282.
- REHFUESS, K.E. (1990): Waldböden, Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung. - Hamburg, 294 S.
- REICHENBERGER, A. (1992): Religiöses Brauchtum in der Eisenzeit. - Bauern in Bayern. Von den Anfängen bis zur Römerzeit. Katalog des Gäubodenmuseums Straubing, **19**: 395-416.
- REICHENBERGER, A. (1994): Keltische Heiligtümer in Süddeutschland. Zum Stand der Viereckschanzenforschung. - Vorträge des 12. Niederbayerische Archäologentags: 169-206.
- REICHENBERGER, A. (1995): Zur Interpretation der spätlatènezeitlichen Viereckschanzen. - Jahrbuch RGZM, **40**: 353-396.
- REICHENBERGER, A. & SCHAICH, M. (1996): Vorberichte zur Ausgrabung der Viereckschanze von Plattling-Pankofen, Lkr. Deggendorf. - Vorträge des 14. Niederbayerischen Archäologentages: 83-153.
- REYNOLDS, J.M. (1997): An introduction to applied environmental geophysics. - Chichester, 796 S.
- RICHTER, G. (1965): Bodenerosion - Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. - Forschungen zur Deutschen Landeskunde, **152**, 592 S.
- RICHTER, G. (1976): Bodenerosion in Mitteleuropa. - Wege der Forschung, **430**, 559 S.
- RICHTER, G. (1979): Bodenerosion in Reblagen des Moselgebiets. Ergebnisse quantitativer Untersuchungen 1974-1977. - Forschungsstelle Bodenerosion der Universität Trier, **3**, 62 S.
- RICHTER, G. (1998a): Bodenerosion als Weltproblem. - RICHTER, G. (Hrsg.): Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems: 231-242.
- RICHTER, G. (1998b): Bodenerosion durch Schneeschmelze. - RICHTER, G. (Hrsg.): Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems: 43-50.
- RICHTER, G. (1998c): Bodenerosion und Kulturlandschaft. - Richter, G. (Hrsg.): Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems: 83-94.
- RICHTER, G. & SPERLING, W. (1967): Anthropogen bedingte Dellen und Schluchten in der Lößlandschaft. Untersuchungen im nördlichen Odenwald. - Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv, **5-6**: 137-176.
- RIECKHOFF, S. (1992): Überlegungen zur Chronologie der Spätlatènezeit im südlichen Mitteleuropa. - Bayerische Vorgeschichtsblätter, **57**: 103-121.

ROHDENBURG, H. (1970): Morphodynamische Aktivitäts- und Stabilitätszeiten statt Pluvial und Interpluvialzeiten. - *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **21**: 81-96.

ROHDENBURG, H. (1978): Zur Problematik der spätglazialen und holozänen Bodenbildung im Mitteleuropa. - NAGEL, H. (Hrsg.): Beiträge zur Quartär und Landschaftsforschung. Festschrift zum 60. Geburtstag von Julius Fink: 467-471.

ROHDENBURG, H. (1990): Landschaftsökologie - Geomorphologie. - Catena-Paperback, 220 S.

SAILE T. (1993): Holozäner Bodenabtrag im Bereich einer Bandkeramischen Siedlung am Rande des Reinheimer Beckens bei Wembach (Hessen). - *Archäologisches Korrespondenzblatt*, **23**: 187-196.

SAILE, T. (1997a): Landschaftsarchäologie in der nördlichen Wetterau (Hessen): Umfeldanalysen mit einem Geographischen Informationssystem (GIS). - *Archäologisches Korrespondenzblatt*, **27**: 221-232.

SAILE, T. (1997b): Landscape Archaeology in Central Germany: Site-catchment Analysis with the Use of GIS. - JOHNSON, I. & NORTH, M. (eds.), *Archaeological Applications of GIS*. Sydney University Archaeological Methods Series, **5**.

SCHEFFER, F. & MEYER, B. (1958): Bodenkundliche Untersuchungen an neolithischen Siedlungsprofilen des Göttinger Leinegrabens. - *Göttinger Jahrbuch*, **6**: 3-19.

SCHEFFER, F. & MEYER, B. (1963): Berührungspunkte der archäologischen und bodenkundlichen Forschung. - *Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen*, **1**: 1-18.

SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P. (1992, 1998): *Lehrbuch der Bodenkunde*. - Stuttgart, 491 S.

SCHELLMANN, G. (1990): Fluviale Geomorphodynamik im jüngeren Quartär des unteren Isar- und angrenzenden Donautales. - *Düsseldorfer Geographische Schriften*, **29**, 131 S.

SCHIEBER, M. (1984): Bau, Formen und Eigenschaften der Landschaften um Regensburg. - *Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland*, **5**: 11-27.

SCHIEK, S. (1984): Zu einer Viereckschanze bei Ehningen, Lkr. Böblingen Baden-Württemberg. - *Studien zu Siedlungsfragen der Latènezeit*. Veröffentlichungen vorgeschichtliches Seminar Marburg, **3**.

SCHIER, W. (1985): Zur vorrömischen Besiedlung des Donautales südöstlich von Regensburg. - *Bayerische Vorgeschichtsblätter*, **50**: 9-80.

SCHMEIL, O. & FITSCHEN, J. (1988): *Flora von Deutschland und seine angrenzenden Gebiete*. - Heidelberg, 608 S.

SCHMIDT, F., SCHILLING, B., STIMMELMEIER, G., JOCHUM, R., HAMMERL, J., BÖHM, A., HOLZNER, G., KELLER, X., MAHLER, C., PETSCHL, A. & PRINZ, R. (1992): Die Bodenlandschaften des Tertiärhügellandes, der Iller-Lech Platte und des Donautales. - BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): *Die Böden Bayerns. Datenhandbuch für die Böden des Tertiärhügellandes, der Iller-Lech-Platte und des Donautales*: 49-512.

SCHÖNWIESE, C. (1979): *Klimaschwankungen*. - Berlin, 181 S.

- SCHÖNWIESE C. (1995): Klimaänderungen, Daten, Analysen, Prognosen. - Berlin, 224 S.
- SCHÖNWIESE, C. (1997): Anthropogene und natürliche Signale im Klimageschehen. - Naturwissenschaften, **84/2**: 65-73.
- SCHULTZE, J.H. (1952): Die Bodenerosion in Thüringen. - Wesen, Stärke und Abwehrmöglichkeiten. Petermanns Geographische Mitteilungen, **247**.
- SCHWARZ, K. (1958): Spätlatènezeitliche Viereckschanzen - keltische Kultplätze. - Neue Ausgrabungen in Deutschland. Römisch-Germanische Kommission des deutschen Archäologischen Instituts: 203-214.
- SCHWERTMANN, U. (1964): Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraktion mit Ammoniumoxalat-Lösung.- Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, **105**: 194-202.
- SCHWERTMANN, U., VOGEL, W. & KAINZ, M. (1987): Bodenerosion durch Wasser. Vorhersage des Bodenabtrags und Bewertung von Schutzmaßnahmen. - Stuttgart, 67 S.
- SEIBERT, P. (1968): Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1:500.000 mit Erläuterungen. - Schriftenreihe für Vegetationskunde, **3**, 84 S.
- SEMMELE, A. (1983): Grundzüge der Bodengeographie. - Stuttgart, 123 S.
- SEMMELE, A. (1993): Bodenerosionsschäden unter Wald - Beispiele aus dem kristallinen Odenwald und dem Taunus. Jahresbericht der Wetterauer Gesellschaft für Naturkunde, **144-145**: 5-15.
- SEMMELE, A. (1995a): Bodenkundliche Hinweise auf Ackernutzung und intensive Bodenerosion um 8000 B.P. im Rhein-Main-Gebiet. - Archäologisches Korrespondenzblatt, **25**: 157-163.
- SEMMELE, A. (1995b): Holozäne Bodenbildungsraten und „tolerierbare Bodenerosion“ - Beispiele aus Hessen. - Geologisches Jahrbuch Hessen, **123**: 125-131.
- SEMMELE, A. (2000): Holozäne Umweltentwicklung im Spiegel der Böden. - BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (Hrsg.). Rundgespräche der Kommission für Ökologie, **18**: 129 - 137.
- SEMMELE, A. & POETSCH, T. (1996): Bodenentwicklung auf einer Flurwüstung am Eselsweg westlich Hofheim am Taunus. - SEMMELE, A. (Hrsg.): Pleistozäne und holozäne Böden aus Lößsubstraten am Nordrand der Oberrheinischen Tiefebene. Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten, Serie D **20**: 71-73.
- SEPPÄ, H. & BIRKS, H.J.B. (2001): July mean temperature and annual precipitation trends during the Holocene in the Fennoscandian tree-line area: pollen-based climate reconstructions. - The Holocene, **11**: 527-539.
- SEUFERT, O. (1998): Zukunftsperspektiven der Bodenerosionsforschung. - RICHTER, G. (Hrsg.): Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems: 152-167.
- SIMM H. (1997): Kolluviale Sedimente und Bodenentwicklung im Umfeld der spätlatènezeitlichen Viereckschanze von Poign (Lkr. Regensburg) unter besonderer Berücksichtigung röntgendiffraktometrischer Analysen der Tonfraktion. - Diplomarbeit am Institut für Geographie der Universität Regensburg (unveröff.), 88 S.

- SLAYMAKER, O. (2001): Why so much concern about climate change and so little attention to land use change?. - *The Canadian Geographer*, **45**: 71-78.
- STALLING, H. (1987): Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Bayerischen Wald. - *Dissertationes Botanicae*, **105**, 201 S.
- STANJEK, H. (1987): The formation of maghemite and hematite from lepidocrocite and goethite in a Cambisol from Corsica, France. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde*, **150**: 314-318.
- STARKEL, L. (1992): The feedback mechanism between the environmental system and the behaviour of prehistoric man in early Neolithic times and the times of migrating Germanic tribes. - *Paläoklimaforschung*, **8**: 25-37.
- STEIN, J. K. (1993): Scale in Archaeology, Geosciences and Geoarchaeology. - STEIN, J. K., & LINSE, A.R. (eds.): Effects of scale on archaeological and geoscientific perspectives. - Geological Society of America: Special paper, **28**.
- STETTNER, G. (1992): Geologie im Umfeld der Kontinentalen Tiefenbohrung Oberpfalz. Einführung und Exkursionen. - München, 240 S.
- STEVENSON, F. J. (1976): Stability Constants of  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pd}^{2+}$  and  $\text{Cd}^{2+}$  Complexes with Humic Acids. - *Soil Science Society of America Journal*, **40**: 665-672.
- STOCKS, A. M. & HEYWOOD, D. I. (1994): Terrain modelling for mountains. - PRICE, M. F. & HEYWOOD, D. I. (eds.): *Mountain Environments and Geographical Information Systems*: 25-40.
- STROH, A. (1975): Die vor- und frühgeschichtlichen Geländedenkmäler der Oberpfalz. - Materialhefte zur bayerischen Vorgeschichte, **B**, 371 S.
- STRUNK, H. (1989): Aspects of the Quaternary in the Tertiary Hills of Bavaria. - *Catena Supplement*, **15**: 289-295.
- STRUNK, H. (1990): Das Quartärprofil von Hagelstadt im Bayerischen Tertiärhügelland. - *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **40**: 85-96.
- STUIVER, M. & BRAZIUNAS, T.F. (1993): Original dataset. - *The Holocene*, **3**: 289-305.
- STUIVER, M., REIMER, P.J., BARD, E., BECK, J.W., BURR, G.S., HUGHEN, K.A., KROMER, B., MCCORMAC, F.G., v.d. PLICHT, J. & SPURK, M. (1998a): Dataset. - *Radiocarbon*, **40**: 1041-1083.
- STUIVER, M., REIMER, P.J., & BRAZIUNAS, T.F. (1998b): Revised dataset. - *Radiocarbon*, **40**: 1127-1151.
- SZILARD, J. (1990): A new lithological evaluation and typology of loess exposures in Transdanubia and on the Danube-Tisza interfluve. - PESCI, M., (ed.): *Loess and the Quaternary. Chinese and Hungarian case studies*: 11-119.
- TORBRÜGGE, W. (1984): Die Landschaften um Regensburg in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. - RIECKHOF PAULI, S. & TORBRÜGGE, W. (Hrsg.): *Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland*, **5**: 28-121.
- TRIBUTH, H. & LAGALY, G. (Hrsg.) (1991): Identifizierung und Charakterisierung von Tonmineralen. - *Berichte der deutschen Ton- und Tonmineralgruppe*, 162 S.

TROLL, C. (1950): Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. - *Studium Generale*, **3**: 163-181.

UHLIG, H. (1960): Das Gefüge niederrheinischer Siedlungen im Luftbild. - Schott, C. (Hrsg.): *Landeskundliche Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum*, **3**, Das Luftbild in seiner landschaftlichen Aussage, 41-50.

ULRICH, B., MAYER, R. & KHANNA, P. K. (1979): Deposition von Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in Waldökosystemen im Solling. - *Schriften aus der Forstwirtschaftlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt*, **59**, 291 S.

UNGER, H.J. (1996): Östliche Vorlandmolasse und Baunkohletertiär i. w. S. - BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500.000*. 4. neubearbeitete Auflage: 168-185.

UNGER, H.J. & DOPPLER, G. (1996<sup>4</sup>): Jüngste tertiäre Ablagerungen im Molassebecken. - BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500.000*: 185-187.

VAN DAM, R.L. (2001): Causes of ground-penetrating radar reflections in sediment. - Amsterdam, 110 S.

VERLOO, M.G. (1980): Peat as natural complexing agent for trace elements. - *Acta Horticulturae*, **99**: 51-56.

VITOUSEK, P.M., MOONEY, H.A., LUBCHENCO, J. & MELILLO, J.M. (1997): Human domination of Earth's ecosystem. - *Science*, **277**: 494-499.

VOGT, R. (1995): Archäologische und bodenkundliche Beobachtungen zu Bodenerosion und Akkumulation in Hornstaad am Bodensee. - BIEL, J. (Hrsg.): *Anthropogene Landschaftsveränderungen im prähistorischen Südwestdeutschland*. - Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg, **30**: 44-48.

VÖLKEL, J. (1995): Periglaziale Deckschichten und Böden im Bayerischen Wald und seinen Randgebieten als geogene Grundlagen landschaftsökologischer Forschung im Bereich naturnaher Waldstandorte. - *Zeitschrift für Geomorphologie. Neue Folge, Supplementband*, **96**, 301 S.

VÖLKEL, J. (1998): Der Donaubogen von Bad Abbach. - BREUER, T. & JÜRGENS, C. (Hrsg.): *Luft- und Satellitenbildatlas von Ostbayern*. - Regensburg und das östliche Bayern: 86-91.

VÖLKEL, J. & RAAB, T. (1999): Zur Differenzierung periglazialer, glazigener und kolluvialer Sedimente im Hangrelief von Mittel- und Hochgebirgen. - *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie Teil I*, **5-6**: 305-318.

VÖLKEL, J., RAAB, A., RAAB, T., LEOPOLD, M. & SIMM, H. (1998): Methoden zur Bilanzierung spätlatènezeitlicher Bodenerosion am Beispiel der Viereckschanze von Poign, Lkr. Regensburg, 541-557. - KÜSTER, H-J., LANG, A. & SCHAUER P. (Hrsg.): *Archäologische Forschungen in Urgeschichtlichen Siedlungslandschaften*. Regensburger Beiträge zur prähistorischen Archäologie, **5**: 541-558.

VÖLKEL, J., LEOPOLD, M. & WEBER, B. (2002): Neue Befunde zur Landschaftsentwicklung im niederbayerischen Donaauraum während der Zeitenwende (keltisches Oppidum von Manching / Viereckschanze von Poign bei Bad Abbach). - *Zeitschrift für Geomorphologie. Neue Folge, Supplementband*, **128**: 47-66.

- WAGNER, G. (1995): Altersbestimmung von jungen Gesteinen und Artefakten. - Stuttgart, 277 S.
- WALDHAUSER, J. (1989): Etat de la recherche sur les enceintes quadrilatérales latèniennes (dites Viereckschanzen) en Bohème. - BUCHSENSCHUTZ, O. & OLIVIER, L. (1989): Les Viereckschanzen et les Enceintes quadrilatérales en Europe Celtique. - Archeologie aujourd'hui. Actes du IXe Colloque de l'A.F.E.A.F. Chataudun, 16-19 mai 1985.
- WAPPENSCHMITT, I. (1936): Zur Geologie der Oberpfälzer Braunkohle. - Abhandlungen der Geologischen Landesuntersuchung am Bayerischen Oberbergamt, **25**, 68 S.
- WEINIG, H. (1980): Hydrogeologie des Donautales. - BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.): Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Donau und Main: 9-26.
- WIECHMANN, H. (1978): Stoffverlagerung in Podsolen. - Hohenheimer Arbeiten, **94**, 139 S.
- WIELAND, G. (1995): Die spätkeltischen Viereckschanzen in Süddeutschland - Kultanlagen oder Rechteckhöfe? - HAFFNER, A. (Hrsg.): Heiligtümer und Opferkulte der Kelten. Archäologie in Deutschland: 85-99.
- WIELAND, G. (1999a): Keltische Viereckschanzen. Einem Rätsel auf der Spur. - Stuttgart, 221 S.
- WIELAND, G. (1999b): Die keltischen Viereckschanzen von Fellnbach-Schmieden und Ehningen. - LANDESDENKMALAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg, **80**, 281 S.
- WIELAND, G. (2001): Spätkeltische Siedlungen in Südwestdeutschland. - SCHAUER, P. (Hrsg.): Regensburger Beiträge zur Prähistorischen Archäologie. DFG - Graduiertenkolleg 462 „Paläoökosystemforschung und Geschichte“: Beiträge zur Siedlungsarchäologie und zum Landschaftswandel, **7**, 290 S.
- WILDERLING, U. (1977): Über Klimaentwicklung und Vegetationsverhältnisse im Zeitraum Eisenzeit bis Mittelalter. - JAHNKAHN, H., SCHÜTZEICHEL, R. & SCHWIND, F. (Hrsg.): Das Dorf der Eisenzeit und des frühen Mittelalters. - Siedlungsform - wirtschaftliche Funktion - soziale Struktur: 357-405.
- WUNDERLICH, J. (2000): Prähistorische und historische Bodenerosion im Amöneburger Becken - Abgeleitet aus einer Sequenz datierter Kolluvien. - Berichte der Kommission für Archäologische Landesforschung in Hessen, **5**: 9-15.
- ZEIEN, H. (1995): Chemische Extraktionen zur Bestimmung der Bindungsformen in Schwermetallen in Böden. - Bonner Bodenkundliche Abhandlungen, **17**, 283 S.
- ZEIEN, H. & BRÜMMER, G.W. (1989): Chemische Extraktion zur Bestimmung von Schwermetallbindungsformen in Böden. - Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, **59/1**: 505-510.
- ZEISKE, K. (2000): Vermessen leicht gemacht. Leica Geosystems AG. - Heerbeck, 35 S.
- ZEPP, H. (2002): Grundriß allgemeine Geographie: Geomorphologie. - Paderborn, 354 S.
- ZEZWITSCH, E. von, SCHWERTMANN, U. & ULRICH, B. (1973): Die Podsolierungsstadien der Braunerden aus Schieferschutt.- Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, **136**: 40-52.

ZICKGRAF, B.(1999): Geomagnetische und geoelektrische Prospektion in der Archäologie. Systematik - Geschichte - Anwendung. - Internationale Archäologie: Naturwissenschaft und Technologie, **2**, 221 S.

ZIEKUR, R. (2000): Georadar in der Bodenkunde. - Geologisches Jahrbuch, **E52**: 9-34.

ZÜRN, H. & FISCHER, F. (1991): Die keltische Viereckschanze von Tomerdingen. Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg, **14**, 51 S.

## 8 Anhang

|   |     |
|---|-----|
| A 1 Profilbeschreibungen .....                                    | 161 |
| A 2 Laboranalytik.....  | 242 |
| A 3 Starkregenereignisse >10 mm/h in Regensburg (1970-1996) ..... | 257 |
| A 4 Methodenvergleich zur Bestimmung des Corg-Gehaltes.....       | 258 |
| A 5 Radiokarbondatierungen.....                                   | 259 |
| A 6 Gesamtpollendiagramm 7038-102 (Faltblatt).....                | 260 |

### A 1 Profilbeschreibungen

In Anlehnung an AG Boden (1994)

#### A 1.1 Profil 7038-59

**Ortsangabe:** Südöstlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4505784 H:5420915  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Löß über Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 387,09 m  
**Exposition:** S  
**Inklination:** 1°

**Reliefposition:** Verflachung südlich des Nebentälchens

**Bodentyp:** Parabraunerde auf carbonathaltigem Löß

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe          | Tiefe                    |
|-------------|----------|---|----------------|--------------------------|
| +4,5        | L        |   |                |                          |
| +2,5        | Of       |   |                |                          |
| +1,5        | Oh       |   |                |                          |
| 0-1         | Ah       | 10YR 2/1  | 1              | 0-1                      |
| 1-19        | AhAl     | Kiesel; Wurzeln; 10YR 4/4; tropfenförmige Ah-Flecken, Al mit geringer Ah-Fleckung.  | 2<br>3<br>4    | 1-19<br>6-12<br>12-19    |
| 19-34       | Al       | nicht humos; Kiesel; von 10YR 5/8 bis 10YR 5/6 übergehend; zapfen- bis zungenförmig.  | 5<br>6         | 19-26<br>26-34           |
| 34-52       | Al+Bt    | Kiesel; erste Fe/Mn-Konkretionen; von 10YR 4/5 in 10YR 5/6 übergehend; rote Toncutane, Untergrenze zungen- bis taschenförmig.   | 7<br>8         | 34-43<br>43-52           |
| 52-80       | Bt       | Kiesel; Carbonatgrenze nach unten; Wurzelreste; viele Fe/Mn-Flecken; 10YR 4/6; sehr deutliche Toncutane.  | 9<br>10<br>11  | 52-60<br>60-70<br>70-80  |
| 80-107      | ICkcn    | Probe 12: Carbonatflecken bis 87 cm; kleine Kiesel; carbonathaltig; 10YR 4/6; Lößschnecken, Löß, kleine Lößkindel, viele Feinporen, glimmerreich; Muskovit; nach oben hin scharfe Grenze. | 12<br>13<br>14 | 80-87<br>87-97<br>97-107 |

**A 1.2 Profil 7038-65**

**Ortsangabe:** Nordtal der Viereckschanze  
**Lage:** R:4505899 H:5421126  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 377,27 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 2°

**Reliefposition:** Unterhang

**Bodentyp:** Parabraunerde auf carbonathaltigem Löß

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe       | Tiefe                   |
|-------------|----------|---|-------------|-------------------------|
| +8          | L        |   |             |                         |
| +1          | Of       |   |             |                         |
| +0,3        | Oh       |   |             |                         |
| 0-1         | Ah       | 10YR 5/4  | 1           | 0-1                     |
| 1-10        | Ah+Al    | feine Kiesel bis 5 mm (sehr wenig); Subpolyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln; Rostflecken; 10YR 5/4; Ah nestartig.  | 2           | 1-10                    |
| 10-37       | Al       | kleine Kiesel; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Feinwurzeln; nach unten hin vermehrt kleine Fe/Mn-Konkretionen; von 10YR 5/6 zu 10YR 4/6 übergehend; rechte Seitenwand: Krotowinen. | 3<br>4<br>5 | 10-20<br>20-30<br>30-37 |
| 37-60       | AlBt     | schwach kiesig; hydromorph überprägt; sehr schwache Rostflecken; Al nestartig; Kiesel bis 7 mm; Subpolyeder- bis (verstärkt) Polyedergefüge.  | 6<br>7      | 37-48<br>48-60          |
| 60-88       | Bt       | Kiesel bis 1,5 cm (Fließerde ?); Polyedergefüge; Mn-Konkretionen; von 7,5YR 5/4 über 7,5YR 5/6 zu 10YR 5/4 übergehend; Toncutane; eventueller Schichtwechsel, aber nicht prägnant.  | 8<br>9      | 60-70<br>70-80          |
| 88-97       | BtICv    | Subpolyeder- bis Polyedergefüge; wenige kleine Fe/Mn-Konkretionen; 10YR 5/6; Übergangshorizont mit schwach ausgeprägten Toncutanen.   | 10<br>11    | 80-88<br>88-97          |
| 97-116      | ICn      | Kiesel; minimal carbonathaltig c1; kleine Wurzeln; von 10YR 5/6 zu 10YR 4/6 übergehend; alte Wurzelbahnen vermodert, Lößlehm nach unten hin sandiger; Carbonat nimmt zu .           | 12          | 97-107                  |
| 116-185     | ICkcn    | schwach carbonathaltiger Löß; im oberen Bereich mit Lößkindel, Mollusken, Carbonatflecken.  | 13          | 107-116                 |

**A 1.3 Profil 7038-66**

**Ortsangabe:** Nordwestlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4505822 H:5421108  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 379,72 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 9°

**Reliefposition:** Unterhang

**Bodentyp:** Kolluvisol über fossilem Bt aus tertiärem Substrat

| Tiefe in cm | Horizont      | Beschreibung   | Probe       | Tiefe                    |
|-------------|---------------|--|-------------|--------------------------|
| 0-1,5       | Aeh           | humos; durchwurzelt; 10YR 3/1  | 1           | 0-1,5                    |
| 1,5-30      | M             | humos; Kiesel; Krümelgefüge; Wurzeln; 10YR 5/4; Holzkohle.   | 2<br>3<br>4 | 1,5-10<br>10-20<br>20-30 |
| 30-43       | M             | Kiesel; leichte Tonanreicherung; Subpolyederggefüge; Wurzeln; von 10YR 5/4 zu 10YR 4/6 übergehend; Quarze.   | 5<br>6      | 30-37<br>37-43           |
| 43-84       | II M(?) Al+Bt | Kiesel (dichter gelagert als darüber); Fe/Mn-Konkretionen (10YR 5/6); von 10YR 4/6 zu 10YR 5/6 übergehend; rote Bereich mit Toncutanen (ab 63 cm Zunahme), Al-Material mit Bt vermischt, z.T. orange-sandig-lehmige Flecken. | 7<br>8<br>9 | 43-53<br>53-63<br>63-74  |
| 84-100+     | III fBt       | Kiesel; ziemlich massive Fe/Mn-Flecken; Bt aus tertiärem Substrat, Feldspäte.  | 10<br>11    | 74-84<br>84-94           |

**A 1.4 Profil 7038-67**

**Ortsangabe:** Nordwestlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4505822 H:5421069  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 384,49 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 10°

**Reliefposition:** Mittelhang

**Bodentyp:** Phänoparabraunerde mit erneut einsetzender Tonverlagerung

| Tiefe in cm | Horizont      | Beschreibung  | Probe                           | Tiefe   |
|-------------|---------------|---|---------------------------------|---|
| +5          | L<br>Of<br>Oh |   |                                 |   |
| 0-2         | Ah            | 10YR 5/2  | 1                               | 0-2   |
| 2-10        | M Sew         | Humusnester; Subpolyederggefüge; Fein- und Grobwurzeln; 10YR 6/4; Holzkohle.  | 2                               | 2-10  |
| 10-25       | M             | kleine Kiesel; Subpolyederggefüge; Fein- und Grobwurzeln; Fe/Mn Schlieren; von 10YR 5/4 zu 10YR 6/4 übergehend; Holzkohle.  | 3<br>4                          | 10-18<br>18-25  |
| 25-35       | M             | fein verstreute Kiesel (max. 1 cm); Subpolyeder- bis Polyederggefüge; Fe/Mn-Schlieren; von 10YR 6/6 zu 10YR 5/4 übergehend; schwach ausgeprägte Toncutane, vermoderte Wurzeln.  | 5a<br>5b                        | 25-30<br>30-35  |
| 35-56       | II Al+Bt      | Polyederggefüge; Feinwurzeln; schwache Rostfleckung, Fe/Mn-Konkretionen/ Anreicherung entlang der Polyederbruchflächen; von 10YR 5/6 über 10YR 4/6 zu 10YR 5/8 übergehend.  | 6<br>7<br>8                     | 35-42<br>42-49<br>49-56                               |
| 56-112      | III fBt       | Kiesel bis 1 cm; Polyederggefüge; Fe/Mn Horizonte bei 56-68 cm und bei 88-97 cm, Fe/Mn Horizonte sehr sandig; von 7,5YR 5/6 über 10YR 5/8 über 10YR 6/8 zu 10YR 5/8 übergehend; Toncutane aus grauen und roten Tonen in ockerfarbenem Substrat. | 9<br>10<br>11<br>12<br>13<br>14 | 56-60<br>68-78<br>78-88<br>88-97<br>97-106<br>106-112 |

**A 1.5 Profil 7038-68****Ortsangabe:** Nordwestlich der Viereckschanze**Lage:** R:4505820 H:5421034**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 1997**Höhe über NN:** 380,17 m**Exposition:** N**Inklination:** 8°**Reliefposition:** Oberhang**Bodentyp:** Parabraunerde aus Kolluvium über fossilem Bt-Komplex

| Tiefe in cm | Horizont   | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|------------|--|-------|---------|
|             | L          | gestört, Nadeln  |       |         |
|             | Of         | gestört  |       |         |
|             | Oh         | gestört  |       |         |
| 0-0,5       | Ah         | Grobsandkörner; Fein- und Grobwurzeln; 10YR 3/2  | 1     | 0-0,5   |
| 0,5-9       | Aeh+Al     | humose, nesterartige Flecken; Fein- und Grobwurzeln; 10YR 5/4; gestört; Untergrenze wellig.  | 2     | 0,5-9   |
| 9-35        | Al         | schwach humos; Kiesel; schwache Fe/Mn Flecken; 10YR 5/4.   | 3     | 9-18    |
|             |            |  | 4     | 18-27   |
|             |            |  | 5     | 27-35   |
| 35-42       | Bt         | schwach humose Flecken; schwache Fe/Mn Flecken; 10YR 4/6; schwache Toncutane.  | 6     | 35-42   |
| 42-54       | II fAl+fBt | nicht mehr humos; schwache Fe/Mn Flecken, kleine Fe/Mn-Konkretionen; 10YR 4/6; Toncutane haben zugenommen (dichter als darüber).               | 7     | 42-48   |
|             |            |  | 8     | 48-54   |
| 54-92       | III fBt    | viele Kiesel; starke Fe/Mn Fleckung; von 10YR 4/6 über 7,5YR 5/6 zu 7,5YR 5/8 übergehend; deutlicher Substratwechsel, Bt aus Lößlehmfließerde. | 9     | 54-64   |
|             |            |  | 10    | 64-74   |
|             |            |  | 11    | 74-84   |
|             |            |  | 12    | 84-92   |
| 92-98       | IV fBt     | Weniger dicht als Hangendes; 7,5YR 5/6; Mischung aus III Bt (sandiges Substrat) und V Bt (schluffig-lehmiges Substrat) → fleckig.              | 13    | 92-98   |
| 98-120+     | V fBt      | Kiesel; Dichte geringer als darüber; 7,5YR 5/8; Toncutane, fBt aus tertiärem Substrat.   | 14    | 98-108  |
|             |            |  | 15    | 108-118 |

**A 1.6 Profil 7038-69**

**Ortsangabe:** Nordwestlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4505819 H:5421118  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 379,15 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 1°

**Reliefposition:** Unterhang nahe der Tiefenlinie

**Bodentyp:** Pseudogley-Kolluvisol

| Tiefe in cm | Horizont    | Beschreibung   | Probe | Tiefe |
|-------------|-------------|--|-------|-------|
|             | L           |  |       |       |
|             | Of          |  |       |       |
|             | Oh          |  |       |       |
| 0-3         | Ah          | 10YR 3/3   | 1     | 0-3   |
| 3-7         | M           | Humusnester; Rostflecken; 10YR 5/4.  | 2     | 3-7   |
| 7-20        | M           | Subpolyedergefüge; Fe/Mn-Konkretionen; von 10YR 5/6 zu 10YR 6/4 übergehend.  | 3     | 7-13  |
|             |             |  | 4     | 13-20 |
| 20-40       | M-Sw        | nach unten hin toniger; hydromorph überprägt, Rostflecken; von 10YR 5/4 zu 10YR 6/4 übergehend; von 40-50 cm Holzkohlen. | 5     | 20-30 |
|             |             |  | 6     | 30-40 |
| 40-55       | II Sw Al+Bt | Polyedergefüge; von 10YR 5/4 zu 10YR 6/4 übergehend; Toncutane, keilförmige Leitbahnen mit Ton in den nächsten Horizont  | 7     | 40-47 |
|             |             | reichend, große Grobporen.   | 8     | 47-55 |
| 55-85       | III Sd-fBt  | keine Kiesel; schussergroße Fe/Mn Konkretionen; vgl. Profil 7038-66.   | 9     | 55-65 |
|             |             |  | 10    | 65-75 |
|             |             |  | 11    | 75-85 |

**A 1.7 Profil 7038-70**

**Ortsangabe:** Südwestlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4505814 H:5420944  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 390,27 m  
**Exposition:** S  
**Inklination:** 8°

**Reliefposition:** Oberhang

**Bodentyp:** Parabraunerde über fossilem Bt aus tertiärem Substrat

| Tiefe in cm | Horizont   | Beschreibung  | Probe | Tiefe   |
|-------------|------------|---|-------|---------|
| +5          | L          |   |       |         |
| +3          | Of         |   |       |         |
| +1          | Oh         |   |       |         |
| 0-2         | Ah         |   | 1     | 0-2     |
| 2-29        | Al         | Humusnester; Subpolyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln; von 10YR 5/4 zu 10YR 5/6 übergehend; diffuse Verteilung von Holzkohleflittern, bei 22 cm Holzkohlestück. | 2     | 2-11    |
|             |            |   | 3     | 11-20   |
| 29-33       | AlBt       | Kiesel (kleiner 1 cm); Feinwurzeln; von 10YR 5/6 zu 10YR 4/6 übergehend; kleine Toncutane, viele Grobporen, Holzkohleflitter                                    | 4     | 20-29   |
|             |            |   | 5     | 29-33   |
| 33-64       | II Bt      | Kiesel; nach unten hin zunehmender Sandgehalt; Polyedergefüge; Fe/Mn-Konkretionen (4 mm); von 10YR 5/6 zu 10YR 5/8 übergehend.                                  | 6     | 33-37   |
|             |            |   | 7     | 37-46   |
|             |            |   | 8     | 46-55   |
|             |            | bei der Geländebegehung am 11.05. Farbunterschied zu II Bt (rötlicher als dieser), eventuell II AlBt.   | 9     | 55-64   |
| 64-74       | III Bt+fBt | 10YR 5/8; ungliederter Mischhorizont.   | 10    | 64-74   |
| 74-114      | IV fBt     | nach unten hin zunehmender Sandgehalt; Polyedergefüge; von 10YR 5/6 über 10YR 5/8 zu 10YR 4/6 übergehend; Toncutane (rot und weiß), alte Wurzelbahnen.          | 11    | 74-84   |
|             |            |   | 12    | 84-94   |
|             |            |   | 13    | 94-104  |
|             |            |   | 14    | 104-114 |

**A 1.8 Profil 7038-71****Ortsangabe:** Südwestlich der Viereckschanze**Lage:** R:4505815 H:5420921**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 1997**Höhe über NN:** 385,82 m**Exposition:** N**Inklination:** 13°**Reliefposition:** Mittelhang**Bodentyp:** Parabraunerde aus Kolluvium über geköpfter Parabraunerde aus carbonathaltigem Löß

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|----------|--|-------|---------|
| +5          | L        |  |       |         |
| +3          | Of       |  |       |         |
| +1          | Oh       |  |       |         |
| 0-2         | Ah       | braun  | 1     | 0-2     |
| 2-10        | Ahl      | Humusnester; Fein- und Grobwurzeln; Rostflecken; kleine Holzkohlefitter, fahlbraun.  | 2     | 2-10    |
| 10-38       | Al       | Kiesel bis 1 cm; Subpolyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln; Fe/Mn Konkretionen bis 5 mm, Holzkohle.                                     | 3     | 10-19   |
|             |          |  | 4     | 19-28   |
|             |          |  | 5     | 28-38   |
| 38-43       | Al-Bt    |  | 6     | 38-43   |
| 43-48       | Bt       | kleine Kiesel (Feldspat); Subpolyedergefüge; Feinwurzeln; Fe/Mn-Konkretionen; feine Toncutane, Holzkohle, fahlbraun bis rötlich braun. | 7     | 43-48   |
| 48-60       | II Bt    | kleine Kiesel; Subpolyedergefüge; Feinwurzeln; Fe/Mn-Konkretionen; Toncutane, Holzkohle, fahlbraun bis rötlichbraun                    | 8     | 48-54   |
|             |          |  | 9     | 54-60   |
| 60-87       | III Bt   | Polyedergefüge; Feinwurzeln; Fe/Mn-Konkretionen und Schlieren; Toncutane, rotbraun.  | 10    | 60-69   |
|             |          |  | 11    | 69-78   |
| 87-98       | ICv-Bt   | Kiesel bis 1 cm; Carbonatgrenze bei 98cm; Polyeder- bis Subpolyedergefüge; Feinwurzeln; Toncutane, gelblich rötlich braun              | 13    | 87-93   |
|             |          |  | 14    | 93-98   |
| 98-116+     | ICnv     | Sandgehalt nach unten hin zunehmend; carbonathaltig; Toncutane nach unten hin abnehmend, gelblich braun.                               | 15    | 98-107  |
|             |          |  | 16    | 107-116 |

**A 1.9 Profil 7038-72**

**Ortsangabe:** Südlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4505942 H:5420950  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 386, 26m  
**Exposition:** S  
**Inklination:** 5°

**Reliefposition:** Oberhang

**Bodentyp:** Parabraunerde auf carbonathaltigem Löß über fossilem Bt-Horizont aus tertiärem Substrat

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe | Tiefe   |
|-------------|----------|---|-------|---------|
| 0-7         | Sew-Ahl  | schwach humos; Kohärtengefüge; Fein- und Grobwurzeln; Rostflecken; gestört, podsolig.   | 1     | 0-7     |
| 7-23        | Al       | kleine Kiesel, Kohärtengefüge; Wurzeln; fahlbraun.  | 2     | 7-15    |
|             |          |   | 3     | 15-23   |
| 23-29       | Al-Bt    | kleine Kiesel; Kohärtengefüge; Wurzeln; Toncutane, zwischen fahlbraun und rotbraun.   | 4     | 23-29   |
| 29-46       | Bt       | Kiesel; Wurzeln; schwache Fe/Mn Flecken; schwache Toncutane, Lößlehm-Fließerde, rotbraun.   | 5     | 29-38   |
|             |          |   | 6     | 38-46   |
| 46-63       | II Bt    | Kiesel; Fe/Mn Flecken; Lößlehm-Fließerde, eventuell ehemaliger AlBt?, fahlbraun.  | 7     | 29-38   |
|             |          |   | 8     | 53-63   |
| 63-88       | III Bt   | Fe/Mn-Konkretionen; verstärkt Toncutane, Lößlehm-Fließerde, rotbraun.   | 9     | 63-70   |
|             |          |   | 10    | 70-80   |
|             |          |   | 11    | 80-88   |
| 88-115      | IV Bt    | Subpolyedergefüge; Toncutane, Lößlehm-Fließerde, etwas heller; scharfe Untergrenze zu Lößlinsen.  | 12    | 88-98   |
|             |          |   | 13    | 98-108  |
|             |          |   | 14    | 108-115 |
| 115-169     | V ICkcnv | kleine Kiesel; carbonathaltig, im oberen Bereich sekundäre Carbonatflecken; Subpolyedergefüge; Mollusken (schwach verbraunt), Lößlinse bei 115-137 cm; scharfe Untergrenze ab 137 cm schwach carbonathaltiger Löß; Subpolyedergefüge; gelblich bis rötlich braun; ganz schwach carbonathaltig; Subpolyedergefüge; schwache Toncutane, Lößkindel bei 158 cm, gelblich braun. | 15    | 115-125 |
|             |          |   | 16    | 125-137 |
|             |          |   | 17    | 137-148 |
| 169-176     | VI ICv   | Sandband; Subpolyeder- bis Einzelkorngefüge; gelblich braun mit rötlichen Flecken.  | 18    | 148-159 |
|             |          |   | 19    | 159-169 |
| 176-195+    | VII fBt  | Subpolyeder- bis Polyedergefüge; im oberen Bereich schwaches Fe/Mn-Band (Konkretionen), grau bis orange marmoriert; graue Toncutane.  | 20    | 169-176 |
|             |          |   | 21    | 176-186 |

**A 1.10 Profil 7038-73**

**Ortsangabe:** Südlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4505942 H:5420937  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 383,14 m  
**Exposition:** S  
**Inklination:** 16°

**Reliefposition:** Mittelhang

**Bodentyp:** Parabraunerde aus Kolluvium über fossilem Bt auf carbonathaltigem Löß

| Tiefe in cm | Horizont      | Beschreibung  | Probe                    | Tiefe                                     |
|-------------|---------------|---|--------------------------|---|
| +5          | L<br>Of<br>Oh |   |                          |   |
| 0-5         | Ah            | Fein- und Grobwurzeln; 10YR 4/2; extrem gestört (Windwurf?), verlagertes Material über ehemaligem Ah.   | 1                        | 0-5                                       |
| 5-11        | Ah+fAh        | humos; Bleichflecken; 10YR 6/4.   | 2                        | 5-11                                      |
| 11-33       | Al            | Subpolyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln; von 10YR 6/4 zu 10YR 6/6 übergehend; Holzkohle.   | 3<br>4<br>5              | 11-18<br>18-25<br>25-33                   |
| 33-46       | Bt            | Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln; Fe/Mn-Konkretionen; 10YR 5/6; minimale Toncutane, Holzkohle; schwankende Untergrenze (+/-3 cm). | 6<br>7                   | 33-40<br>40-46                            |
| 46-91       | II fBt        | Kiesel; Polyedergefüge; Fe/Mn-Konkretionen; 10YR 5/6; Toncutane.  | 8<br>9<br>10<br>11<br>12 | 46-55<br>55-64<br>64-73<br>73-82<br>82-91 |
| 91-96       | fBt-ICv       | 10YR 5/6  | 13                       | 91-96                                     |
| 96-100      | fBt-ICcv      | Subpolyeder- bis Polyedergefüge; bei 98 cm Carbonatgrenze; Feinwurzeln (rezent ?); fahles rötliches Gelbbraun.  | 14                       | 96-100                                    |
| 100-115+    | ICn           | 3-4 cm sandiger Schluff, dann Schluff; carbonathaltiger Rohlöß; 10YR 6/6.   | 15<br>16                 | 100-108<br>108-116                        |

**A 1.11 Profil 7038-74**

**Ortsangabe:** Südlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4505943 H:5420922  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:**

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 379,74 m  
**Exposition:** S  
**Inklination:** 2°

**Reliefposition:** Unterhang

**Bodentyp:** Kolluvisol über fossilem Bt

| Tiefe in cm | Horizont  | Beschreibung  | Probe | Tiefe   |
|-------------|-----------|---|-------|---------|
| +4          | L         |   |       |         |
|             | Of        |   |       |         |
|             | Oh        |   |       |         |
| 0-5         | Ah        | Probenahme wahrscheinlich nicht geglückt.   | 1     | 0-5     |
| 5-6         | fAh       | insgesamt gestört; bei 6+/-1 cm fAh.  | 2     | 5-6     |
| 6-26        | M         | 10YR 6/6; vgl. Profil 7038 –81.   | 3     | 6-16    |
|             |           |   | 4     | 16-26   |
| 26-100      | M         | Sand nach unten hin zunehmend; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; locker gelagert; Fe/Mn Flecken, Rost- und Bleichflecken; von 10YR 6/6 zu 10YR 5/6 übergehend; leichte Toncutane, viele Grobporen, Holzkohle bis 90 cm, schwer differenzierbarer, kompakter Komplex. | 5     | 26-36   |
|             |           |   | 6     | 36-46   |
|             |           |   | 7     | 46-57   |
|             |           |   | 8     | 57-68   |
|             |           |   | 9     | 68-79   |
|             |           |   | 10    | 79-90   |
|             |           |   | 11    | 90-100  |
| 100-110     | II fAl-Bt | Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Rostflecken; 10YR 6/6; Toncutane, weniger Grobporen, Mischhorizont?  | 12    | 100-105 |
|             |           |   | 13    | 105-110 |
| 110-140+    | II fBt    | Grobsand; Polyedergefüge; Rostflecken; von 10YR 6/6 zu 10YR 5/8 übergehend; Fließerde; Untergrenze des Bt aus Pürckhauer nicht differenzierbar; Lößlehm.  | 14    | 110-120 |
|             |           |   | 15    | 120-130 |
|             |           |   | 16    | 130-140 |
| 240-260+    |           | carbonathaltiger Löß.   |       |         |

**A 1.12 Profil 7038-75**

**Ortsangabe:** Südwestlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4505819 H:5420902  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 383,44 m  
**Exposition:** S  
**Inklination:** 2°

**Reliefposition:** Unterhang

**Bodentyp:** Parabraunerde aus Kolluvium über fossilem Bt aus Löß

| Tiefe in cm | Horizont  | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|-----------|--|-------|---------|
| +3          | L         |  |       |         |
|             | Of        |  |       |         |
|             | Oh        |  |       |         |
| 0-1         | Ah        | dunkelbraun  | 1     | 0-1     |
| 1-6         | Ahl       | humose Flecken; Holzkohle, braun; Ah an Untergrenze eventuell gestört.   | 2     | 1-6     |
| 6-26        | Al        | kleine Kiesel (3-4 mm); Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln; Holzkohle, fahlbraun.  | 3     | 6-16    |
|             |           |  | 4     | 16-26   |
| 26-49       | Al-Bt     | Subpolyeder- bis Polyedergefüge (minimal); Fein- und Grobwurzeln; hydromorph überprägt, wenig Rostflecken, Bleichflecken, massive Fe/Mn-Anreicherung bis 49 cm, Fe/Mn-Konkretionen bis 5 mm; minimale Toncutane, Grobporen, fahlbraun bis rötlich braun. | 5     | 26-34   |
|             |           |  | 6     | 34-42   |
| 49-57       | Bt        | weniger Sand als oben; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; extrem hydromorph überprägt, keine vermehrte Mn-Anreicherung (vgl. mit oben); minimale Toncutane, viele Grobporen, Feldspäte/ Quarz; Untergrenze fließend.                                       | 7     | 42-49   |
|             |           |  | 8     | 49-57   |
| 57-85       | II fBt'Bt | Polyedergefüge; relativ wenig Fe/Mn-Konkretionen; massive Toncutane, Feldspäte, eventuell fBt im unteren Bereich, rötlich braun.   | 9     | 57-65   |
|             |           |  | 10    | 65-75   |
|             |           |  | 11    | 75-85   |
| 85-135      | II fBt    | bei 106 cm Sandnest (Fließerde ?).   | 12    | 85-95   |
|             |           |  | 13    | 95-105  |
|             |           |  | 14    | 105-115 |
|             |           |  | 15    | 115-125 |
|             |           |  | 16    | 125-135 |
| 135-145     | fBt-ICv   | feinsandig schluffig; entcarbonatisierter Lößlehm. mit Pürckhauer vertieft.  | 17    | 135-145 |
| 145-190     | ICv       | entcarbonatisierter Lößlehm.   |       |         |
| 190-210     | ICn       | carbonathaltiger Löß.  |       |         |
| 210-230     |           | Sande mit Kiesel; carbonathaltig.  |       |         |
| 230-250+    |           | carbonathaltiger Löß.  |       |         |

**A 1.13 Profil 7038-76****Ortsangabe:** Nordöstlich der Viereckschanze**Lage:** R:4506012 H:5421062**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 1997**Höhe über NN:** 383,33 m**Exposition:** N**Inklination:** 3°**Reliefposition:** Oberhang**Bodentyp:** Parabraunerde aus Kolluvium über fossilem Bt aus tertiärem Substrat

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe | Tiefe   |
|-------------|----------|---|-------|---------|
| +3          | L        |   |       |         |
|             | Of       |   |       |         |
|             | Oh       |   |       |         |
| 0-11        | Ahl      | Humusnester; 10YR 5/4; stark gestört; zapfenförmig in Al übergehend (bis 14 cm).  | 1     | 0-5     |
|             |          |   | 2     | 5-11    |
| 11-34       | Al       | Subpolyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln; von 10YR 5/4 zu 10YR 5/6 übergehend; Holzkohle.   | 3     | 11-18   |
|             |          |   | 4     | 18-26   |
|             |          |   | 5     | 26-34   |
| 34-58       | Bt       | Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln; Rost- und Bleichflecken, nach unten hin Fe/Mn-Schlieren; von 10YR 5/6 zu 10YR 5/8 übergehend; minimale Toncutane. | 6     | 34-42   |
|             |          |   | 7     | 42-50   |
|             |          |   | 8     | 50-58   |
| 58-73       | II fBtk  | Kiesel bis 1 cm; Polyedergefüge; Feinwurzeln; Bleichbahnen, Konkretionsanreicherungshorizont, Konkretionen bis zu 3 cm; von 10YR 4/6 zu 10YR 5/8 übergehend.              | 9     | 58-65   |
|             |          |   | 10    | 65-73   |
| 73-200+     | II fBt   | Polyedergefüge; Feinwurzeln; Fe-Mn-Schlieren; 10YR 5/8; Toncutane.  | 11    | 73-80   |
|             |          |   | 12    | 80-90   |
|             |          |   | 13    | 90-100  |
|             |          |   | 14    | 100-110 |

**A 1.14 Profil 7038-77****Ortsangabe:** Nordöstlich der Viereckschanze**Lage:** R:4506007,94 H:5421102,31**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 1997**Höhe über NN:** 378,74 m**Exposition:** N**Inklination:** 10°**Reliefposition:** Mittelhang**Bodentyp:** Parabraunerde aus Kolluvium über fossilem Bt

| Tiefe in cm | Horizont   | Beschreibung  | Probe | Tiefe   |
|-------------|------------|---|-------|---------|
| +3,5        | L          |   |       |         |
| +2,5        | Of         |   |       |         |
| +0,5        | Oh         |   |       |         |
| 0-1         | Ah         | 10YR 4/3  | 1     | 0-1     |
| 1-7+/-3     | Ah+Al      | Humusnester; Kohärtengefüge; dicke Baumwurzeln (8 cm), Feinwurzeln; seitlich der Taschen Rost- und Bleichfleckung (Sew?), Fe-Mn-Konkretionen; 10YR 5/4; extrem gestört, Taschen reichen in Al; taschenartige Untergrenze. | 2     | 1-7+/-3 |
| 7-32+/-2    | Sw-Al      | Kiesel (ca. 6 mm); Kohärtengefüge; Fein- und Grobwurzeln; Rostflecken, Fe-Mn-Konkretionen; von 10YR 5/3 über 10YR 6/5 zu 10YR 5/4 übergehend; Holzkohle, Fundstück.   | 3     | 7-15    |
|             |            |   | 4     | 15-23   |
|             |            |   | 5     | 23-32   |
| 32-48       | Sd-Al-Bt   | Polyedergefüge; Wurzeln; deutliche Rost- und Bleichflecken, Fe-Mn-Konkretionen; 10YR 5/8; feine Toncutane.  | 6     | 32-40   |
|             |            |   | 7     | 40-48   |
| 48-87       | II fBt' Bt | Kiesel; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Feinwurzeln; Fe-Mn-Schlieren, Fe-Mn-Konkretionen; von 10YR 5/6 über 10YR 4/6 zu 10YR 3/6 übergehend; Feldspäte, reduzierte mit Schluff gefüllte Risse.                           | 8     | 48-57   |
|             |            |   | 9     | 57-67   |
|             |            |   | 10    | 67-77   |
|             |            |   | 11    | 77-87   |
| 87-107      | II fBt     |   | 12    | 87-97   |
|             |            |   | 13    | 97-107  |

**A 1.15 Profil 7038-78****Ortsangabe:** Nordöstlich der Viereckschanze**Lage:** R:4506010 H:5421152**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 1997**Höhe über NN:** 374,23 m**Exposition:** N**Inklination:** 4°**Reliefposition:** Unterhang**Bodentyp:** Kolluvisol über fossilem Bt-Komplex

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|----------|--|-------|---------|
| +6          | L        | Gras   |       |         |
|             | Of       | gestört  |       |         |
|             | Oh       | nicht beprobt  |       |         |
| 0-0,5       | Ah       | gestört  |       |         |
| 0,5-6       | M-Ah     | humose Flecken; Plattengefüge; Feinwurzeln; 10YR 4/4;<br>Untergrenze wellig.                               | 1     | 0,5-6   |
| 6-21        | M        | kleine Kiesel; Wurzeln; Rostflecken; 10YR 5/4.   | 2     | 6-14    |
|             |          |  | 3     | 14-21   |
| 21-36       | M        | geringe Fe-Mn-Fleckung; 10YR 5/4; schwache Toncutane.  | 4     | 21-28   |
|             |          |  | 5     | 28-36   |
| 36-56       | M        | Kiesel bis 5mm; 10YR 5/4; Fe-Mn-Konkretionen bis 2 cm (einzeln);<br>zapfenförmige Untergrenze.             | 6     | 36-46   |
|             |          |  | 7     | 46-56   |
| 56-78       | II fBt   | geringe Al-Fleckung; von 10YR 5/4 über 7,5YR 4/6 zu 10YR 5/6<br>übergehend; Toncutane.                     | 8     | 56-66   |
|             |          |  | 9     | 66-72   |
|             |          |  | 10    | 72-78   |
| 78-97       | III fBt  | Kiesel; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Fe-Mn-Fleckung; von<br>10YR 5/6 zu 10YR 4/6 übergehend.           | 11    | 78-88   |
|             |          |  | 12    | 88-97   |
| 97-105      | IV fBt   | Kiesel; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Fe/Mn-Fleckung, große<br>Fe-Mn-Konkretionen; 10YR 4/6; Toncutane. | 13    | 97-105  |
| 105-118+    | V ICv    | orange-grau marmoriert; 10YR 4/6; Feldspatsande.   | 14    | 105-115 |

**A 1.16 Profil 7038-79**

**Ortsangabe:** Südöstlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4506009 H:5420958  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 385,06 m  
**Exposition:** S  
**Inklination:** 5°

**Reliefposition:** Oberhang

**Bodentyp:** Parabraunerde aus Kolluvium über fossilem Bt aus tertiärem Substrat

| Tiefe in cm | Horizont      | Beschreibung  | Probe                | Tiefe                                 |
|-------------|---------------|---|----------------------|---------------------------------------|
| +4          | L<br>Of<br>Oh |   |                      |                                       |
| 0-13+/-1    | Ahl           | Humusnester; Kohärtengefüge; Sew-Flecken; 10YR 4/3; extrem gestört (fAh-Horizont 9-13 cm?).   | 1<br>2               | 0-6<br>6-13                           |
| 13-24+/-2   | Al            | sehr schwache Humusflecken; Kiesel 3-4 mm; Subpolyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln; schwache Bleich- und Rostfleckung; 10YR 5/4; Holzkohlefitter, grobporenreich.  | 3<br>4               | 13-18<br>18-24                        |
| 24-30       | AlBt          |   | 5                    | 24-30                                 |
| 30-36       | Bt            | Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Feinwurzeln, alte Grobwurzel; Fe-Mn-Konkretionen bis 5 mm; Toncutane, fahlbraun bis rötlich braun.   | 6                    | 30-36                                 |
| 36-76       | II fBt'Bt     | Kiesel bis 5 mm; sehr sandig, nach unten hin allgemein toniger; dicke alte Grobwurzel; Bleich- und Rostfleckung, Fe-Mn-Konkretionen; von 10YR 5/6 über 10YR 6/6 zu 10YR 5/6 übergehend; bis ca. 50 cm Tiefe nur rote Toncutane, ab 50 cm rote und graue Toncutane, Toncutane nach unten hin zunehmend, Feldspäte, 36-ca. 50 cm: gelblich rötlich braun, ab ca. 50 cm: rötlich braun mit grauen Flecken. | 7<br>8<br>9<br>10    | 36-46<br>46-56<br>56-66<br>66-76      |
| 76-116+     | II fBt        | 10YR 5/6  | 11<br>12<br>13<br>14 | 76-116+<br>86-96<br>96-106<br>106-116 |

**A 1.17 Profil 7038-80**

**Ortsangabe:** Südöstlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4506009 H:5420943  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 383,13 m  
**Exposition:** S  
**Inklination:** 12°

**Reliefposition:** Mittelhang

**Bodentyp:** Phänoparabraunerde auf carbonathaltigem Löß

| Tiefe in cm | Horizont      | Beschreibung  | Probe          | Tiefe                     |
|-------------|---------------|---|----------------|---------------------------|
| +4          | L<br>Of<br>Oh |   |                |                           |
| 0-1         | Ah            | dunkelbraun   | 1              | 0-1                       |
| 1-10        | Ahl           | humose Flecken; Kiesel bis 5 mm; Subpolyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln; Rost- und Bleichflecken, minimale Fe-Mn-Konkretionen; leicht gestört, fahlbraun bis braun. | 2<br>3         | 1-5<br>5-10               |
| 10-15       | Al            | humose Flecken; Kiesel bis 7 mm; Subpolyedergefüge; Feinwurzeln, Holzkohleflitter.  | 4              | 10-15                     |
| 15-20       | Al-Bt         | Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Feinwurzeln; Rost- und Bleichfleckung; feine Toncutane, kleine Feldspäte, fahlbraun bis rötlich.                                     | 5              | 15-20                     |
| 20-44       | II Bt         | Kiesel; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln; Fe-Mn-Schlieren, Fe-Mn-Konkretionen; Toncutane nach unten hin zunehmend, rötlich braun.               | 6<br>7<br>8    | 20-28<br>28-36<br>36-44   |
| 44-70+/-3   | Bt-ICkcv      | sekundäres Carbonat, bei 44 cm Carbonatgrenze; Polyedergefüge; alte Wurzeln; rote Toncutane, fahl gelblich braun.   | 9<br>10<br>11  | 44-52<br>52-61<br>61-70   |
| 70-100+     | ICck          | stark carbonathaltig, bis 3 cm große Lößkindel, fahl gelblich braun.  | 12<br>13<br>14 | 70-80<br>80-90-<br>90-100 |
| 125-150     |               | Pürckhauer  |                |                           |
| 150-190+    |               | carbonathaltig; Übergangsbereich zu Sanden.<br>tertiäre Sande   |                |                           |

**A 1.18 Profil 7038-81**

**Ortsangabe:** Südöstlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4506005 H:5420920  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 378,69 m  
**Exposition:** S  
**Inklination:** 3°

**Reliefposition:** Unterhang

**Bodentyp:** Kolluvisol über fossilem Bt

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe   | Tiefe    |
|-------------|----------|---|---------|----------|
|             | L        |   |         |          |
|             | Of       |   |         |          |
|             | Oh       |   |         |          |
| 0-5         | Ah       | 10YR 4/4; zungen- bis taschenförmig in den Al hineinreichend (ca. 10 cm), Grenze schlecht differenzierbar.  | 1       | 0-5      |
| 5-105       | M        | Humusflecken; Kiesel bis 3 mm; Subpolyedergefüge; locker gelagert; Fein- und Grobwurzeln; 10YR 5/6.<br><br>Kiesel; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Feinwurzeln; Fe-Mn-Flecken und Konkretionen; 10YR 5/6; vereinzelt Toncutane, extrem grobporenreich, Holzkohleflitter;<br>10YR 4/6; Holzkohlestücke bis 80 cm;<br>humose Überreste; Sandgehalte nach unten hin zunehmend; 10YR 4/6; Randbereiche oxidiert → rostfarben; Bahn: mit grauem Sand-Schluff-Gemisch gefüllt. | 2       | 5-13     |
|             |          |   | 3       | 13-21    |
|             |          |   | 4       | 21-30    |
|             |          |   | 5       | 30-40    |
|             |          |   | 6       | 40-50    |
|             |          |   | 7       | 50-60    |
|             |          |   | 8       | 60-70    |
|             |          |   | 9       | 70-80    |
|             |          |   | 10      | 80-90    |
|             |          |   | 11      | 90-100   |
|             |          |   | 12      | 100-105  |
|             |          |   | 105-120 | II fAlBt |
| 14          | 112-120  |   |         |          |
| 120-130+    | II fBt   | Subpolyeder- bis Polyedergefüge   | 15      | 120-130+ |
| Ab 150      |          | Pürckhauer  |         |          |
| Ab 246      |          | Lößlehm   |         |          |
|             |          | tertiäre Sande  |         |          |

**A 1.19 Profil 7038-82****Ortsangabe:** Südwestecke der Viereckschanze**Lage:** R:4505869 H:5420963**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 1997**Höhe über NN:** 390,72 m**Exposition:** -----**Inklination:** 1°**Reliefposition:** Verflachung**Bodentyp:** Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont      | Beschreibung  | Probe          | Tiefe                         |
|-------------|---------------|---|----------------|-------------------------------|
| +5          | L<br>Of<br>Oh |   |                |                               |
| 0-1,5       | Ah            |   | 1              | 0-1,5                         |
| 1,5-4       | Ahl           | humose Flecken; kleine Kiesel; Fein- und Grobwurzeln; fahlbraun bis braun.  | 2              | 1,5-4                         |
| 4-24        | Al            | Subpolyedergefüge; Feinwurzeln; mit Humus gefüllte Wurzelbahnen (bei Probe 3: alte Wurzelbahn mitbeprobte), wenige Holzkohlefitter, fahlbraun.  | 3<br>4         | 4-14<br>14-24                 |
| 24-34       | AIBt          | Subpolyedergefüge; Feinwurzeln; minimale Toncutane, kleine Feldspäte, alte Wurzeln rötlich gelblich braun.  | 5              | 24-34                         |
| 34-55       | Bt            | Polyedergefüge; Feinwurzeln, alte Wurzeln; rote Toncutane.  | 6<br>7         | 34-44<br>44-55                |
| 55-63       | II Bt-ICv     | nach unten hin sandiger; Polyedergefüge; Feinwurzeln; Fe-Mn-Schlieren über den gesamten Bt-ICv; Toncutane schwächer als im Bt.  | 8              | 55-63                         |
| 63-81       | II ICv        | Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Feinwurzeln; vereinzelt Rostfleckung, Fe-Mn-Konkretionen ca. 7 mm; mit roten Toncutanen durchsetzt, gelblich.  | 9<br>10        | 63-72<br>72-81                |
| 81-109      | ICkv          |   | 11<br>12<br>13 | 81-90<br>90-99<br>99-109      |
| 109-138+    | III fBtk      | carbonathaltige Gesteinsbrocken (Kalksandstein?, Kreidesandstein?, Lößkindel? ), ansonsten Substrat carbonatfrei; Polyeder- bis Subpolyedergefüge; Feinwurzeln; große und viele Fe-Mn-Konkretionen, insgesamt grau bis ocker marmoriert; nur wegen Fe-Mn-Konkretionen rote Toncutane in sandigem Substrat, Feldspäte. | 14<br>15<br>16 | 109-118<br>118-128<br>128-138 |

**A 1.20 Profil 7038-83**

**Ortsangabe:** Nördlich der Viereckschanze  
**Lage:** R:4505904 H:5421088  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 381,42 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 8°

**Reliefposition:** Mittelhang

**Bodentyp:** Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|----------|--|-------|---------|
| 0-9/13      | Ahl      | humose Nester; gestört; wellige Untergrenze.   | 1     | 0-7     |
| 9/13-34     | Al       | vereinzelt Kiesel; Kohärtengefüge; locker gelagert; fahlbraun.   | 2     | 7-13    |
|             |          |  | 3     | 13-23   |
|             |          |  | 4     | 23-27   |
|             |          |  | 5     | 27-34   |
|             |          |  | 6     | 34-41   |
| 34-41       | Al-Bt    | vereinzelt Kiesel; Subpolyedergefüge; Toncutane (mittel stark), Übergang zu Bt.  | 7     | 41-51   |
| 41-117      | II Bt    | viele Kiesel; Schluffflecken und -bahnen; Polyedergefüge; Fe-Mn-Flecken; Toncutane, Lößlehm-Fließerde, alte Wurzelbahnen, nicht genauer differenzierbar, rotbraun.   | 8     | 51-61   |
|             |          |  | 9     | 61-71   |
|             |          |  | 10    | 71-81   |
|             |          |  | 11    | 81-91   |
|             |          |  | 12    | 91-101  |
|             |          |  | 13    | 101-111 |
|             |          |  | 14    | 111-117 |
|             |          |  | 15    | 117-124 |
| 117-140+    | III Bt   | weniger Kiesel als darüber; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Fe-Mn-Flecken; Toncutane nicht mehr so stark wie im II Bt, graue Toncutane auf Aggregatoberflächen, kein großer Unterschied zu II Bt, jedoch Farbwechsel. | 16    | 124-134 |

**A 1.21 Profil 7038-84****Ortsangabe:** Innenraum der Viereckschanze**Lage:** R:4505899 H:5420990**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Löß über Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 1997**Höhe über NN:** 389,74 m**Exposition:** -----**Inklination:** 1°**Reliefposition:** Verflachung**Bodentyp:** Holozäne Parabraunerde auf carbonathaltigem Löß über fossilem Bt aus tertiärem Substrat

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe          | Tiefe                         |
|-------------|----------|--|----------------|-------------------------------|
| +10         | L        | Nadeln, Buchenlaub   | 1              | +10                           |
| +8          | Of       |  | 2              | +8                            |
| +1          | Oh       |  | 3              | +1                            |
| 0-1         | Ah       | 10YR 1/3   | 4              | 0-1                           |
| 1-4         | Ahl      | humos; Fein- und Grobwurzeln; fahle Flecken; 10YR 5/6; gestört; Untergrenze wellig.  | 5              | 1-4                           |
| 4-9         | Al       | z.T. humose Flecken; plattiges Gefüge; Verdichtung sehr locker; Fein- und Grobwurzeln; Bleich- und Rostflecken.  | 6              | 4-9                           |
| 9-21        | Al       | vereinzelt Kiesel 4-5 mm, über das ganze Profil verteilt; Fein- und Grobwurzeln (Störung) von humosem Material umgeben; 10YR 5/4 humose Fleckung (v.a. im Bereich von Wurzelbahnen); bei 20 cm Kiesel (1,5 cm Längsachse, Quarz); Subpolyedergefüge.   | 7<br>8         | 9-15<br>15-21                 |
| 21-30       | AlBt     | humos; bei 30 cm Kiesel, 7 Kiesel auf 30 cm breitem Stück, alle gleiche Tiefe; nestartige Tonanreicherung; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln, von rezenten Laubbaumwurzeln durchwurzelt; 10YR 5/6; linker Teil bis ca. 50 cm von Wurzel eines Laubbaumes gestört, mit Al-Material verfüllt. | 9              | 21-30                         |
| 30-60       | Bt       | Polyedergefüge; Fein- und Grobwurzeln im oberen Teil bis ca. 40 cm; Fe-Mn-Schlieren; von 10YR 5/6 zu 10YR 5/8 übergehend; Toncutane an Bruchflächen, Bruchflächen z.T. noch mit Al-Material überzogen.   | 10<br>11<br>12 | 30-40<br>40-50<br>50-60       |
| 60-69 +/-1  | Bt-ICv   | Polyedergefüge; feinste Feinwurzeln; Fe-Mn-Schlieren; 10YR 5/8; von oben nach unten Toncutane abnehmend, heller als oben   | 13             | 60-69+/-1                     |
| 69-76       | ICv      | carbonatfrei; Subpolyedergefüge; Feinwurzeln; 10YR 5/6; Lößlehm, heller als BtICv.   | 14             | 69-76                         |
| 76-106      | ICcnv    | sekundäre Carbonatflecken; Feinwurzeln; Fe-Mn-Schlieren, im unteren Teil minimalste Fe-Mn-Konkretionen; 10YR 6/4; z.T. Verlehmungserscheinungen.   | 15<br>16<br>17 | 76-86<br>86-96<br>96-106      |
| 106-118     | II ICcv  | sekundäre Carbonatflecken; Subpolyedergefüge; Feinwurzeln; Zunahme der Fe-Mn-Konkretionen (sehr klein, nicht hart); 10YR 6/4; Beginn von rötlichen Toncutanen.   | 18<br>19       | 106-112<br>112-118            |
| 118-131     | ICv      | mehr Feinsand als oben; Fe-Mn-Konkretionen; von 10YR 6/4 zu 10YR 6/6 übergehend; verstärkt rote Toncutane, vgl. Profil 7038-26 und 7038-82.  | 20<br>21       | 118-125<br>125-131            |
| 131-149     | ICkv     | z.T. Kiesel, Subpolyedergefüge; verstärkt Fe-Mn-Konkretionen (bis maximal 1 cm, aber vorwiegend 5 mm); von 10YR 6/6 zu 10YR 5/6 übergehend; rote Toncutane.  | 22<br>23       | 131-140<br>140-149            |
| 149-180     | III fBtk | weiß-rötliche Tone, ockerfarbene Sande; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; starke Fe-Mn-Anreicherung (ab 160 cm unregelmäßig); 10YR 5/6; aus tertiärem Material, Feldspäte sekundäre Carbonatanreicherungen; Lößkindel.  | 24<br>25<br>26 | 149-159<br>159-169<br>169-180 |

**A 1.22 Profil 7038-85**

**Ortsangabe:** Ostgraben der Viereckschanze  
**Lage:** R:4505990,21 H:5420990,57  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 385,56 m  
**Exposition:** ----  
**Inklination:** ----

**Reliefposition:** Graben

**Bodentyp:** Kolluvisol

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe                      | Tiefe   |
|-------------|----------|---|----------------------------|---|
| 0-5         | Ah       | Feinwurzeln, stark durchwurzelt; braun.   | 1                          | 0-5   |
| 5-38        | M        | bei 5-16 cm stark humos, teils humose Flecken; kleine Kiesel;<br>Feinwurzeln; Rost- und Bleichflecken, rot-grau-marmoriert;<br>Holzkohleflitter, Holzkohlestück bei 34 cm.                  | 2<br>3<br>4                | 5-16<br>16-27<br>27-38                              |
| 38-66       | M        | Feinwurzeln; Rostflecken nehmen gegenüber Bleichflecken zu, rot-grau-marmoriert; sehr viel Holzkohle in der gesamten Probe (56-66 cm), bei 52 cm Holzkohle, über fAh verwitterter Ziegel.   | 5<br>6<br>7                | 38-47<br>47-56<br>56-66                             |
| 66-67       | II fAh   | humos; schwarz-braun; scharfe Grenzen.  | 8                          | 66-67   |
| 67-108      | III M    | humos; Polyedergefüge; Rost- und Bleichfleckung, Fe-Mn-Flecken, rot-grau-marmoriert; Fe-Mn-Konkretionen (kleine und wenige), teils Fe/Mn-Konkretionen die Holzkohle täuschend ähnlich sind. | 9<br>10<br>11              | 67-82<br>82-92<br>92-108                            |
| 108-189     | IV fBt   | kleine Kiesel; dichter gelagert als darüber; Feinwurzeln; Rostfleckung dominiert; wenig Fe-Mn-Konkretionen.   | 12<br>13<br>14<br>15<br>16 | 108-118<br>118-130<br>130-150<br>150-170<br>170-190 |

**A 1.23 Profil 7038-86**

**Ortsangabe:** Ostwall  
**Lage:** R:4505981 H:5420989  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1997  
**Höhe über NN:** 388,52 m  
**Exposition:** ----  
**Inklination:** ----

**Reliefposition:** Wallkrone

**Bodentyp:** Anthropogen geschütteter Kolluvisol

| Tiefe in cm | Horizont  | Beschreibung   | Probe                            | Tiefe  |
|-------------|-----------|--|----------------------------------|--|
| 0-6         | Ah        | humos; Feinwurzeln; hellbraun  | 1                                | 0-6  |
| 6-76        | jlCv      | Bleich- und Rostflecken, nach unten hin nehmen Bleichflecken zu, bei 20-45 cm verstärkt Fe-Mn-Konkretionen; ; Auswurfmaterial aus tertiärem Substrat eventuell vermengt mit Lößlehm, bei 6-20 cm humose Wurzelbahn mitbeprob, bei 22 cm Steinchen, ansonsten schlecht differenzierbares Material, Materialgemenge. | 2<br>3<br>4<br>5<br>6<br>7       | 6-20<br>20-32<br>32-45<br>45-55<br>55-65<br>65-76              |
| 76-116      | II jlCv   | Fe-Mn-Konkretionen (weniger als oben); wahrscheinlich wurde hier BtlCv (Lößlehm) bzw. ICv-Material (vgl. Profil 7038-26) aufgeworfen, gelblich braun.  | 8<br>9<br>10<br>11               | 76-86<br>86-96<br>96-106<br>106-116                            |
| 116-130     | III jlCv  | wahrscheinlich wurde hier Bt-Material aufgeworfen, rotbraun und braun gemischt.  | 12                               | 116-130  |
| 130-147     | IV jlCv   | Ah/Al-Material vermengt, Holzkohlefitter.  | 13                               | 130-139  |
| 147-167     | V fAhl    | feucht, mit alter Wurzelbahn, mit Holzkohlefitter, fahlbraun.  | 14<br>15<br>16                   | 139-147<br>147-157<br>157-167                                  |
| 167-202     | fBtlCv    | wenige Fe-Mn-Konkretionen; Bt aus Lößlehm, rotbraun.   | 17<br>18<br>19<br>20             | 167-177<br>177-187<br>187-197<br>197-202                       |
| 202-250     | fBtlCv    | schwache Fe-Mn-Konkretionen; Lößlehm, Feldspatsplitter, gelblich braun.  | 21<br>22<br>23<br>24<br>25       | 202-212<br>212-222<br>222-232<br>232-242<br>242-250            |
| 250-272     | VI flCv   | schwache Fe-Mn-Konkretionen; Lößlehm, Substratwechsel, gelblich braun.   | 26<br>27<br>28                   | 250-260<br>260-266<br>266-272                                  |
| 272-303     | VII flCv  | Lößlehm-Feldspatsand-Gemenge (Fließerde?).   | 29<br>30<br>31                   | 272-282<br>282-292<br>292-303                                  |
| 303-393     | VIII fBtk | starke Fe-Mn-Anreicherung, rot-grau-marmoriert; aus tertiärem Substrat bestehender Horizont, vgl. Profile 7038-26, 7038-76 , 7038 - 79 usw., fBt wie gehabt, Feldspäte.  | 32<br>33<br>34<br>35<br>36<br>37 | 303-313<br>313-320<br>320-340<br>340-360<br>360-380<br>380-393 |

**A 1.24 Profil 7038-103**

**Ortsangabe:** Kuppe 53 m vom Weg  
**Lage:** R:4506650 H:5421300  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 13.11.98  
**Höhe über NN:** 381 m  
**Exposition:** Süd  
**Inklination:** 5°

**Reliefposition:** Oberhang

**Bodentyp:** Regosol über Feldspatsanden

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe |
|-------------|----------|--|-------|-------|
| 0-25        | Ap       | Mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; geringe Durchwurzelung; Feldspatkörner, deutliche Pfluggrenze. | 1     | 0-25  |
| 25-95       | II ICv   | sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel toniger Lehm; carbonatfrei; hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; bei 25-50 cm evtl. II Bt-ICv (Toncutane).            | 2     | 25-95 |

**A 1.25 Profil 7038-104**

**Ortsangabe:** Ca. 150 m von der Straße  
**Lage:** R:4506645 H:5421250  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 13.11.98  
**Höhe über NN:** 377 m  
**Exposition:** Süd  
**Inklination:** 3°

**Reliefposition:** Übergang vom Oberhang zum Mittelhang

**Bodentyp:** Gekappte Parabraunerde aus Löß

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe  | Tiefe          |
|-------------|----------|---|--------|----------------|
| 0-27        | Ap       | mittel humos; skelettfrei; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; mittlere Durchwurzelung; deutlicher Übergang.   | 1      | 0-27           |
| 27-44       | II Bt    | sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; sehr schwache Durchwurzelung; rötliche Toncutane; Übergang liegt im Steg der Bohrsonde – nicht sichtbar. | 2      | 27-44          |
| 44-58       | Bt-ICv   | Sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; mittlere Lagerungsdichte; leichte Tonbahnen durch Verschlammung; fließender Übergang.   | 3      | 44-58          |
| 58-68       | ICv      | Sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; nadelstichporiger Lößlehm; diffuser Übergang.   | 4      | 58-68          |
| 68-98       | clCv     | humusfreier, schwach feingrusiger (Konkretionen), schluffiger Lehm; carbonathaltig bis carbonatarm; Löß, mit Pseudo-Mycelien durchsetzt; fließender Übergang.   | 5<br>6 | 68-85<br>85-98 |
| 98-116      | III ICv  | humus- und skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatfrei; jedoch durchsetzt mit kleinen Mn-Konkretionen; sandiger und toniger als oben fließender Übergang.   | 7      | 98-116         |
| 116-121     | IV ICv   | schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Mn-Anreicherungshorizont; deutlicher Übergang.  | 8      | 116-121        |
| 121-156     | V ICv    | humus- und skelettfreier, mittel toniger Lehm; stark carbonathaltig; rötlich; fließender Übergang.  | 9      | 121-156        |
| 156-198     | VI ICv   | humusfreier, schwach toniger, mittelgrusiger; (CaCO <sub>3</sub> Konkretionen) Lehm; stark carbonathaltig; fließender Übergang.   | 10     | 156-198        |
| 198-230     | VII ICv  | sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung.  | 11     | 198-230        |

**A 1.26 Profil 7038-105****Ortsangabe:** 57,50 m oberhalb von 7038-106, ca. 120 m von der Straße entfernt**Lage:** R:4502640 H:5421200**Aufschlußart:** Rammkernbohrung**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 17.11.98**Höhe über NN:** 374 m**Exposition:** Süd**Inklination:** 5°**Reliefposition:** Kuppenlage südlich des Tälchens**Bodentyp:** Pseudogley-Regosol

| Tiefe in cm | Horizont  | Beschreibung   | Probe | Tiefe  |
|-------------|-----------|--|-------|--------|
| 0-30        | Ap        | mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger, schwach sandiger Lehm; carbonatfrei, sehr geringe bis geringe Lagerungsdichte; Maismatratze bei 25 cm; scharfe Grenze.  | 1     | 0-30   |
| 30-50       | II Sw-ICv | sehr schwach humoser, skelettfreier mittel toniger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; mittlere Lagerungsdichte; marmoriert, weniger Bleichung als Liegendes, keine Mn-Konkretionen; Feldspäte; Übergang im Steg. | 2     | 30-50  |
| 50-70       | II Sd-ICv | sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; Bleichung nimmt nach unten hin zu; Feldspäte; fließender Übergang.                        | 3     | 50-70  |
| 70-100+     | ICv       | sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel toniger Lehm; carbonatfrei; Kohärentgefüge; hohe Lagerungsdichte; stärker gebleicht als Hangendes; Feldspäte.  | 4     | 70-100 |

**A 1.27 Profil 7038-106****Ortsangabe:** 66,40 m vom Straßenrand entfernt, 57,50 m südlich von 7038-105**Lage:** R:4506635 H:5421150**Aufschlußart:** Rammkernbohrung**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 17.11.98**Höhe über NN:** 372 m**Exposition:** Süd**Inklination:** 5°**Reliefposition:** Unterhang**Bodentyp:** Pseudogley-Regosol

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe | Tiefe |
|-------------|----------|---|-------|-------|
| 0-30        | Ap       | schwach humoser, sehr schwach feingrusiger, stark sandiger Lehm; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; Feldspäte, Glimmer; scharfe Grenze.   | 1     | 0-30  |
| 30-50       | II ICv   | Sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel toniger Sand (Grobsand); carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; rostrot, Feldspäte, Glimmer; fließender Übergang.   | 2     | 30-50 |
| 50-65       | ICv-Sw   | Sehr schwach humoser; skelettfreier, mittel toniger Sand; carbonatfrei; mittlere Lagerungsdichte; horizontale Wechsel von Bleich- und Rostbahnen, aber nicht durchgehend, hydromorphe Merkmale rezent oder reliktsch ca. 50% gebleicht, 50% rostig; Glimmer; fließender Übergang. | 3     | 50-65 |
| 65-85+      | ICv      | skelettfreier, schwach toniger Sand; carbonatfrei, geringe Lagerungsdichte; Glimmer, Kernverlust.   | 4     | 65-85 |

**A 1.28 Profil 7038-107**

**Ortsangabe:** 13,80 m nördlich des Straßenrandes  
**Lage:** R:4506635 H:5421100  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 26.11.98  
**Höhe über NN:** 371 m  
**Exposition:** Süd  
**Inklination:** 4°

**Reliefposition:** Unterhang

**Bodentyp:** Kolluvisol

| Tiefe in cm | Horizont   | Beschreibung   | Probe | Tiefe  |
|-------------|------------|--|-------|--------|
| 0-45        | Ap         | mittel humoser, sehr schwach bis schwach fein- und mittelkiesiger, stark lehmiger Sand; sehr carbonatarm; geringe Lagerungsdichte; Grenze im Steg.   | 1     | 0-45   |
| 45-55       | II Bhv-ICv | Sehr schwach humoser, schwach fein- und mittelkiesiger, mittel lehmiger Sand; sehr carbonatarm; Einzelkorngefüge; geringe Lagerungsdichte; keine Wurzeln; Huminstoffeinwaschung, evtl. alter Ap; keine klare Untergrenze, fließender Übergang. | 2     | 45-55  |
| 55-100+     | ICv        | Sehr schwach humoser, schwach fein- und mittelkiesiger, mittel lehmiger Sand; carbonatfrei; Einzelkorngefüge; geringe Lagerungsdichte; keine Wurzeln; schwache Rostflecken.  | 3     | 55-100 |

**A 1.29 Profil 7038-108**

**Ortsangabe:** 4,40 m südlich des Straßenrandes  
**Lage:** R:4506630 H:5421080  
**Aufschlußart:** Pürckhauer-Bohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 26.11.98  
**Höhe über NN:** 368 m  
**Exposition:** Süd  
**Inklination:** 3°

**Reliefposition:** Unterhang

**Bodentyp:** Gley-Kolluvisol

| Tiefe in cm | Horizont    | Beschreibung   | Probe | Tiefe |
|-------------|-------------|--|-------|-------|
| 0-15        | Ah oder fAp | schwach bis mittel humoser, skelettfreier, lehmiger Schluff; fließender Übergang.                    | n.b.  |       |
| 15-60       | Go-M        | skelettfreier, toniger Lehm; lockerer als darunter; Rostflecken                                      | n.b.  |       |
| 60-100      | II Go       | skelettfreier, toniger Lehm; stark rostfleckig, Mn-Konkretionen, 5-10% gebleicht.                    | n.b.  |       |
| 100-120     | II Gor      | skelettfreier, schwach schluffiger Ton; ca. 90% gebleicht, deutliche Rostflecken, Fe-Anreicherungen. | n.b.  |       |
| 120-150+    | II Gr       | skelettfreier, schwach schluffiger Ton; 100 % gebleicht; Humusflecken.                               | n.b.  |       |

**A 1.30 Profil 7038-110**

**Ortsangabe:** 11,90 m N des Grenzsteins an der Straße, zw. 2 Hochspannungsmasten im Acker, E der MERO  
**Lage:** R: 4506391.12 H: 5420484.40 **Aufnahmedatum:** 17.03.99  
**Aufschlußart:** Aufschluß bei „Kanaldeckel“ wegen Kabelverlegung **Höhe über NN:** 365,73 m  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande **Exposition:** S  
**Inklination:** ca. 5-8°  
**Reliefposition:** Unterhang  
**Bodentyp:** Kolluvisol

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe  | Tiefe          |
|-------------|----------|---|--------|----------------|
| 0-29        | Ap       | mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger und mittelgrusiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; schwach durchwurzelt; Strohmattze bei 15 cm; fließender Übergang.   | 1      | 0-29           |
| 29-40       | M        | mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei, Subpolyedergefüge; mittlere Lagerungsdichte; wellige, klare Untergrenze.   | 2      | 29-40          |
| 40-46       | II fAa   | fleckig mittel humoser, schwach mittelkiesiger und mittelgrusiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Kohärtengefüge; hohe Lagerungsdichte; Skelettanreicherung an der Basis, lamellenartige Schichtung im Millimeterbereich von dunklen/schwarzen und helleren Lagen; klare, geneigte Untergrenze.                  | 3      | 40-46          |
| 46-49       | III M    | Sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger (Ansprache des Skelettgehaltes unsicher, da nur schmales Band), schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge, (mini)-Kohärentgefüge; hohe Lagerungsdichte; geneigte, klare Grenze.   | 4      | 46-49          |
| 49-54       | IV fAa   | Sehr schwach humoser, schwach fein- und mittelkiesiger und -grusiger, stark toniger Schluff bis schluffiger Lehm; am Top 2-3 mm mächtiges Sekundärkarbonat, nicht beprobt; Kohärtengefüge; hohe Lagerungsdichte; sehr wenige, abgestorbene Wurzeln; wie im II fAa Skelettanreicherung an der Basis; klare Grenze. | 5<br>6 | 49-52<br>52-54 |
| 54-80+      | V M      | mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger stark schluffiger Ton; carbonatfrei, Kohärentgefüge; sehr hohe Lagerungsdichte; laminierte dunkle Bahnen.   | 7      | 54-80          |

**A 1.31 Profil 7038-111****Ortsangabe:** 10 m nördlich von 7038 - 109, zur Straße hin**Lage:** R: 4506674 H: 5421048**Aufschlußart:** Rammkernbohrung**Geologie:** Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 29.03.99**Höhe über NN:** 364,43 m**Exposition:** --**Inklination:** 1°**Reliefposition:** geneigter Tiefenbereich**Bodentyp:** Gley-Kolluvisol

| Tiefe in cm | Horizont   | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|------------|--|-------|---------|
| 0-26        | Ap         | mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger, stark lehmiger Sand; carbonatfrei; mittlere Lagerungsdichte; fließender Übergang.   | 1     | 0-26    |
| 26-43       | II M       | Sehr schwach humoser, sehr schwach bis schwach feinkiesiger, mittel lehmiger Sand; carbonatfrei; mittlere Lagerungsdichte; sandiger als darüber, etwas heller; Übergang im Steg.       | 2     | 26-43   |
| 43-58       | III M-Go   | Sehr schwach humoser, mittel feinkiesiger, stark lehmiger Sand; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; Rostflecken; Kiesband im Mittelkiesbereich bei 51 - 54 cm; fließender Übergang. | 3     | 43-58   |
| 58-65       | IV M-Go    | Sehr schwach humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; Rostflecken; scharfe Untergrenze.   | 4     | 58-65   |
| 65-74       | V M-Go     | sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffig-lehmiger Sand; carbonatfrei; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; Feldspäte; deutlicher Übergang.   | 5     | 65-74   |
| 74-108      | VI M-Go    | schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Rostfleckung am stärksten ausgeprägt; deutlicher Übergang.   | 6     | 74-108  |
| 108-145     | VII M-Gr   | schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; ab hier minerogene Bestandteile gebleicht bis unten hin; klarer, aber fließender Übergang.                       | 7     | 108-145 |
| 145-161     | VIII M-Gr  | Stark humoser, skelettfreier, mittel toniger Lehm; carbonatfrei; fließender Übergang.  | 8     | 145-161 |
| 161-166     | IX nH-M    | Sehr stark humoser, skelettfreier Ton und Schluff; carbonatfrei; deutlicher Übergang.  | 9     | 161-166 |
| 166-170     | X M-Gr     | stark humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; deutliche Untergrenze.   | 10    | 166-170 |
| 170-176     | XI nH-M    | äußerst humoser, skelettfreier Ton und Schluff; fließender Übergang.   | 11    | 170-176 |
| 176-179     | XII M-Gr   | Mittel humoser, skelettfreier, schluffiger Ton; carbonatfrei; fließender Übergang.   | 12    | 176-179 |
| 179-184     | XIII nH-M  | sehr stark humoser, skelettfreier Schluff und Ton; carbonatfrei; fließender Übergang.  | 13    | 179-184 |
| 184-214/216 | XIV nH     | Carbonatfrei; Torf mit Makroresten; brauner und schwächer zersetzt als liegende Torfe, hangenden Torflagen ähnlich; deutliche, geneigte Untergrenze.                                   | 14    | 184-214 |
| 214/216-219 | XV nH-Aa   | äußerst humos; carbonatfrei; schmieriger, stark zersetzter, anmooriger Torf; schwarz; deutlicher Übergang.   | 15    | 214-219 |
| 219-223     | XVI nH-M   | sehr stark humos; carbonatfrei; deutlicher Übergang.   | 16    | 219-223 |
| 223-236     | XVII M-Gr  | Schwach humoser, skelettfreier, schwach schluffiger Ton; carbonatfrei; Makrorest bei 227 cm beprobt; Übergang im Steg.   | 17    | 223-236 |
| 236-252     | XVIII M-nH | Äußerst humos; carbonatfrei; stark zersetzter, Torf mit geringen mineralischen sandfreien Anteilen; schwarzbraun, Makroreste; deutlicher Übergang.                                     | 18    | 236-252 |
| 252-270     | XIX M-Gr   | sehr stark humoser, skelettfreier, schwach schluffiger Ton; carbonatfrei; scharfer Übergang  | 19    | 252-270 |
| 270-277     | XX M-Aa    | Sehr stark humoser, skelettfreier, schwach schluffiger Ton; carbonatfrei; etwas toniger als darüber; scharfer Übergang   | 20    | 270-277 |
| 277-300     | XXI nH     | Äußerst humos; carbonatfrei; stark zersetzter, Torf; brauner als darunter, Samen   | 21    | 277-00  |
| 300-350     | XXI nH     | Kernverlust  | n.b.  |         |
| 350-386     | XXII Aa    | Äußerst humos; carbonatfrei; stark zersetztes, Anmoor oder Torf; schwarz, Makrorest bei 354 cm; scharfer Übergang  | 22    | 350-386 |
| 386-458     | XXIII eGr  | sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Mollusken, Löß; scharfer Übergang   | 23    | 386-458 |

## 8 Anhang

---

|          |          |   |    |         |
|----------|----------|---|----|---------|
| 458-618  | XXIV Gr  | sehr schwach humoser , sehr schwach feinkiesiger, schwach sandiger bis toniger Lehm; carbonatreich bis carbonatarm; am Top ca. 5 cm mächtiges Grobsandband, nicht beprobt             | 24 | 458-500 |
|          |          | Wechselagerung sandiger und schluffiger Lagen; Rostflecken, -schlieren; Mollusken, Löß II, Sandlöß; deutlicher, aber fließender Übergang  | 25 | 500-618 |
| 618-645  | XXV ICv  | Sehr schwach humos; mittel lehmiger, fein- und mittelkiesiger, Mittel- bis Grobsand; carbonatfrei; nach unten zu feinkörniger, gelbroter als darüber; Feldspatsande; Übergang im Steg | 26 | 618-645 |
| 645-700+ | XXVI ICv | Sehr schwach humoser, skelettfreier schwach lehmiger Feinsand; carbonatfrei; Feldspatsande  | 27 | 645-700 |

**A 1.32 Profil 7038-112**

**Ortsangabe:** 15 m südlich von 7038-109  
**Lage:** R: 4506667 H: 5421024  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 30.03.99  
**Höhe über NN:** 364,17 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** 2°

**Reliefposition:** geneigter Tiefenbereich

**Bodentyp:** Kolluvisol-Gley

| Tiefe in cm | Horizont    | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|-------------|--|-------|---------|
| 0-30        | Ap          | Mittel humoser, brauner, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; ca. 5% Rostflecken; fließender Übergang.   | 1     | 0-30    |
| 30-64       | II M-Go     | schwach humoser, skelettfreier, stark schluffiger Ton; carbonatfrei; ca. 30% Rostflecken, v.a. an Wurzelbahnen; orange-braun; deutlicher, fließender Übergang.   | 2     | 30-64   |
| 64-73       | III M-Gr    | Stark humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; braungrau (grauer als Liegendes); Makroreste; fließender, allmählicher Übergang.   | 3     | 64-73   |
| 73-95       | IV nH-M     | Mittel humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; graubraun, Übergang im Steg.  | 4     | 73-95   |
| 95-148      | V nH        | Äußerst humoser, schwach sandiger Lehm; carbonatfrei; am geringsten zersetzter Torf; braun, Samen, Makroreste; Übergang im Steg.   | 5     | 95-148  |
| 148-159     | VI M-nH     | Mittel humoser, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; schwach mineralischer Torf; schwarz, stärker als darüber zersetzt; sehr deutlicher Übergang.   | 6     | 148-159 |
| 159-179     | VII M-Gr    | stark humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; dunkelgrau, nach unten hin toniger; fließender Übergang.   | 7     | 159-179 |
| 179-204     | VIII M-Aa   | Sehr stark humoser, skelettfreier, schwach schluffiger Ton; carbonatfrei; schwarzgrau; fließender Übergang.  | 8     | 179-204 |
| 204-228     | IX Aa       | Sehr stark humoser, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Torf oder Anmoor; schwarz; fließender Übergang.  | 9     | 204-228 |
| 228-240     | X Aa-eGr    | stark humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatarm; schwarzgrau; fließender Übergang.   | 10    | 228-240 |
| 240-366     | XI eGr      | sehr schwach humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff; carbonatarm bis -haltig; grau, Makroreste, Löß; fließender Übergang.   | 11    | 240-300 |
| 366-376     | XII eIC-eGr | sehr schwach humos; skelettfrei; carbonatfrei; fleckig orange-grau; Übergangshorizont zwischen Löß und Feldspatsanden; fließender Übergang.  | n.b.  |         |
| 376 - 552   | XIII IC     | sehr schwach humoser, skelettfreier, schwach sandiger Lehm mit wechselnden Sandanteilen; bis 412 cm sehr carbonatarm und etwas grauer, darunter carbonatfrei und stärker orange; Feldspäte; deutlicher Übergang. | n.b.  |         |
| 552-574     | XIV IC      | sehr schwach humoser, sehr schwach bis schwach feinkiesiger, Grob- und Mittelsand; carbonatfrei; orange, Feldspatsande; scharfer Übergang.   | n.b.  |         |
| 574-582     | XV IC       | sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffiger Ton; carbonatfrei; orange; fließender Übergang.   | n.b.  |         |
| 582-626     | XVI IC      | sehr schwach humoser, skelettfreier, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; orange-grau; fließender Übergang.   | n.b.  |         |
| 626-700+    | XVII IC     | humusfreier, skelettfreier, schwach toniger Sand; carbonatfrei; grau; Feldspäte.   | n.b.  |         |

- Grundwasser ab 50 cm

**A 1.33 Profil 7038-113**

**Ortsangabe:** 25 m südlich von 7038-112  
**Lage:** R: 4506660 H: 5420990  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 09.04.99  
**Höhe über NN:** 365,42 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 2°

**Reliefposition:** Unterhang

**Bodentyp:** Kolluvisol-Gley

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe |
|-------------|----------|--|-------|-------|
| 0-30        | Ap       | schwach bis mittel humoser, sehr schwach bis schwach fein- bis mittelgrusiger, schluffiger Lehm; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; Mn-Konkretionen in Grobsand- bis Feinkies-Korngröße, es1; sehr hart, gerundet -->verlagert, nicht in situ gebildet; Kalksplitter, dunkelbraun; klarer Übergang. | n.b.  |       |
| 30-65       | M        | schwach humoser, sehr schwach bis schwach fein- und mittelkiesiger, stark lehmiger Schluff; Kohärent- bis Subpolyedergefüge mit sehr kleinen und instabilen Aggregaten; mittlere Lagerungsdichte; größere Mn-Konkretionen und weicher als darüber, es2; hellbrauner als darüber; diffuser Übergang.          | n.b.  |       |
| 65-100      | II Go-M  | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schwach toniger Lehm; schwaches polyedrisches Gefüge mit sehr kleinen Aggregaten (ca. 2 mm); hohe Lagerungsdichte; Rostflecken und Mn-Schlieren, es3, eh3; Toncutane auf Nester beschränkt, inhomogen verteilt, leuchtend orange-braun; Übergang im Steg.   | n.b.  |       |
| 100-163     | III Go   | humusfreier, skelettfreier, lehmiger Schluff; Kohärentgefüge; hohe Lagerungsdichte; Rost- und Bleichflecken diffus verteilt, eh5-6, rb4; Lößlehm, fleckig leuchtend grau- orange-gelb; deutlicher Übergang.  | n.b.  |       |
| 163-180     | IV Go    | humusfreier, skelettfreier, mittel schluffiger Sand; Kohärentgefüge; hohe Lagerungsdichte; carbonatfreier Sandlöß; rb4, eh5-6; matt gelblich-ocker; diffuser Übergang.   | n.b.  |       |
| 180-190     | V Go     | humusfreier, skelettfreier, schluffiger Lehm; Kohärentgefüge; hohe Lagerungsdichte; rb4, eh5-6; fleischfarbene Toncutane an Schlämmbahnen, Lößlehm, matt ocker bis hellbraun; Übergang im Steg.  | n.b.  |       |
| 190-232     | VI Go    | humusfreier, skelettfreier, schwach toniger Lehm; Kohärentgefüge; hohe Lagerungsdichte; rb5-6, eh5; Lößlehm, leuchtend gelb-orange-grau (grauer als oben); deutlicher Übergang.  | n.b.  |       |
| 232-246+    | VII Go   | humusfreier, schwach fein- und mittelgrusiger, Mittel- bis Grobsand; Einzelkorngefüge; hohe Lagerungsdichte; rb4, eh5-6 (oder Eigenfarbe der Feldspatsande); Feldspatsande, fleckig hellgrau-orange (leuchtendere Farben als oben).  | n.b.  |       |

**A 1.34 Profil 7038-114****Ortsangabe:** Poignermoor Catena, Kuppe zwischen Vermoorung**Lage:** R: 4506654 H: 5420941**Aufschlußart:** Rammkernbohrung**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 12.04.99**Höhe über NN:** 367,96 m**Exposition:** --**Inklination:** --**Reliefposition:** Kuppe**Bodentyp:** Gekappte Parabraunerde auf Lößlehm

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe | Tiefe |
|-------------|----------|---|-------|-------|
| 0-25        | Ap       | mittel humoser, skelettfreier, schwach sandiger Lehm; carbonatfrei; klarer Übergang.  | n.b.  |       |
| 25-38       | II Btv   | schwach humoser, skelettfreier, mittel sandiger Lehm, sandiger als oben (knirscht beim Einstechen); carbonatfrei; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; Mn-Konkretionen bilden hohen Grobsandanteil; rötliche Toncutane, Holzkohle; deutlicher Übergang. | n.b.  |       |
| 38-183      | ICv      | humusfreier bis sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel toniger Schluff; carbonatfrei; rote Fleischfarbene Tonbahnen, zwischen 50 cm und 100 cm etwas toniger, ockergelb-rötliche Farbe; deutlicher Übergang.                                   | n.b.  |       |
| 183-250     | III ICv  | humusfreier bis sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatfrei; deutlich toniger und roter als oben, deutlich verlehmt Lößlehm.  | n.b.  |       |
| 250-280     | IV ICv   | humusfreier bis sehr schwach humoser, skelettfreier schwach toniger Schluff; carbonatfrei; geringerer Verlehmungsgrad als oben, ockergelb, feuchter als oben; diffuser Übergang.  | n.b.  |       |
| 280-298     | V ICv    | humusfreier bis sehr schwach humoser, skelettfreier sandiger Schluff; carbonatfrei; Mn-Schlieren; Mischhorizont aus IV und VI; deutlicher Übergang.   | n.b.  |       |
| 298-350     | VI ICv   | humusfreier bis sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger sandiger Sand bzw. mitteltoniger Sand (wechselnd); carbonatfrei; Feldspatsande im unteren Bereich mit Tonbändern versetzt; ockergelb.   | n.b.  |       |

**A 1.35 Profil 7038-115****Ortsangabe:** --**Lage:** R: 4506649 H: 5420895**Aufschlußart:** Rammkernbohrung**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 12.04.99**Höhe über NN:** 366,84 m**Exposition:** S**Inklination:** 4°**Reliefposition:** Mittelhang**Bodentyp:** Kolluvisol über Löß

| <b>Tiefe in cm</b> | <b>Horizont</b> | <b>Beschreibung</b>   | <b>Probe</b> | <b>Tiefe</b>      |
|--------------------|-----------------|---|--------------|-------------------|
| 0-31               | Ap              | mittel bis stark humoser, skelettfreier schwach toniger Lehm; carbonatfrei; deutliche Untergrenze.  | 1            | 0-31              |
| 31-76              | M               | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger mittel toniger Lehm; carbonatfrei; viele Mn-Konkretionen; Toncutane jedoch kein Bt-Rest erkennbar, viele Feldspatkörner, inhomogener Matrixaufbau; fließender Übergang. | 2            | 31-76             |
| 76-82              | II ICv          | Sehr schwach humoser, skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; wenig Mn-Konkretionen; keine Feldspatkörner, brauner Lößlehm, deutliche Carbonatgrenze; fließende optische Untergrenze.                       | 3            | 76-82             |
| 82-160             | eICv            | Sehr schwach humoser, sehr schwach fein- und mittelkiesiger, schluffiger Lehm bis stark toniger Schluff; stark carbonathaltig bis carbonatreich; hell ockerfarben, Lößkindl bis 2,5 cm; fließender Übergang.            | 4<br>5       | 82-100<br>100-160 |
| 160-240            | III ICcv        | humus- und skelettfreier, mittel lehmiger Sand; carbonatarm; Wechsel zwischen reinen Sanden und lehmigen Sanden mit Feldspatsanden (Honigsand), Holzkohle; fließende Grenze.  | 6            | 160-240           |
| 240-295            | IV ICcv         | humus- und skelettfreier, sandiger Schluff bzw. Sand; carbonatarm; Wechsellagerungen von reinen Sanden mit Schluffen, sehr feucht.  | n.b.         |                   |

**A 1.36 Profil 7038-116****Ortsangabe:** 3 m nördlich des Baches, unterhalb von 7038-115**Lage:** R: 4506650 H: 5420869**Aufschlußart:** Rammkernbohrung**Geologie:** Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 19.04.99**Höhe über NN:** 365,28 m**Exposition:** S**Inklination:** 2°**Reliefposition:** muldenförmiger, schwach geneigter Tiefenbereich**Bodentyp:** Gley-Kolluvisol über Anmoorgley aus Löß

| Tiefe in cm | Horizont    | Beschreibung  | Probe | Tiefe   |
|-------------|-------------|---|-------|---------|
| 0-38        | Ap          | mittel humoser, schwach fein- und mittelgrusiger, mittel toniger Schluff; geringe Lagerungsdichte; braun; klarer Übergang.  | n.b.  |         |
| 38-121      | M-Go        | sehr schwach humoser, sehr schwach feingrusiger (v.a. Mn-Konkretionen), mittel toniger Schluff bis schluffiger Lehm; carbonatfrei; geringe bis mittlere Lagerungsdichte; eh2, es5, rb5-6; fleckig braun (Mn) und graubraun, feuchter; diffuser Übergang.  | 1     | 38-72   |
|             |             |   | 2     | 72-100  |
|             |             |   | 3     | 100-121 |
| 121-148     | II M-Go     | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; mittlere Lagerungsdichte; es5, eh2-5, rb2; Übergangshorizont, etwas lehmiger und brauner (mehr Fe-Ausfällungen oder stärker verbraunt) als darüber, aber teils nur fleckhaft --> unsicher!; diffuser Übergang.                                   | 4     | 121-148 |
| 148-172     | II Ah+M-Gro | Schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; mittlere Lagerungsdichte; es4, eh2, rb5 oben, rb3 unten; fleckig braun (Mn) dunkelgrüner, nach unten hin grauschwarz, Tonschlämbahnen; diffuser Übergang.   | 5     | 148-172 |
| 172-212     | III Go-Aa   | Mittel humoser, skelettfreier, mittel toniger Lehm; carbonatfrei; hohe Lagerungsdichte; schwarz; fließender Übergang.   | 6     | 172-212 |
| 212-229     | III ICv+Aa  | Sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; hohe Lagerungsdichte; eh4, rb3; braun- bis schwarzgrau, nach unten hin grauer werdend, Übergangshorizont; diffuser, fließender Übergang.   | 7     | 212-229 |
| 229-348     | Gro         | sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatfrei; mittlere Lagerungsdichte; hellbraun-grau marmoriert, Flächenanteil an Rostflecken schwankend, reduzierte Matrix überwiegt deutlich, schwarze Humus- oder Mn-Schlieren, rb5, eh5; diffuser Übergang.  | 8     | 229-348 |
| 348-439     | III eGr     | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatreich; geringe bis mittlere Lagerungsdichte; marmoriert hellgrau (bis 366 cm noch stärker marmoriert, dann sehr schwach), rb6; Übergang im Steg.   | 9     | 348-439 |
| 439-480     | IV Gr       | humusfreier, mittel bis stark fein- und mittelkiesiger und sehr schwach fein- und mittelgrusiger toniger Schluff bis Sand in Wechsellagerungen; carbonatfrei; geringe bis mittlere Lagerungsdichte; rb6, rg6 (70 - 80 cm); blaugrau, bei 444 cm carbonatischer Kiesel, Bachsedimente in horizontaler Schichtung; klarer Übergang. | n.b.  |         |
| 480-500+    | V ICv       | humusfreier, sehr schwach feinkiesiger, Grobsand; geringe bis mittlere Lagerungsdichte; nur im oberen Bereich rb2; gelber, nach unten hin typisch oranger, Feldspatsande.   | n.b.  |         |

**A 1.37 Profil 7038-117**

**Ortsangabe:** 15 m nördlich des Baches  
**Lage:** R: 4506655 H: 5420840  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 19.04.99  
**Höhe über NN:** 367,98 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 15°

**Reliefposition:** Unterer Mittelhang bis oberer Unterhang

**Bodentyp:** Kolluvisol

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe  | Tiefe             |
|-------------|----------|---|--------|-------------------|
| 0-30        | Ap       | mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; braun; klarer Übergang.  | 1      | 0-30              |
| 30-67       | II M     | Sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; es1; hellbraun, Holzkohle; diffuser Übergang.  | 2      | 30-67             |
| 67-149      | III M    | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, stark toniger Schluff; carbonatfrei bis carbonatreich; es1; mattbraun mit grauen Bereichen (dunkler als Hangendes), Holzkohle; diffuser Übergang.      | 3<br>4 | 67-100<br>100-149 |
| 149-181     | IV M     | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; es1-2; leuchtend hellrotbraun, feuchter als Hangendes, Holzkohle, Kolluvium evtl. Bodenrest; Übergang im Steg.         | 5      | 149-181           |
| 181-224     | V ICv    | humusfreier, sehr schwach feinkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; grau-orange marmoriert, eh4, es2, rb1-2; Glimmer, Feldspäte, Fließerde aus Lößlehm und Feldspatsanden; deutlicher Übergang. | 6      |                   |
| 224-300+    | VI ICv   | humusfreier, sehr schwach feinkiesiger, Mittel- und Grobsand; hellbraun orange, Feldspatsande, zwischen ca. 270 cm und 280 cm Schluff-Ton-Band.   | n.b.   |                   |

**A 1.38 Profil 7038-118****Ortsangabe:** Kuppe nördlich der villa rustica bei Poign**Lage:** R: 4506670 H: 5420721**Aufschlußart:** Rammkernbohrung**Geologie:** Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 15.04.99**Höhe über NN:** 377,22 m**Exposition:** --**Inklination:** 0-1°**Reliefposition:** Kulminationspunkt**Bodentyp:** sehr stark erodierte Parabraunerde

| Tiefe in cm        | Horizont     | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|--------------------|--------------|--|-------|---------|
| 0-30               | Ap           | mittel humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; Kalksplitter; fließender Übergang.  | 1     | 0-30    |
| 30-41              | II Ap + Bt   | schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; hohe Lagerungsdichte; es1; deutlich toniger als oben; diffuser Übergang.   | 2     | 30-41   |
| 41-67              | II Btv       | sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; sehr hohe Lagerungsdichte; es1; taschenförmige, diffuse Grenze.   | 3     | 41-67   |
| 67-100             | II Bv + ICcv | sehr schwach humoser, sehr schwach feingrusiger (Kalkkonkretionen), schluffiger Lehm; carbonatreich; hohe Lagerungsdichte; vertikale humose Bahnen--> Wurzelbahnen; es1; Pseudomycelien, inhomogen verlehmt und verbraunt, nach unten hin weniger verlehmt.  | 4     | 67-100  |
| 100-140<br>140-225 | II cICv      | um 40 cm gestaut.<br>Sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; stark carbonathaltig, primäres Carbonat; hohe Lagerungsdichte; Wurzelbahnen bis 172 cm; sehr wenig Fe-Konkretionen, es1-2; matt bräunlich gelb, Matrix schäumt; diffuser Übergang.   | 5     | 140-225 |
| 225-272            | III ICv      | humusfreier, skelettfreier, Schluff; carbonatfrei; hohe Lagerungsdichte; mehr Mn-Konkretionen als im Hangenden; Holzkohleflitter und -makroreste; diffuser Übergang.   | n.b.  |         |
| 272-368            | IV Btv       | humusfreier, skelettfreier (bis auf 1 Mittelkiesel bei 350 cm), schluffiger Lehm bis schwach toniger Lehm (deutlich toniger als darüber); carbonatfrei; hohe Lagerungsdichte; leuchtend rötlich braun, Toncutane, aber nicht sehr deutlich; nach unten hin zunehmend toniger und roter; diffuser Übergang.                                       | n.b.  |         |
| 368-464            | IV Bv        | humusfreier, skelettfreier, schluffiger Lehm (schluffiger als darüber); carbonatfrei; hohe Lagerungsdichte; es2; hell rötlich braun (heller als oben), nach unten hin blasser, weniger verbraunt; diffuser Übergang.   | n.b.  |         |
| 464-490            | IV ICv       | humusfreier, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatfrei; hohe Lagerungsdichte; es2; ockergelb (heller als oben), feuchter; diffuser Übergang.   | n.b.  |         |
| 490-496            | V Bv         | humusfreier, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatfrei; mittlere Lagerungsdichte; hellbraun, schwacher Verlehmungshorizont, schwächer verlehmt und verbraunt als die übrigen Bv-Horizonte; Steg im Übergang.   | n.b.  |         |
| 496-500            | V ICv        | humusfreier, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; mittlere Lagerungsdichte; es2; ockergelb.  | n.b.  |         |
| 500-590            | VI ICv       | humusfreier, sehr schwach feinkiesiger (bei 567 cm Feinkies) bis skelettfreier, stark lehmiger Sand, deutlich sandig-toniger als darüber, nach unten zunehmender Sandanteil; carbonatfrei; hohe Lagerungsdichte; nach unten nehmen Mn-Anreicherungen zu, bis 1 cm große Mn-Anreicherungen, es3; ockergelb, Feldspäte; diffuser Übergang im Steg. | n.b.  |         |
| 590-700+           | VII ICv      | humusfreier, sehr schwach feinkiesiger bis skelettfreier, schwach bis mittel toniger Sand (mehr Grobsand als oben); carbonatfrei; sehr hohe Lagerungsdichte; Marmorierung zwischen 630 cm und 655 cm; fleckig (grau-) rötlich braun, mehr Feldspäte als oben.  | n.b.  |         |

**A 1.39 Profil 7038-119****Ortsangabe:** ca. 20 m südlich des Weges auf der Kuppe**Lage:** R: 4506676 H: 5420644**Aufschlußart:** Rammkernbohrung**Geologie:** Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 21.04.99**Höhe über NN:** 375,83 m**Exposition:** S**Inklination:** 2°**Reliefposition:** Hängiger Kulminationsbereich**Bodentyp:** sehr stark erodierte Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont                           | Beschreibung  | Probe    | Tiefe              |
|-------------|------------------------------------|---|----------|--------------------|
| 0-32        | Ap                                 | mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger, stark toniger Schluff; carboantfrei; geringe Lagerungsdichte; braun; deutlicher Übergang.  | 1        | 0-32               |
| 32-68       | II Bt                              | Sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei, deutliche Carbonatgrenze; Polyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; es2; deutliche Toncutane, rötlichbraun, nach unten hin nehmen Tongehalt, Toncutane und Rotfärbung ab; fließender Übergang.   | 2        | 32-68              |
| 68-100      | II eICvck                          | sehr schwach humoser, schwach fein- und mittelkiesiger (Kalkkonkretionen), stark schluffiger Ton; carbonatreich, sekundärer und primärer Kalk; Subpolyedergefüge mit geringer Aggregatstabilität; mittlere Lagerungsdichte; gelbbraun, deutlich weniger Toncutane als oben, verschwinden nach unten hin, 2 Lößkindl in Mittelkiesbereich am Top des Horizontes; Übergang am Bohrstockende.  | 3        | 68-100             |
| 100-156     | II eICvck<br>III eICv              | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm bis mittel schluffiger Ton; oben carbonatreich, dann carbonatarm, sekundärer und primärer Kalk; mittlere Lagerungsdichte; es1-2; gelbbraun, kaum mehr bis gar keine Toncutane, gut erhaltene Molluske bei 143 cm, Horizontwechsel nach oben fraglich, nur in höheren Tongehalten begründet; diffuser Übergang.  | 4<br>5   | 100-130<br>142-156 |
| 156-168     | III eICv                           | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatarm, nur Sekundärkalk; hohe Lagerungsdichte; es1-2; gelbbraun; diffuser Übergang.  | 6        | 156-168            |
| 168-200     | ICvck                              | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatarm; hohe Lagerungsdichte; es1-2; gelbbraun, Kalkkonkretionen, bei 185 cm gelber Sandstein; Übergang im Steg.  | 7        | 168-200            |
| 200-308     | IV Bv<br>ab 290 cm evtl.<br>IV Btv | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm bis mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; es3; rötlichbraun, Holzkohle, nach unten hin etwas toniger und kräftiger verbraunt; diffuser Übergang.   | 8<br>9   | 200-250<br>250-308 |
| 308-410     | IV BvCv                            | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm bis mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; es3; matt braun; diffuser Übergang.  | 10<br>11 | 308-340<br>340-410 |
| 410-490     | IV ICv                             | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; es3-4; gelbbraun, weniger Ton als oben; diffuser Übergang.  | 12       | 410-480            |
| 490-590     | V ICv+Sw                           | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schwach sandiger bis schwach toniger Lehm; carbonatfrei; hohe Lagerungsdichte; fleckig und marmoriert, dunkelbraun orange und matt gelbbraun, bis 1 cm große Mn-Konkretionen, Mn-Schlieren, es5, eh3; gelbbraune Matrix, deutlich sandiger als oben, Feldspäte, nach unten hin zunehmend toniger, sandiger und dichter, inhomogener Horizont, Lößlehmfließerde mit Tertiäranteilen; diffuser Übergang. | 13<br>14 | 490-540<br>540-590 |
| 590-652     | VI Sd                              | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel toniger Lehm; carbonatfrei; sehr hohe Lagerungsdichte; marmoriert grau-orange, keine Mn-Konkretionen, eh5, rb5; teils Tonbahnen, nicht mehr Löß beeinflusst; deutlicher Übergang.   | 15       | 590-652            |
| 652-680+    | VII ICv                            | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, sandig- toniger Lehm; carbonatfrei; mittlere Lagerungsdichte; braun-orange, Feldspatsande.   | 16       | 652-680            |

**A 1.40 Profil 7038-120**

**Ortsangabe:** unterhalb von 7038-119  
**Lage:** R: 4506690 H: 5420565  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 27.04.99  
**Höhe über NN:** 369,29 m  
**Exposition:** S  
**Inklination:** 7°

**Reliefposition:** Mittelhang

**Bodentyp:** kolluvial überdeckte, sehr stark erodierte (Para-)Braunerde

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe    | Tiefe              |
|-------------|----------|--|----------|--------------------|
| 0-30        | Ap       | mittel humoser, sehr schwach feingrusiger, mittel schluffiger Ton; carbonathaltig; geringe Lagerungsdichte; verlagerte Mn-Konkretionen stecknadelkopfgroß, es1; dunkelbraun, Kunstdünger, keine Carbonatkonkretionen; deutlicher Übergang.   | 1        | 0-30               |
| 30-44       | M        | Sehr schwach humoser, sehr schwach feingrusiger, schluffiger Lehm; sehr carbonatarm, Sekundärkarbonat; mittlere Lagerungsdichte; es2; matt gelbbraun, kaum Konkretionen sichtbar; Übergang im Steg.  | 2        | 30-44              |
| 44-60       | II Btvck | sehr schwach humoser, sehr schwach feingrusiger, mittel schluffiger Ton; carbonatarm; hohe Lagerungsdichte; es2; leuchtend rötlich-braun, Lößkindl, kaum bis keine Toncutane; sehr diffuser Übergang.  | 3        | 44-60              |
| 60-75       | Bvck     | sehr schwach humoser, sehr schwach feingrusiger, mittel schluffiger Ton; carbonatarm (weniger Carbonat als bei 100 cm); mittlere bis hohe Lagerungsdichte; es1; Lößkindl, etwas matter rötlichbraun, etwas schwächer verlehmt und verbraunt als oben; sehr diffuser Übergang.  | 4        | 60-75              |
| 75-96       | BvCvck   | sehr schwach humoser, sehr schwach feingrusiger, mittel schluffiger Ton; carbonatarm, Sekundärkarbonat; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; matt rötlich gelbbraun, Lößkindl bis 2 cm Ø (wie oben), Molluskensplitter; Übergang im Steg.  | 5        | 75-96              |
| 96-150      | elCvck   | sehr schwach humoser, sehr schwach feingrusiger, schluffiger Lehm bis schwach toniger Lehm; oben sehr carbonatreich, unten carbonatarm, um 100-120 cm stärkste Carbonatanreicherung; geringe Lagerungsdichte; es1; matt gelbbraun, Molluskenreste, keine Konkretionen mehr, aber stärkere „flächige“ Anreicherung, Pseudomycelien, feuchter als oben; Übergang im Steg.    | 6<br>7   | 96-125<br>125-150  |
| 150-198     | III Sw   | sehr schwach humoser, sehr schwach feingrusiger, mittel sandiger Lehm; carbonatfrei; mittlere Lagerungsdichte; an der Basis Konzentration von Mn-Konkretionen mit bis zu 1cm Ø, oben es2, unten es5, eh2; matt gelbbraun mit schwarzen Flecken, Auftreten von Feldspäten fraglich --> prüfen, Lößlehmfließerde mit Tertiäranteil; Übergang im Steg.                        | 8<br>9   | 150-175<br>175-198 |
| 198-250+    | IV Sd    | Sehr schwach humoser, sehr schwach feingrusiger mittel bis schwach toniger Lehm; carbonatfrei; sehr hohe Lagerungsdichte; marmoriert dunkelbraun-braunorange, es5, eh4, rb3; Feldspäte, Tonschlämbahnen, oben noch bindiger, lehmiger mit weniger Sand, nach unten nimmt Sandanteil deutlich zu; klarer Schichtwechsel wegen Sprung in Lagerungsdichte, Körnung und Farbe. | 10<br>11 | 198-220<br>220-250 |

**A 1.41 Profil 7038-121a**

**Ortsangabe:** Untermassing-Moosfeld  
**Lage:** R: 4506695 H: 5420511  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 20.05.99  
**Höhe über NN:** 365,50 m  
**Exposition:** S  
**Inklination:** 2°

**Reliefposition:** Hangfuß (Übergang zum Tiefenbereich)

**Bodentyp:** Kolluvisol-Gley  
**Anmerkung:** Originale Profilbeschreibung ist nicht mehr vorhanden. Folgende Beschreibung ist aus den Labordaten rekonstruiert.

| Tiefe in cm | Horizont    | Beschreibung  | Probe  | Tiefe              |
|-------------|-------------|---|--------|--------------------|
| 0-31        | M-Ap        | Mittel humos; sehr schwach feinkiesig; schluffiger Lehm; carbonatfrei; 10YR 3/4 (dunkelbraun).  | 1      | 0-31               |
| 31-60       | M           | Schwach humos; sehr schwach feinkiesig; schluffiger Lehm; carbonatfrei; 10YR 4/6 (braun).   | 2      | 31-60              |
| 60-90       | Sw-M        | Sehr schwach humos; skelettfrei; stark toniger Schluff; carbonatfrei; 10YR 4/6 (braun).   | 3      | 60-90              |
| 90-120      | M-Sw        | Sehr schwach humos; skelettfrei; schluffiger Lehm; carbonatfrei; 7,5YR 4/4 (braun).   | 4      | 90-120             |
| 120-142     | II fAh-M    | Schwach humos; skelettfrei; schluffiger Lehm; carbonatfrei; 7,5YR 4/3 (braun).  | 5      | 120-142            |
| 142-159     | M-fAh       | Mittel humos; skelettfrei; schluffiger Lehm; carbonatfrei; 7,5YR 2/2 (bräunlich schwarz).   | 6      | 142-159            |
| 159-194     | III fAh     | Mittel humos; sehr schwach feinkiesig; schluffiges Substrat; carbonatfrei; 10YR 2/1 (schwarz).  | 7      | 159-194            |
| 194-256     | Gkco        | Sehr schwach humos; sehr schwach feinkiesig; mittel schluffiger Ton; carbonatarm bis schwach carbonathaltig; 10YR 5/6-5/4 (gelblich braun bis matt gelblich braun). | 8<br>9 | 194-225<br>225-256 |
| 256-285     | IV Go       | Sehr schwach humos; skelettfrei; mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; 10YR 5/8 (gelblich braun).   | 10     | 256-285            |
| 285-336     | V Go        | Sehr schwach humos; sehr schwach feinkiesig; schluffiger Lehm; carbonatfrei; 10YR 5/6 (gelblich braun).   | 11     | 285-336            |
| 336-346     | VI Go-Bv-Cv | Sehr schwach humos; skelettfrei; schwach sandiger Lehm; carbonatfrei; 10YR 5/6 (gelblich braun).  | 12     | 336-346            |
| 346-376     | VII Gkcro   | Sehr schwach humos; sehr schwach feinkiesig; schluffiger Lehm; carbonatarm; 10YR 4/4 (braun).   | 13     | 346-376            |
| 376-390     | VIII eGkcr  | Sehr schwach humos; skelettfrei; schwach toniger Lehm; mittel carbonathaltig; 7,5YR 4/2 (gräulich braun).   | 14     | 376-390            |
| 390-444     | IX eGkcr    | Sehr schwach humos; sehr schwach feinkiesig; schluffiger Lehm; carbonatreich; 2,5YR 4/3 (gelblich braun).   | 15     | 390-444            |
| 444-474     | X Gr        | Sehr schwach humos; schwach feinkiesig; stark sandiger Lehm; carbonatfrei; 2,5YR 5/3 (gelblich braun).  | 16     | 444-474            |
| 474-495+    | XI Gcr      | Sehr schwach humos; skelettfrei; mittel schluffiger Ton; sehr carbonatarm; 7,5YR 5/2 (gräulich braun).  | 17     | 474-495            |

**A 1.42 Profil 7038-121b****Ortsangabe:** Catena Poign 2 m nördlich des Baches**Lage:** R: 4506695.44 H: 5420511.69**Aufschlußart:** Stechsonde**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 10.08.99**Höhe über NN:** 365,50 m**Exposition:** --**Inklination:** --**Reliefposition:** Tiefenlinie**Bodentyp:** Kolluvisol aus Aufschüttung über Niedermoor

| Tiefe in cm | Horizont  | Beschreibung  | Probe | Tiefe |
|-------------|-----------|---|-------|-------|
| 0-25        | Ap        |   | n.b.  |       |
| 25-140      | jICv      | schluffig toniger Lehm; rostfleckig; Aufschüttung mit Makroresten angereichert. | n.b.  |       |
| 140-170     | II M-Gr   | Stark schluffig toniger Lehm; schwarzblau reduziert; viele Holzreste            | n.b.  |       |
| 170-390     | III nH    | Stark zersetzter Niedermoororf; schwarzbraun, viele Holzmakroreste.             | n.b.  |       |
| 390-420     | IV nH+ICv | Übergangshorizont, in wechselnder Lagerung mit Grobsand Bändchen (Bachlauf).    | n.b.  |       |
| 430+        | ICv       | Hellgelber Lößlehm.   | n.b.  |       |

**A 1.43 Profil 7038-122****Ortsangabe:** 300m östlich der Schanze im südlichem Tal**Lage:** R: 4506138 H: 5420882**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 26.05.99**Höhe über NN:** 374,78 m**Exposition:** --**Inklination:** --**Reliefposition:** Tiefenlinie**Bodentyp:** Kolluvisol

| Tiefe in cm | Horizont       | Beschreibung  | Probe       | Tiefe                   |
|-------------|----------------|---|-------------|-------------------------|
| +7-+1       | L              | Nadelstreuauflage   | n.b.        |                         |
| +1-0        | Of + Oh        |   | n.b.        |                         |
| 0-1         | Ah             | humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; geringe Lagerungsdichte; mittel bis starke Durchwurzelung; scharfer Übergang.   | n.b.        |                         |
| 1-4         | M Al           | Stark humoser, skelettfreier schluffiger Lehm; carbonatfrei; Schichtgefüge; geringe Lagerungsdichte; mittlere Durchwurzelung; gestörter Bereich, da von fAh unterlagert (Windwurf).   | 1           | 1-4                     |
| 4-5         | II fAh         | mittel humoser, skelettfreier schluffiger Lehm; carbonatfrei; Schichtgefüge; geringe Lagerungsdichte; mittlere Durchwurzelung; deutlich grau-schwarzes Band; scharfe Untergrenze.   | 2           | 4-5                     |
| 5-36        | M Sw (Al)      | sehr schwach bis schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; mittlere Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; rb6; Holzkohleflitter, Fundstück bei 15 cm; welliger (Schwankungen 2-3 cm) Übergang.                          | 3<br>4      | 5-20<br>20-36           |
| 36-95       | M Sd (Bt)      | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; keine bis sehr geringe Durchwurzelung; es5 (25%), in Bahnen rb5(15%) und eo5 (20%); Holzkohleflitter; fließender Übergang. | 5<br>6<br>7 | 36-56<br>56-76<br>76-95 |
| 95-102      | M Sd + III fBt | sehr schwach humoser, skelettfreier, schwach schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; keine Durchwurzelung; hohe Lagerungsdichte; es3 (5%), eo5 (20-25%), rb5 (20%); Mischschicht, Toncutane; fließender Übergang.  | 8           | 95-102                  |
| 102-130+    | III fBt        | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; eo6 (40-50%), es3 (3%), rb2 (2%); Feldspatkörner, Toncutane, Fließerde aus Lößlehm und Feldspatsanden.        | 9           | 102-130                 |

**A 1.44 Profil 7038-123****Ortsangabe:** 300 m östlich der Schanze im Südhang**Lage:** R: 4506142.81 H: 5420906.89**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 20.05.99**Höhe über NN:** 377,31 m**Exposition:** S**Inklination:** 7°**Reliefposition:** Unterhang**Bodentyp:** Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont  | Beschreibung   | Probe  | Tiefe          |
|-------------|-----------|--|--------|----------------|
| +3 - +5     | L         |  |        |                |
| +1 - +3     | Of        |  |        |                |
| 0 - +1      | Oh        |  |        |                |
| 0 - 2       | Ah        | mittel humos; wellige Untergrenze.   |        |                |
| 2 - 20      | Al        | schwach humoser und -feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Kohärentgefüge; geringe Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; diffuse Untergrenze.  | 1      | 2-20           |
| 20-31       | Al-Bt     | sehr schwach humoser und -feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; mittlere Lagerungsdichte; sehr schwache Durchwurzelung; es1; erste Toncutane; klare Untergrenze.  | 2      | 20-31          |
| 31-54       | Bt        | sehr schwach humoser und -feinkiesiger, mittel toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; es2; deutlich erkennbare Toncutane auf den Aggregatoberflächen.  | 3      | 31-54          |
| 54-83       | II Bt     | sehr schwach humoser und -feinkiesiger, schluffiger Lehm bis schwach toniger Lehm; carbonatfrei bis sehr carbonatarm; schwach ausgeprägtes Polyedergefüge; sehr hohe Lagerungsdichte; sehr schwache Durchwurzelung; es3; Toncutane und Tonschlämbahnen, Feldspäte; sehr diffuse Untergrenze. | 4<br>5 | 54-70<br>70-83 |
| 83-105+     | III Bt-Cv | sehr schwach humoser, schwach bis mittelkiesiger, schwach toniger Lehm; sehr carbonatarm; Polyedergefüge; sehr hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; es4, rb1, eh1; viele Feldspäte.   | 6      | 83-105         |

**A 1.45 Profil 7038-124****Ortsangabe:** 300 m östlich der Schanze im Südhang**Lage:** R: 4506148 H: 5420926**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 27.05.99**Höhe über NN:** 379,91 m**Exposition:** S**Inklination:** 10°**Reliefposition:** Mittelhang**Bodentyp:** Kolluvial überdeckte, stark erodierte Pseudogley-Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe  | Tiefe            |
|-------------|----------|---|--------|------------------|
| +4-+5       | L        |   |        |                  |
| +1-+4       | Of       |   |        |                  |
| +1-0        | Oh       |   |        |                  |
| 0-2         | Ah       | mittel humos; carbonatfrei.   |        |                  |
| 2-10        | Ah + M   | Mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel toniger Schluff; carbonatfrei; Kohärentgefüge; geringe Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; es1; fleckig.  | 1      | 2-10             |
| 10-23       | Sw-M     | schwach humoser und feinkiesiger, stark toniger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung.   | 2      | 10-23            |
| 23-78       | II Bt-Sd | sehr schwach humoser, fein- und mittelkiesiger, schwach bis mittel toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; sehr schwache Durchwurzelung; rb3, eh4, es2; Toncutane auf den Aggregatoberflächen; diffuse Untergrenze. | 3<br>4 | 23-55<br>55-78   |
| 78-95+      | III Sd   | Sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel toniger Lehm bis sandig-toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; rb4, eh4 (stärker gebleicht).   | 5<br>6 | 78 - 88<br>88-95 |

**A 1.46 Profil 7038-125****Ortsangabe:** 300 m östlich der Schanze im Plateaubereich**Lage:** R: 4506159 H: 5420981**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 28.05.99**Höhe über NN:** 382,21 m**Exposition:** --**Inklination:** --**Reliefposition:** Kulminationsbereich**Bodentyp:** Pseudogley-Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont  | Beschreibung  | Probe  | Tiefe            |
|-------------|-----------|---|--------|------------------|
| +7-+9       | L         |   |        |                  |
| +3-+7       | Of        |   |        |                  |
| 0-+3        | Oh        |   |        |                  |
| 0-1         | Ah        | mittel humos; carbonatfrei; diffuse Untergrenze.  |        |                  |
| 1-12        | Al        | schwach humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff; carbonatfrei; Kohärentgefüge; geringe Lagerungsdichte; kleine Konkretionen, es2; Holzkohlen, humose Flecken; diffuse Untergrenze.  | 1      | 1-12             |
| 12-26       | Sw-Al-Bt  | Sehr schwach humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; kleine Konkretionen, es2; Toncutane, Holzkohlen, humose Flecken; diffuse Untergrenze.                     | 2      | 12-26            |
| 26-50       | Sd-Bt     | sehr schwach humoser und - feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; mittlere Lagerungsdichte; z.T. größere Mn-Konkretionen, es4; deutliche Toncutane.  | 3<br>4 | 26 - 40<br>40-50 |
| 50-83       | II fBt-Sd | sehr schwach humoser und - feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; es4, eh1, rb1; deutlich weniger Toncutane, Aggregate jedoch nicht so stabil wie im Hangenden; klare Untergrenze. | 5<br>6 | 50-66<br>66-83   |
| 83-90       | Cv-Sd     | sehr schwach humoser und - feinkiesiger schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; mittlere Lagerungsdichte; es5, eh2, rb1; wenige Toncutane, Feldspäte.  | 7      | 83-90            |

**A 1.47 Profil 7038-126****Ortsangabe:** Ca. 300m östlich der Schanze im verflachten Bereich Übergang Nordtal**Lage:** R: 4506176 H: 5421059**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 08.06.99**Höhe über NN:** 379,96 m**Exposition:** N**Inklination:** 4°**Reliefposition:** Übergang Kulminationsbereich Oberhang**Bodentyp:** Parabraunerde aus Kolluvium über Parabraunerderest

| Tiefe in cm   | Horizont          | Beschreibung  | Probe                | Tiefe                            |
|---------------|-------------------|---|----------------------|----------------------------------|
| +4 – 0<br>0-1 | L + Of + Oh<br>Ah | Nadelstreuauflage<br>Äußerst humos; carbonatfrei; schwache bis mittlere Durchwurzelung; evtl. z.T. mit Oh vermischt, schlecht zu beproben; wellige jedoch klare Untergrenze.  | n.b.<br>1            | 0-1                              |
| 1-10          | Ahl               | Schwach bis mittel humos; skelettfreier bis sehr schwach feinkiesiger, stark bis mittel toniger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; schwache bis mittlere Durchwurzelung; Krotowine bei 7 cm Tiefe mit Ø 2 cm, im rechten Profilbereich gestört (fAh), nicht beprobter Bereich; klare Untergrenze; (kolluviales Material).   | 2<br>3               | 1-5<br>5-10                      |
| 10-21         | Al                | Schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel toniger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; Mn Konkretionen bis Ø 2 mm; Holzkohlefitter; fließende Untergrenze; (kolluviales Material).  | 4<br>5               | 10-15<br>15-21                   |
| 21-33         | Al-Bt             | Schwach bis sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, stark toniger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe bis mittlere Lagerungsdichte; sehr schwache bis schwache Durchwurzelung; Bleichbahnen, rb6 (100%) bis in den Bt reichend; erste Toncutane erkennbar, deutlich sichtbare Makroporen; deutliche klare Grenze; (kolluviales Material).  | 6<br>7               | 21-26<br>26-33                   |
| 33-46         | Bt                | Sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger; schluffiger Lehm bis mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; sehr schwache Durchwurzelung; Mn Konkretionen vereinzelt; z.T. hellgelb-grau / rötlich gefleckt; sehr deutliche Toncutane, Holzkohlefitter, inhomogener Aufbau, kaum noch Makroporen erkennbar; deutlicher Übergang; (kolluviales Material).                    | 8<br>9               | 33-40<br>40-46                   |
| 46-87         | II fBt            | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger; mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge mit deutlichen Toncutane auf den Oberflächen; sehr hohe Lagerungsdichte (schwer zu graben); keine bis sehr schwache Durchwurzelung; es4, rb6 (100%); Feldspäte im Grobsandbereich sind im Hangenden nicht zu finden, alte Wurzelbahn mit Schluff gefüllt, separat beprobt 7038-126/16; fließender Übergang. | 10<br>11<br>12<br>13 | 46-56<br>56-66<br>66-77<br>77-87 |
| 87-120        | fBtv-Cv           | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger; mittel toniger Lehm; carbonatfrei; hohe bis sehr hohe Lagerungsdichte; keine bis sehr schwache Durchwurzelung; Fe/Mn-Flecken nehmen deutlich ab, es2-3, rb2; Toncutane auf Aggregaten sitzend bilden zumeist bahnartige Erscheinungen, auf den Aggregatflächen Feldspatkörner.<br>Extrabeprobung der Schluffbahn in II fBt, schluffiger Lehm.                    | 14<br>15<br>16       | 87-100<br>100-120                |

**A 1.48 Profil 7038-127**

**Ortsangabe:** 300 m östlich der Schanze  
**Lage:** R: 4506177 H: 5421089  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 11.06.99  
**Höhe über NN:** 376,62 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 9°

**Reliefposition:** Mittelhang

**Bodentyp:** Phänoparabraunerde (ca. 30 – 40 cm Kolluvium)

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe       | Tiefe                   |
|-------------|----------|--|-------------|-------------------------|
| +8-3        | L        | Nadelstreuauflage  | n.b.        |                         |
| +3-0        | Of + Oh  | tiefschwarz  | n.b.        |                         |
| 0-1         | Ah       | Mittel bis stark humos; skelettfrei; carbonatfrei; starke bis sehr starke Durchwurzelung; gestörter Eindruck, grauschwarz; diffuse Untergrenze.  | 1           | 0-1                     |
| 1-7         | M Ahl    | Mittel humos; skelettfrei; sandig-lehmiger Schluff; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; starke Durchwurzelung; Holzkohleflitter; sackförmige Ausstülpung ca. 5 cm tief; wellige (2-3 cm schwankend) aber klare Untergrenze.   | 2           | 1-7                     |
| 7-10        | fAh      | mittel humos; skelettfrei bis sehr schwach feinkiesig; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; hohe Durchwurzelung; deutlich gestört durch Turbation, Holzkohleflitter; wellige (2-3 cm schwankend) aber klare Untergrenze.   | 3           | 7-10                    |
| 10-30       | (M) Al   | sehr schwach humoser, mittel feinkiesiger, sandig-lehmiger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte, keine bis sehr schwache Durchwurzelung; deutliche Makroporen, inhomogener Aufbau, braungrau, wenige Holzkohleflitter, als Kolluvium nicht eindeutig erkennbar; fließende Untergrenze.  | 4<br>5      | 10-20<br>20-30          |
| 30-40       | Al-Bt    | sehr schwach humoser, schwach bis mittel feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; mittlere Lagerungsdichte; mittlere Durchwurzelung; Mn-Konkretionen; erste Toncutane, inhomogener Aufbau wie Hangendes, keine Feldspäte erkennbar; fließender Übergang.  | 6           | 30-40                   |
| 40-90       | II fBt   | sehr schwach humoser, schwach bis mittel feinkiesiger, sehr schwach feinkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge mit deutlichen Toncutane; hohe bis sehr hohe Lagerungsdichte; sehr schwache bis schwache Durchwurzelung; es3; alte Wurzelbahnen erkennbar, innen rb6, außen eo4-5; auffälligstes Unterscheidungsmerkmal zum Hangenden: Feldspäte → Fließerde aus Lößlehm und Feldspäten; fließender Übergang. | 7<br>8<br>9 | 40-55<br>55-70<br>70-90 |
| 90-110      | III fBt  | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; hohe Lagerungsdichte, sehr schwache bis schwache Durchwurzelung; deutlich feinere Matrix als Hangendes, sehr wenig Feldspäte; deutlicher Übergang.  | 10<br>11    | 90-100<br>100-110       |
| 110-130     | Bt-ICv   | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; mittlere bis hohe Lagerungsdichte, sehr schwache bis schwache Durchwurzelung; deutliche Lößlehmkomponente feinsandig schluffig (Löß); durch Pürckhauersondierung 40 cm vertieft → Schichtwechsel zu sandig-toniger Matrix mit Feldspäten.   | 12<br>13    | 110-120<br>120-130      |

**A 1.49 Profil 7038-128**

**Ortsangabe:** 300 m östlich der Schanze  
**Lage:** R: 4506166 H: 5421141  
**Aufschlußart:** Schürfgrube  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 11.06.99  
**Höhe über NN:** 370,36 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Pseudogley-Kolluvisol über fossiler Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe  | Tiefe           |
|-------------|----------|---|--------|-----------------|
| +10-6       | L        | Nadelstreuauflage   | n.b.   |                 |
| +6-0        | Of + Oh  | tiefschwarz   | n.b.   |                 |
| 0-9         | Ah       | Stark humos, sehr schwach feinkiesig; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; starke Durchwurzelung; gestörter Eindruck, sackförmige Ausstülpungen, in der Mitte des Profils durch Wurzel unterbrochen; wellige aber klare bis zu 3 cm schwankende Untergrenze.  | 1      | 0-9             |
| 9-17        | M Ahl    | mittel humos; Skelettfrei; schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; eo 2-3, rb 5-6; keine Feldspäte; fließende Untergrenze.   | 2      | 9-17            |
| 17-34       | M Sw     | sehr schwach humos; skelettfreier schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; sehr schwache bis schwache Durchwurzelung; rb5-5, es3; sehr wenig Holzkohleflitter, viele Makroporen; fließende Untergrenze.  | 3      | 17-34           |
| 34-46       | M Sw-Sd  | sehr schwach humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; mittlere Lagerungsdichte; rb4, es3, eh3-4; Mangan auf den Gefügeflächen, deutliche Makroporen, Horizontgrenze zum Hangendem fraglich; fließende Untergrenze.   | 4      | 34-46           |
| 46-62       | M Sd     | sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; sehr schwache bis schwache Durchwurzelung; es4, eh2-3; erste Toncutane, inhomogener Aufbau, Mangan auf Gefügeflächen, alte Wurzelbahnen, rb6; fließender Übergang.  | 5      | 46-62           |
| 62-107      | II fBt   | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; sehr carbonatarm; Polyedergefüge; hohe bis sehr hohe Lagerungsdichte; sehr schwache Durchwurzelung; es3-4, rb6, eh2-3, nach unten hin ld4; deutliche Lößkomponenten, Feldspäte, deutliche Toncutane, alte Wurzelbahnen erkennbar (rb6), auffälligstes Unterscheidungsmerkmal zum Hangenden: Feldspäte → Fließerde aus Lößlehm und Feldspäten; Schichtwechsel zum Hangendem durch Feldspäte und homogenem Aufbau festgelegt; fließender Übergang. | 6<br>7 | 62-85<br>85-107 |
| 107-130     | BvCv     | sehr schwach humoser, schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; sehr carbonatarm; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; keine bis sehr schwache Durchwurzelung; deutliche sandige Feldspatkomponente.  | 8      | 107-130         |

**A 1.50 Profil 7038-131****Ortsangabe:** nördlich der Schanze Ostcatena Südhang Mittelhang**Lage:** R: n.g. H: n.g.**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 28.06.99**Höhe über NN:** n.g.**Exposition:** S**Inklination:** n.g.**Reliefposition:** Mittelhang**Bodentyp:** Schwach erodierte Parabraunerde aus carbonathaltigem Löß

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe  | Tiefe          |
|-------------|----------|--|--------|----------------|
| +4-3        | L        |  |        |                |
| +3-0        | Of + Oh  |  |        |                |
| 0-1         | Ah       | mittel bis stark humos; grauschwarz; scharfer Übergang.  | n.b.   |                |
| 1-11 +/-1   | Ah + Al  | mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger, stark toniger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; sehr starke Durchwurzelung; wellige Untergrenze.   | 1      | 1-11           |
| 11-30       | Al       | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, stark toniger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; mittlere Durchwurzelung; fließender jedoch deutlich erkennbarer (Farbänderung) Übergang.   | 2<br>3 | 11-20<br>20-30 |
| 30-63       | Bt       | Schwach bis sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; mittlere Durchwurzelung; Fe/Mn-Konkretionen; Toncutane auf den Gefügeflächen, vereinzelt Holzkohle; diffuser Übergang.         | 4<br>5 | 30-45<br>45-63 |
| 63-67       | Bv-Cv    | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, carbonathaltiger, mittel schluffiger Ton; Polyedergefüge; mittlere Lagerungsdichte; schwache bis mittlere Durchwurzelung; fließender Übergang.  | 6      | 63-67          |
| 67-95+      | elCv     | Sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatreich; Polyedergefüge; mittlere Lagerungsdichte; sehr schwache bis schwache Durchwurzelung; nadelstichporig, Mollusken, entlang von Gefügeflächen deutliche Farbverschiebung von gelbbraun nach rotbraun. | 7      | 67-95          |

**A 1.51 Profil 7038-132****Ortsangabe:** nördlich der Schanze Ostcatena Südhang Oberhang**Lage:** R: n.g. H: n.g.**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 22.06.99**Höhe über NN:** n.g.**Exposition:** S**Inklination:** n.g.**Reliefposition:** Oberhang**Bodentyp:** Mittel stark erodierte Parabraunerde über fossilem polyzyklischen Bt

| Tiefe in cm | Horizont  | Beschreibung  | Probe | Tiefe   |
|-------------|-----------|---|-------|---------|
| 0-0,5       | Ah        | stark humos; scharfer Übergang.   | n.b.  |         |
| 0,5-7       | Ah + Ahl  | Schwach bis mittel humoser, skelettfreier schwach toniger Schluff; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; sehr starke Durchwurzelung; tropfenförmiger diffuser Übergang.  | n.b.  |         |
| 7-29        | Al        | sehr schwach humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; starke Durchwurzelung; fließende und wellige Untergrenze.   | 1     | 7-29    |
| 29-50       | Bt        | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, sehr schwach bis schwach mittelkiesiger, mittel toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; fließende Untergrenze. | 2     | 29-50   |
| 50-59       | II Bt     | sehr schwach humoser, sehr schwach mittelkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge (schwächer als oben); hohe Lagerungsdichte; sehr schwache Durchwurzelung; scharfer Übergang.                              | 3     | 50-59   |
| 59-65       | III fBt   | sehr schwach humoser, sehr stark feinkiesiger, mittel bis stark mittelkiesiger, mittel toniger Sand; carbonatfrei; Polyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; sehr schwache Durchwurzelung; Kiesband, Feldspäte; scharfer Übergang.  | 4     | 59-65   |
| 65-80       | IV fBt    | sehr schwach humoser, sehr schwach fein- und mittelkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; Feldspäte; deutlicher Übergang.                       | 5     | 65-80   |
| 80-84       | V fBt     | sehr schwach humoser, sehr stark feinkiesiger, schwach sandiger Lehm; carbonatfrei; keine Gefügebestimmung; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; Kiesband, Feldspäte; scharfer Übergang.                    | 6     | 80-84   |
| 84-111      | VI fBt-Cv | sehr schwach humoser, sehr schwach bis schwach fein- und mittelkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; sehr schwache Durchwurzelung; Feldspäte; scharfer Übergang   | 7     | 85-111  |
| 111-115     | VII ICv   | sehr schwach humoser, sehr stark feinkiesiger, schwach sandiger Lehm; carbonatfrei; keine Gefügebestimmung; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; Kiesband, Feldspäte; scharfer Übergang.                    | 8     | 111-115 |
| 115-120+    | VIII ICv  | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schwach sandiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; Feldspäte.  | 9     | 115-120 |

**A 1.52 Profil 7038-133****Ortsangabe:** nördlich der Schanze Ostcatena Südhang verflachter Kulminationsbereich**Lage:** R: n.g. H: n.g.**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 22.0 6.99**Höhe über NN:** S**Exposition:** n.g.**Inklination:** n.g.**Reliefposition:** Kulminationsbereich**Bodentyp:** Parabraunerde über fossilem polyzyklischen Bt

| Tiefe in cm | Horizont   | Beschreibung  | Probe | Tiefe    |
|-------------|------------|---|-------|----------|
| 0 - 1,5     | Ah         | stark humos; skelettfrei; geringe Lagerungsdichte; starke Durchwurzelung; Ah in typischer Schichtung.   | n.b.  |          |
| 1,5 – 6     | Ahl        | Mittel humoser, skelettfreier, sandig-lehmiger Schluff; carbonatfrei; Kohärentgefüge; geringe Lagerungsdichte; mittlere Durchwurzelung; Holzkohleflitter; fließender Übergang.  | 1     | 1,5 - 6  |
| 6 – 23      | Al / M     | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, sandig-lehmiger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; schwache bis mittlere Durchwurzelung; Holzkohleflitter; fließende Untergrenze.                            | 2     | 6 - 23   |
| 23 - 28     | Al-Bt / M  | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe bis mittlere Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; scharfe Untergrenze.   | 3     | 23 - 28  |
| 28 - 40     | II Bt      | sehr schwach humoser, sehr schwach fein- und schwach mittelkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; mittlere Durchwurzelung; es2; scharfer Übergang.   | 4     | 28 - 40  |
| 40 - 53     | III fBt    | sehr schwach humoser, sehr stark fein- und mittelkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; mittlere Durchwurzelung; es3; Kiesband, Feldspäte; scharfer Übergang.                                    | 5     | 40 - 53  |
| 53 - 65     | IV fBt     | sehr schwach humoser, schwach feinkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; sehr hohe Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; es2-3; Feldspäte; deutlicher Übergang.  | 6     | 53 - 65  |
| 65 - 70     | V fBt      | sehr schwach humoser, mittel feinkiesiger, mittel sandiger Lehm; carbonatfrei; keine Gefügebestimmung; sehr hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; Kiesband, Feldspäte; scharfer Übergang.   | 7     | 65 - 70  |
| 70 - 90     | VI fBt     | sehr schwach humoser, sehr schwach bis schwach feinkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; sehr hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; es2-3; Feldspäte; deutlicher Übergang.                                      | 8     | 70 - 90  |
| 90 - 94     | VII fBt    | sehr schwach humoser, schwach bis mittel feinkiesiger, schwach mittelkiesiger, mittel bis stark sandiger Lehm; carbonatfrei; keine Gefügebestimmung; sehr hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; Kiesband, Feldspäte; scharfer Übergang. | 9     | 94 - 94  |
| 94 - 117    | VIII Bt-Cv | sehr schwach humoser, mittel feinkiesiger, sehr schwach mittelkiesiger, mittel sandiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; es2; Feldspäte; fließender Übergang.                               | 10    | 94 - 117 |
| 117 - 140   | IX BvCv    | sehr schwach humoser, sehr schwach fein- und mittelkiesiger; schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; es1-2; Feldspäte; fließender Übergang.                               | 11    | 117-140  |
| 140 - 225+  | elCv       | sehr schwach humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff; carbonatreich, vereinzelt sekundäres Carbonat; typischer Löß; geringe bis mittlere Lagerungsdichte, ab 200 cm hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung.                         | 12    | 140-160  |

**A 1.53 Profil 7038-134****Ortsangabe:** nördlich der Schanze Mittelcatena Südhang ausstreichender Unterhang**Lage:** R: n.g. H: n.g.**Aufschlußart:** Schürfgrube**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 22.06.99**Höhe über NN:** n.g.**Exposition:** S**Inklination:** 2°**Reliefposition:** Unterhang**Bodentyp:** Parabraunerde aus Kolluvium über fossilem Bt

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe | Tiefe   |
|-------------|----------|---|-------|---------|
| 0-1         | Ah       | mittel humos; diffuser Übergang.  | n.b.  |         |
| 1-5         | Ahl      | sehr schwach bis schwach humos; skelettfrei; carbonatfrei; geringe Lagerungsdichte; starke Durchwurzelung; fließender Übergang.   | n.b.  |         |
| 5-31        | Al       | sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel toniger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; Holzkohlefitter; fließende Untergrenze.   | 1     | 5-31    |
| 31-59       | Bt       | sehr schwach humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; geringe bis mittlere Lagerungsdichte; sehr schwache Durchwurzelung; Holzkohlefitter; fließende Untergrenze.  | 2     | 31-59   |
| 59-74       | II Bt    | sehr schwach bis schwach humoser (fleckig), skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; sehr schwache Durchwurzelung; eh3, rb5-6; scharfer Übergang.                         | 3     | 59-74   |
| 74-112      | III fBt  | Sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; hohe Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; fließender Übergang.   | 4     | 74-112  |
| 112-130     | ICv      | sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; geringe bis mittlere Lagerungsdichte; keine Durchwurzelung; Humusakkumulation auf den Gefügeflächen → im Abstich dadurch fleckig wirkend; fließender Übergang. | 5     | 112-130 |
| 130+        | eICv     | sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatreich; Mollusken.  | 6     | 130-150 |

**A 1.54 Profil 7038-147**

**Ortsangabe:** 2 m südlich der Straße  
**Lage:** R: 4506850 H: 5420509  
**Aufschlußart:** Stechsonde  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 10.08.99  
**Höhe über NN:** 364,78 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Kolluvisol aus Aufschüttung über Niedermoor

| Tiefe in cm | Horizont      | Beschreibung   | Probe | Tiefe |
|-------------|---------------|--|-------|-------|
| 0-30        | Ap            |  | n.b.  |       |
| 30-87       | jICv          | Aufschüttung   | n.b.  |       |
| 87-114      | II fAa        | sehr speckig, schwarz.   | n.b.  |       |
| 114-139     | III M'fSrw    | Mittel humos; stark gebleicht / nur ca. 5% Rostflecken.                        | n.b.  |       |
| 139-270     | IV M ,fSc-Gor | Toniger als oben; ab 185 cm weniger rostfleckig.                               | n.b.  |       |
| 270-310     | V aA-nH       | Dunkelbraun-schwarz, gut zersetzt, nach unten hin zunehmend Makroreste (Holz). | n.b.  |       |
| 310-375+    | VI eICv       | Löß mit Mollusken.   | n.b.  |       |

**A 1.55 Profil 7038-148**

**Ortsangabe:** 10 m südlich von 7038-147  
**Lage:** R: 4506852 H: 5420500  
**Aufschlußart:** Stechsonde  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 10.08.99  
**Höhe über NN:** 364,40 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Kolluvisol aus Aufschüttung

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe | Tiefe |
|-------------|----------|---|-------|-------|
| 0-30        | Ap       |   | n.b.  |       |
| 30-80       | jlCv     | Sand; unten reduziert; graugrün.  | n.b.  |       |
| 80-184      | II jlCv  | Aufschüttung aus Niedermoortorfen und Sande.  | n.b.  |       |
| 184-210     | III M    | Organisch angereichertes, reduziertes Kolluvium.  | n.b.  |       |
| 210-230     | IV m-nH  | Übergang von Kolluvium zu nH – Steinlage im Liegendem!<br>Ab 230 cm kein Bohrvortrieb mehr / Steinlage. | n.b.  |       |

**A 1.56 Profil 7038-149**

**Ortsangabe:** 10 m südlich von 7038-148  
**Lage:** R.: 4506855 H: 5420491  
**Aufschlußart:** Stechsonde  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 10.08.99  
**Höhe über NN:** 363,97 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Kolluvisol aus Aufschüttung über Niedermoor

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe |
|-------------|----------|--|-------|-------|
| 0-30        | Ap       |  | n.b.  |       |
| 30-150      | jlCv     | Aufschüttung – graugrüne Sande und organisches Material (Torf).  | n.b.  |       |
| 150-185     | II M     | Stark humos, weniger sandig; Kolluvium.  | n.b.  |       |
| 185-340     | II nH    | Niedermoororf; mäßig zersetzt, deutliche Makroreste (Sphagnen), nach unten hin immer besser erhalten, größere Makroreste (Holz). | n.b.  |       |
| 340-343     | III M    | Mineralische Einlagerung, evtl. auch Bachsediment aber nicht sehr sandig!! Liegt direkt über einer Holzschicht!                  | n.b.  |       |
| 343-390     | IV nH    | Niedermoororf; schwarz gestreift, besser zersetzt, sehr viele Holzstücke, nach unten hin weniger Makroreste.                     | n.b.  |       |
| 390-420     | V M      |  | n.b.  |       |
| 420-440     | VI nH    | Niedermoororf; bei 430 cm Almkalkausfällungen, durchgehend carbonathaltig; braunschwarz; scharfer Übergang.                      | n.b.  |       |
| 440-500+    | VII eICv | Löß mit Mollusken.   | n.b.  |       |

**A 1.57 Profil 7038-150**

**Ortsangabe:** 10 m südlich von 7038-149  
**Lage:** R: 4506858.27 H: 5420481.74  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 10.08.99  
**Höhe über NN:** 363,54 m  
**Exposition:**  
**Inklination:**

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Kolluvisol aus Aufschüttung über Niedermoortorf

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|----------|--|-------|---------|
| 0 – 30      | Ap       |  | n.b.  |         |
| 30 - 75     | jICv     | Sand mit Lehm durchmischt; organische Bestandteile, graugrün.  | n.b.  |         |
| 75 - 130    | II nH    | Niedermoortorf; oben sehr gut zersetzt (fAh) nach unten hin weniger zersetzt mit Makroresten (Sphagnen), braunschwarz. | n.b.  |         |
| 130 - 145   | III nHc  | Niedermoortorf; Almkalkausfällungen.   | n.b.  |         |
| 145 - 177   | IV nH    | Niedermoortorf; deutlich sichtbare Makroreste (Holz), gut zersetzt, schwarzbraun.                                      | n.b.  |         |
| 177 - 183   | V M-nH   | Niedermoortorf; leicht reduziert; Mischhorizont, deutliche mineralische Komponente.                                    | n.b.  |         |
| 183 - 212   | VI nH    | Niedermoortorf; deutlich sichtbare Makroreste (Holz), braun.   | n.b.  |         |
| 212 - 220   | VII M-nH | Von oben nach unten zunehmend in Kolluvium übergehend (M-Gr), oben noch deutlich organisch.                            | n.b.  |         |
| 220 - 247   | VIII nH  | Niedermoortorf; schwarzbraun.  | n.b.  |         |
| 247 - 296   | IX nHc   | Zwischen 160 cm und 185 cm deutliche Almkalke, stark carbonathaltig.   | 1     | 160-185 |
| 296 - 418   | X nH     | Niedermoortorf; schwach zersetzt, braun.   | n.b.  |         |
| 418 - 434   | XI Aa    |  | n.b.  |         |
| 434 – 500+  | XII eICv | Nach unten hin lehmiger (brauner und weniger carbonatisch XIII), oben mit Molluskenreste.                              | n.b.  |         |

**A 1.58 Profil 7038-151**

**Ortsangabe:** 17 m südlich von 7038-150  
**Lage:** R: 4506863 H: 5420465  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 10.08.99  
**Höhe über NN:** 363,50 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Kolluvisol aus Aufschüttung über Niedermoor

| Tiefe in cm | Horizont      | Beschreibung  | Probe | Tiefe   |
|-------------|---------------|---|-------|---------|
| 0-25        | Ap            |   | n.b.  |         |
| 25-56       | jlCv          | Rotbraune Oxidationsmerkmale, Go vortäuschend.  | n.b.  |         |
| 56-73       | II jICv       | Graubraun reduziert, Gr vortäuschend.   | n.b.  |         |
| 73-78       | III jnH       | Stark organisch angereichert, mit minerogenem Material vermischt.   | n.b.  |         |
| 78-100      | IV jICv / fAp | Organisch angereichert, evtl. alter Ap Horizont.  | n.b.  |         |
| 100-168     | V nH          | Niedermoororf; gut zersetzt, schwarzbraun, deutlich sichtbare Makroreste.                                   | n.b.  |         |
| 168-182     | VI nHc        | Almkalkausfällung.  | n.b.  |         |
| 182-200     | VII nH        | Niedermoororf; gut zersetzt, schwarzbraun, deutlich sichtbare Makroreste, mit Mollusken durchsetzt (Photo). | n.b.  |         |
| 200-202     | VIII nHc      | Schwach ausgeprägte Almkalkausfällung.  | n.b.  |         |
| 202-230     | IX nH         | Niedermoororf; gut zersetzt, schwarzbraun, deutlich sichtbare Makroreste.                                   | n.b.  |         |
| 230-312     | X nHc         | Stark ausgeprägte Almkalkausfällungen.  | 1     | 230-312 |
| 312-325     | XI fAac       | Stark erdiger Komplex mit Almkalken und Mollusken.  | n.b.  |         |
| 325-372     | XII nH        | Niedermoororf; gut zersetzt, schwarzbraun, deutlich sichtbare Makroreste.                                   | n.b.  |         |
| 372-436     | XIII nHc      | Almkalkausfällung.  | n.b.  |         |
| 436-490     | XIV eICv'fGr  | Mit Organik, Mollusken und Makroresten angereicherter Löß; ehemals als Gr fungierend.                       | n.b.  |         |
| 490-500+    | XV eICv       | Löß   | n.b.  |         |

**A 1.59 Profil 7038-152**

**Ortsangabe:** Südlich der villa rustica im Moor  
**Lage:** R: 4506863 H: 5420455  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 08/01  
**Höhe über NN:** 363,76 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Gley aus Aufschüttungsmaterial über Niedermoor

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|----------|--|-------|---------|
| 0-35        | Ap       |  | n.b.  |         |
| 35-62       | Go-Gor   | Aufschüttungsmaterial; von Go-Dynamik überprägt.   | n.b.  |         |
| 62-95       | Gor      | zwischen 68 cm und 72 cm humose Zwischenlagerung innerhalb des Aufschüttungsmaterials; zunehmende Reduktionsmerkmale.  | n.b.  |         |
| 95-140      | II MGr   | toniger als Hangendes; kleine Wurzeln (mit organischem Material vermischt); 100% reduziert.  | n.b.  |         |
| 140-184     | III nH   | Niedermoororf; gut zersetzt, schwarz, mit erkennbaren Holzresten; fließender Übergang.   | n.b.  |         |
| 184-274     | IV nHck  | Niedermoororf; Almausfällungen bzw. Molluskenschalen verstärkt zwischen 196 cm bis 208 cm sowie zwischen 227 cm und 234 cm, Holzmakroreste; fließender Übergang. | n.b.  |         |
| 274-310     | V clC    | Almkalk  | n.b.  |         |
| 310-379     | VI nHc   | Niedermoororf mit Molluskenresten und Almkalkbändchen (316 cm - 317 cm); von braun nach schwarz übergehend mit Makroresten; deutlicher Übergang.                 | n.b.  |         |
| 379-385     | VII M+nH | deutlich mineralisch beeinflusst; mit Makroresten durchsetzt; deutlicher Übergang.   | 1     | 379-385 |
| 385-396     | VIII nH  | Niedermoororf; braun, Makroreste; Übergang im Steg.  | 2     | 385-396 |
| 396-403     | IX M+nH  | deutliche minerogene Komponente; carbonatfrei.   | n.b.  |         |
| 403-550     | X nH     | Niedermoororf; schwarzbraun, durchgängig; deutlicher Übergang.   | 3     | 403-404 |
|             |          |  | 4     | 404-411 |
| 550-620     | XI elCv  | Löß mit Molluskenresten und organischer Komponente.  | n.b.  |         |
| 620-700     | XII ICv  | schluffiger Matrix zu Grobsand übergehend; deutlich brauner als Hangendes, Feldspatsande.  | n.b.  |         |

**A 1.60 Profil 7038-153****Ortsangabe:** Südlich der villa rustica im Moor**Lage:** R: 4506866 H: 5420435**Aufschlußart:** Rammkernbohrung**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 15.09.99**Höhe über NN:** 363,99 m**Exposition:** --**Inklination:** --**Reliefposition:** Tiefenlinie**Bodentyp:** Kolluvisol über Niedermoor mit Wechsellagerungen

| Tiefe in cm | Horizont     | Beschreibung  | Probe  | Tiefe                |
|-------------|--------------|---|--|----------------------|
| 0-45        | Ap           | fließender Übergang im Steg.  | n.b.   |                      |
| 45-95       | jlCv + nH    | Aufschüttung; Niedermoor- und mineralische Komponenten deutlich nebeneinander; vereinzelt Reduktionsmerkmale        | n.b.   |                      |
| 95-150      | II jlCv + nH | s. o.   | n.b.   |                      |
| 150-154     | III nH       | Mittel humos; Niedermoor- und mineralische Komponenten  | 1  | 150-154              |
| 154-167     | IV M         | Äußerst humos; schluffige kolluviale Zwischenlagerung; grau reduziert; deutlicher Übergang.                         | 2  | 154-167              |
| 167-171     | V nH         | Niedermoor- und mineralische Komponenten; gut zersetzt, schwarz, ohne Makroreste; deutlicher Übergang.              | 3<br>C <sup>14</sup>                           | 170-171              |
| 171-177     | VI M         | Zwischenlagerung mit deutlichen humosen Bestandteilen; extrem carbonatreich; grau reduziert; deutliche Untergrenze. | 4  | 171-177              |
| 177-192     | VII nH       | Carbonathaltig; Niedermoor- und mineralische Komponenten; gut zersetzt, schwarz; deutliche Untergrenze.             | 5<br>6<br>C <sup>14</sup>                      | 171-190<br>191-192   |
| 192-223     | M            | skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; grau reduziert; diffuser Übergang.                             | 7  | 192-223              |
| 223-227,5   | M + nH       | Übergangshorizont   | 8<br>C <sup>14</sup>                           | 223-224              |
| 227,5-289   | nH           | Niedermoor- und mineralische Komponenten; braunschwarz, Makroreste; deutlicher Übergang.                            | 9<br>10<br>C <sup>14</sup>                     | 227,5-240<br>288-289 |
| 289-296     | M            | skelettfreier, mittel schluffiger Ton; deutliche grau reduzierte schluffige Zwischenlagerung.                       | 11   | 289-294              |
| 296-580     | nH           | Niedermoor- und mineralische Komponenten; durchgehend ungestört, braunschwarz, Makroreste.                          | 12<br>C <sup>14</sup><br>13<br>C <sup>14</sup> | 296-297<br>579-580   |
| 580-596     | clCv         | sehr schluffiger Almkalk oder Löß; extrem carbonathaltig; auffällig weiße Farbe.                                    | 14   | 585-590              |
| 596-700     | lCv          | von schluffig bis Grobsand übergehend; Feldspatsande.   |  |                      |

**A 1.61 Profil 7038-154**

**Ortsangabe:** südlich der villa rustica im Moor  
**Lage:** R: 4506867 H: 5420420  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 15.09.99  
**Höhe über NN:** 364,23 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Niedermoor mit Ap Horizont

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe | Tiefe |
|-------------|----------|---|-------|-------|
| 0-25        | Ap       |   | n.b.  |       |
| 25-111      | nH       | Niedermoororf; schwarzbraun, Makroreste, zwei kleine Zwischenlagerungen (grau reduziert) mit einer Mächtigkeit von ca. 1 cm; scharfer Übergang. | n.b.  |       |
| 111-163     | M        | Kolluvium; reduziert; grauschwarz, Holzkohle, sehr organisch; deutlicher Übergang.  | n.b.  |       |
| 163-220     | nH       | Niedermoororf; Almkalke zwischen 190 cm und 200 cm; gut zersetzt, schwarz.  | n.b.  |       |
| 220-230     | clCv     | carbonathaltiger Löß.   | n.b.  |       |
| 230-260     | ICv      | schluffiges Lößlehm-Feinsandgemisch; übergehend in die Feldspatsande.   | n.b.  |       |

**A 1.62 Profil 7038-155**

**Ortsangabe:** Catena 15 m südlich des Baches  
**Lage:** R: 4506706 H: 5420438  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 20.09.99  
**Höhe über NN:** 363,68 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Gley aus Aufschüttung über Niedermoor

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe | Tiefe |
|-------------|----------|---|-------|-------|
| 0-40        | Ap       | Scharfe Untergrenze.  | n.b.  |       |
| 40-61       | Go-Gor   | Deutlich vermischtes Substrat – Aufschüttung, Organik neben mineralischem Substrat; deutliche Untergrenze.  | n.b.  |       |
| 61-78       | Gr       | Stark humoses, schluffiges Substrat; reduziert; schräg neben nH geschüttet; deutliche Untergrenze.  | n.b.  |       |
| 78-88       | II M-Gr  | Deutlich reduziert; im oberen Bereich (2-4 cm) eventuell alter Wurzelhorizont (fAh) von ehemaliger Wiese; fließender Übergang.  | n.b.  |       |
| 88-340      | III nH   | Niedermoorortf; gut zersetzt, schwarz, zwischen 280-290 cm wechselnd mit braunem nH, ab 250 cm mit Mollusken; fließender Übergang.  | n.b.  |       |
| 340-354     | nH-eICv  | Übergangshorizont, deutlich braun humos mit Löß vermengt, weniger Makroreste, schluffige Matrix; fließender Übergang  | n.b.  |       |
| 354-401     | IV eICv  | Deutlich reduzierter Löß; Makroresten und humose Flecken, keine Mollusken; deutliche Untergrenze.   | n.b.  |       |
| 401-500+    | V ICv    | Sandsteifiger Löß bzw. Lößlehm; zwischen 420 cm und 449 cm carbonathaltig; deutlich brauner als Hangendes, im den oberen 40 cm 7 Sandbändchen im Mittelsand- und Feinsandbereich mit maximalen Mächtigkeiten von 2,5 cm, keine Mollusken. | n.b.  |       |

**A 1.63 Profil 7038-156**

**Ortsangabe:** 10 m südlich von 7038-155  
**Lage:** R: 4506708 H: 5420428  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 20.09.99  
**Höhe über NN:** 363,73 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Gley aus Aufschüttung über Niedermoor

| Tiefe in cm | Horizont    | Beschreibung  | Probe                | Tiefe   |
|-------------|-------------|---|----------------------|---------|
| 0-38        | Ap          | Fließender Übergang im Steg.  | n.b.                 |         |
| 38-72       | jICv-Gor    | Niedermoorortf neben mineralischen Material; initiale Gor Horizontmerkmale; deutlich gestört, Aufschüttung; scharfer Übergang.  | n.b.                 |         |
| 72-79       | II fAh / Aa | Äußerst humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; wie bei 7038-155 alter Wurzelhorizont, schwarzbraun, Makroreste; fließender Übergang.   | 1                    | 72-79   |
| 79-117      | nH          | Carbonatfrei, Niedermoorortf; braunschwarz, nach unten hin stärker zersetzt, mit Makroresten; fließender aber deutlich erkennbarer Übergang.  | 2                    | 79-90   |
| 117-125     | III fM'Gr   | Stark humoser, skelettfreier, stark schluffiger Ton; carbonatfrei; grau reduziert; Kolluvium mit Makroresten und humosen Flecken, Kolluvium nach unten hin ausdünnend; diffus in Niedermoorortf übergehend. | 3                    | 117-125 |
| 125-320     | IV nH       | Carbonatfrei; Niedermoorortf; wechseln stark zersetzt, braunschwarz, zwischen 210 cm und 240 cm Mollusken; diffuser Übergang (Torfbasis nicht erkennbar).   | 4<br>C <sup>14</sup> | 125-126 |
| 320-408     | V eICv      | Löß; grau reduziert; mit Mollusken, im oberen Bereich stark organisch angereichert; diffuser Übergang.  | n.b.                 |         |
| 408-447     | VI eICv     | Feinsandiger Löß, nicht so stark reduziert wie Hangendes; braungrau.  | n.b.                 |         |
| 447-500+    | VII ICv     | Feldspatsande.  | n.b.                 |         |

**A 1.64 Profil 7038-157**

**Ortsangabe:** Südlich von 7038-156  
**Lage:** R: 4506711 H: 5420418  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 20.09.99  
**Höhe über NN:** 363,87 m  
**Exposition:**  
**Inklination:**

**Reliefposition:** Tiefenlinie / Knick zum Unterhang

**Bodentyp:** Kolluvisol über Niedermoor

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|----------|--|-------|---------|
| 0- 40       | Ap       | Fließender Übergang.   | n.b.  |         |
| 40 - 88     | jICv     | Niedermoorortf neben mineralischem Substrat; Aufschüttung; klarer Übergang.  | n.b.  |         |
| 88 - 125    | II M     | Stark humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff; carbonatfrei; schwarzgrau, deutlich organisch angereichert, Makroreste, Holzkohlefitter, im unteren Bereich deutlich sandiger Feinsand/ Grobsand. | 1     | 100-125 |
| 125 – 138   | III M-nH | Sehr stark humos; carbonatfrei; Niedermoorortf; stark mineralisch geprägt; Übergang im Steg.   | 2     | 125-138 |
| 138 - 144   | IV M     | Mittel humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff; carbonatfrei; grau reduziertes Substrat; klare Untergrenze.  | 3     | 138-144 |
| 144 - 210   | V nH     | Carbonatfrei, Niedermoorortf; gut zersetzt, schwarz, nach unten hin in fossilen anmoorigen A-Horizont übergehend; diffuser Übergang  | 4     | 144-154 |
| 210 - 240   | VI ICv   | Lößlehm; im oberen Bereich stark organisch angereichert; diffuser Übergang.  | n.b.  |         |
| 240 – 300+  | VII ICv  | Feinsand mit Feinkies; rostig braun, Feldspatsande.  | n.b.  |         |

**A 1.65 Profil 7038-158**

**Ortsangabe:** 10 m südlich von 7038-152  
**Lage:** R: 4506864.90 H: 5420445.72  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 27.09.99  
**Höhe über NN:** 363,88 m  
**Exposition:**  
**Inklination:**

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Kolluvisol aus Aufschüttung über Niedermoor

| Tiefe in cm | Horizont      | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|---------------|--|-------|---------|
| 0 – 37      | Ap            | Mittel humos; scharfe Untergrenze.   | n.b.  |         |
| 37 - 86     | jlCv + nH     | Niedermoorortf mit Gr-Material wechselnd; unterste 2 cm Almaufschüttung; fließender Übergang.                                  | n.b.  |         |
| 86 - 110    | II M Gr       | Schwach bis mittel humoser, skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; rb6; fließender Übergang.                      | n.b.  |         |
| 110 - 116   | III f Aa nH   | Übergangshorizont, ehemaliger Wurzelhorizont; fließender Übergang.   | n.b.  |         |
| 116 - 269   | nH            | Niedermoorortf; unterste 10 cm mit Alm durchmengt; gut zersetzt, schwarz, oberste 50 cm mit Holzmakroresten; diffuser Übergang | n.b.  |         |
| 269 - 279   | nH-clCck      | Übergangshorizont zwischen Niedermoorortf und Almkalken; fließender Übergang.  | n.b.  |         |
| 279 - 303   | IV clCck      | Almkalke, zum Teil verbacken.  | 1     | 279-303 |
| 303 - 325   | V nH          | Niedermoorortf; gut zersetzt, schwarz; fließender Übergang.  | n.b.  |         |
| 325-336     | VI clCck      | Almkalke   | n.b.  |         |
| 336 - 339   | VII M'fGr     | schluffiges Kolluvium; grau reduziert; mit Glimmern durchsetzt; fließender Übergang.   | n.b.  |         |
| 339 - 347   | VIII nH+clCck | Mischhorizont aus braunem Niedermoorortf und Almkalken; fließender Übergang.   | n.b.  |         |
| 347 - 352   | IX M'fGr      | Schwach humoser, skelettfreier, mittel toniger Schluff; carbonatreich; grau reduziertes Kolluvium; fließende Untergrenze.      | 2     | 347-352 |
| 352 - 357   | M-nH          | Übergangshorizont; fließende Grenzen.  | n.b.  |         |
| 3537 - 410  | X nH          | Niedermoorortf; sehr gut zersetzt, braunschwarz, im oberen Bereich mit Mollusken durchsetzt; scharfe Untergrenze.              | n.b.  |         |
| 410 - 445   | XI nH+clCck   | Mischhorizont aus Almkalken und Niedermoorortf.  | n.b.  |         |
| 445 - 470   | XII nH-fAa    | Stark organisch angereichertes minerogenes Sediment; im Liegenden in Löß übergehend; fließende Untergrenze.                    | n.b.  |         |
| 470 - 560   | XIII clCv     | Löß, von stark humos allmählich in humusfrei übergehend; reduziert, mit Mollusken durchsetzt; fließende Untergrenze.           | n.b.  |         |
| 560 - 635   | XIV clCv      | Rohlöß; gelbbraun.   | n.b.  |         |
| 635 - 700   | XV ICv        | Feldspatsande in Grob- und Mittelsandbereich mit Fein- und Mittelkies durchsetzt; braun.                                       | n.b.  |         |

**A 1.66 Profil 7038-159****Ortsangabe:** 136 m östlich und 2 m nördlich von 7038-158**Lage:** R: n.g. H: n.g.**Aufschlußart:** Oberflächenbeprobung rezenter Kolluvien**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 27.09.99**Höhe über NN:** n.g.**Exposition:** n.g.**Inklination:** n.g.**Reliefposition:** Tiefenlinie**Bodentyp:** Kolluvisol

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe | Tiefe |
|-------------|----------|---|-------|-------|
| 0 – 5       | M        | Mittel humoser, stark toniger Schluff; carbonatarm.   | 1     |       |
| 0 – 5       | M        | Mittel humoser, mittel toniger Schluff; carbonatfrei. | 2     |       |

**A 1.67 Profil 7038-160**

**Ortsangabe:** Nordhang gegenüber villa rustica  
**Lage:** R: 4506712 H: 5420402  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 28.09.1999  
**Höhe über NN:** 364,95 m  
**Exposition:** Nord  
**Inklination:** 10°

**Reliefposition:** Hangfuß

**Bodentyp:** Kolluvisol über Pseudogley-Gley aus Kolluvium

| Tiefe in cm | Horizont       | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|----------------|--|-------|---------|
| 0-30        | Ap             | kein Skelettanteil; Pflughorizont mit Holzkohlefaltern; scharfer Übergang.   |       |         |
| 30-49       | M Sw           | Schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, stark toniger Schluff; carbonatfrei; leichte Oxidations- und Reduktionsmerkmale, eo1, es1, rb1; diffuse Matrix, Holzkohlefalter; diffuser Übergang.  | 1     | 30-49   |
| 49-64       | M - Sw         | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, stark toniger Schluff; carbonatfrei; deutliche, nach unten verstärkte Fleckung, Oxidations- und Reduktionsmerkmale, kleine Mn-Konkretionen, eo+eh3 (5%), es5, rb5-6; Holzkohlefalter; fließender Übergang.                        | 2     | 49-64   |
| 64-111      | II M - Sd - Go | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger; stark toniger Schluff; carbonatfrei; Oxidations- und Reduktionsmerkmale, kleine Mn-Konkretionen, nach unten zunehmend gebleicht und weniger Mn-Konkretionen, eo/eh4, rb6; Holzkohlefalter; fließender Übergang.                   | 3     | 64-111  |
| 111-145     | III fAh- Gro   | Sehr schwach humoser, sehr schwach feingrusiger; schwach sandiger Lehm; carbonatfrei; wegen sehr hohem Humusgehalt sind Reduktionsmerkmale schwach ausgeprägt, rb 2 - 3; fließender Übergang.  | 4     | 111-145 |
| 145-161     | fAh- Gro       | sehr schwach bis schwach humoser (Humusgehalt nach unten hin abnehmend), schwach feinkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Oxidations- und Reduktionsmerkmale eo/eh 4, rb6; scharfer Übergang.   | 5     | 145-161 |
| 161-191     | IV Gr          | Humusfreier, schwach bis mittel feinkiesiger, schwach toniger Sand; carbonatfrei; deutliche Reduktionsmerkmale, rb6; hellgrau-braun, Feldspäte; scharfer Übergang.   |       |         |
| 191-234     | V Gr           | Schluffig-feinsandige Matrix, nach unten hin feiner werdend; schwach lehmiger Sand über stark schluffigen Ton bis mittel tonigen Lehm übergehend; deutliche Reduktionsmerkmale; von Sandbändern durchzogen, Makroreste (Wurzeln), Feldspäte; Übergang im Steg (vermutlich scharf). |       |         |
| 234-289+    | VI Gr          | Humusfreier, schwach bis mittel feinkiesig und -grußiger, schwach toniger Sand; carbonatfrei; in den obersten 5 cm mittel toniger Lehm (Lt3), Farbe von graubraun über hellgrau nach ockerbraun übergehend (kein Schichtwechsel); Feldspäte.                                       |       |         |

**A 1.68 Profil 7038-161**

**Ortsangabe:** Nordhang gegenüber villa rustica  
**Lage:** R: 4506717 H: 5420368  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 28.09.1999  
**Höhe über NN:** 369,72 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 10°

**Reliefposition:** Mittelhang

**Bodentyp:** Kolluvisol über Bt-Rest

| Tiefe in cm | Horizont     | Beschreibung  | Probe | Tiefe  |
|-------------|--------------|---|-------|--------|
| 0-25        | Ap           |   |       |        |
| 25-42       | M            |   |       |        |
| 42-56       | II fBtv      | Pflughorizont mit wenig Feinkies (fG1).; scharfer Übergang. Sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatfrei; mittlere bis starke Durchwurzelung; leichte Fleckung durch Reduktion und Oxidation; viele Grobporen, Holzkohleflitter; deutlicher Übergang.  | 1     | 25-42  |
| 56-63       | Bv           | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; grobporenrreiches Substrat, Toncutane sind deutlich auf den Aggregatoberflächen sichtbar, kräftigere und dunkler rotbraune Farbe als die angrenzenden Substrate; fließender Übergang.                        | 2     | 42-56  |
| 63-110      | III fBt      | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; weniger tonig als hangender fBtv, stärkere Fleckung, bei der Beprobung jedoch stark dem fBtv ähnlich; deutlicher Übergang.  | 3     | 56-63  |
| 110-220     | IV fBtv - Cv | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger; schwach toniger Lehm; carbonatfrei; kleine Mn-Konkretionen ( $\varnothing < 1\text{mm}$ ); Toncutane und Mn-Schlieren auf den Aggregatoberflächen, Substrat sehr sandig, Tongehalt von oben nach unten abnehmend, grobporenrreich, Feldspäte; deutlicher Übergang. | 4     | 63-110 |
| 220-300+    | V ICv        | sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel sandiger Ton; carbonatfrei; fleischfarbene Tonbahnen und Mn-Schlieren, Mittelsand dominiert und Sandgehalt nimmt nach unten hin zu, Farbe bis 175 cm ocker-hellbraun, bis 220 cm grau reduziert (Gley); deutlicher Übergang.  | n.b.  |        |

**A 1.69 Profil 7038-162**

**Ortsangabe:** Nordhang gegenüber villa rustica  
**Lage:** R: 4506721 H: 5420334  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 29.09.99  
**Höhe über NN:** 374,22 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 9°

**Reliefposition:** Übergang Oberhang - Mittelhang

**Bodentyp:** Kolluvisol über Bt-Rest

| Tiefe in cm | Horizont     | Beschreibung  | Probe  | Tiefe           |
|-------------|--------------|---|--------|-----------------|
| 0-28        | Ap           | Schwach bis mittel humos; skelettfrei; carbonatfrei; hellbraun, Holzkohle.  | n.b.   |                 |
| 28-39       | M (oder Btv) | Sehr schwach humoser, skelettfreier schluffiger Lehm; carbonatfrei; erste Aggregate bildend, initial subpolyedrisch; Holzkohlefitter; diffuser Übergang.  | 1      | 28-39           |
| 39-62       | II fBt       | Sehr schwach humoser und feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; Toncutane, z.T. schluffige Matrix auf den Gefügeflächen, deutlich rotbraun, Feldspäte, trotzdem deutlich Löß beeinflusst (Fließerde); fließender Übergang. | 2      | 39-62           |
| 62-110      | fBv          | Sehr schwach humoser und mittelkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; keine Cutane, fleckige Matrix, jedoch keine Stauwasserbeeinflussung, heller als Hangendes, löß beeinflusst.  | 3<br>4 | 62-80<br>80-100 |
| 110-228     | III Bv-Cv    | Sehr schwach humoser und feinkiesiger, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; deutliche Mn-Konkretionen und -Schlieren; in den obersten 20 cm Feldspäte, von oben nach unten sandiger, ockerbraun bis braun; Übergang im Steg.                             | 5      | 110-228         |
| 228-300     | IV ICv       | Humus- und skelettfreier schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Mn-Schlieren; fleischfarbene Tonbahnen, braune Matrix, deutlich Schluff beeinflusst (Löß).   | n.b.   |                 |
| 300-473     | V Bv-Cv      | Humusfreier, sehr schwach feinkiesiger mittel sandiger Lehm; carbonatfrei; gehäufte Fe/Mn-Konkretionen; zwischen 451 cm und 460 cm Sandband (stark lehmiger Sand), deutlich hellgelb-braun, Feinsand dominant; scharfe Grenze.                          | n.b.   |                 |
| 473-500+    | VI ICv       | Humus- und skelettfreier toniger Ton; carbonatfrei; Fe/Mn-Schlieren; olivgelb.  | n.b.   |                 |

**A 1.70 Profil 7038-163**

**Ortsangabe:** Kuppe südlich der villa rustica  
**Lage:** R: 4506723 H: 5420273  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande  
**Vegetation:** Acker  
**Reliefposition:** Oberhang

**Aufnahmedatum:** 29.09.99  
**Höhe über NN:** 380,29 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 2°

**Bodentyp:** Gekappte Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe  | Tiefe           |
|-------------|----------|---|--------|-----------------|
| 0-28        | Ap       | Schwach bis mittel humos; sehr schwach feinkiesig; sehr schluffig; carbonatfrei; Fe/Mn- Konkretionen; Holzkohle, hellbraun; scharfer Übergang.  | n.b.   |                 |
| 28-45       | Bt       | Sehr schwach humoser, skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; Fe/Mn- Konkretionen (< 1 mm); Toncutane, z.T. schluffige Beläge, rotbraun, unterster Rest des ehemaligen Bt-Horizontes, da nicht mehr sehr deutlich ausgeprägt.                           | 1      | 28-45           |
| 45-48       | Bv-Cv    | Sehr schwach humos; keine Cutane, von braun ins gelbliche übergehend; Übergang im Steg.   | n.b.   |                 |
| 48-116      | ICcv     | Humus- und skelettfreier schluffiger Lehm; mittel carbonathaltig (nach unten hin abnehmend); gelblicher, mit Sekundärkalk (Pseudomycelien und Flecken) angereicherter Lößlehm, keine Mollusken, feinsandig (Löß II), schwach ausgeprägte Tonbahnen; deutliche Untergrenze.          | 2<br>3 | 48-75<br>75-100 |
| 116-187     | II fBtvc | Humus- und skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatarm, sekundäre Carbonatflecken und Konkretionen; deutlich rotbraun, jedoch in Sonde keine Cutane erkennbar (zerstört, oder durch Solifluktion verwischt), nach unten hin weniger tonig, (<0,5 mm); fließender Übergang.    | 4      | 120-140         |
| 187-288     | Bv-Cv    | Sehr schwach humoser, skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; verbraunter Lößlehm, schwach ausgeprägte fleischfarbene Tonbahnen, heller als oben; fließende Untergrenze.  | 5      | 190-210         |
| 288-378     | III ICv  | Sehr schwach humoser, skelettfreier schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Sandlöß, gelblich braun; fließender Übergang.   | 6      | 290-310         |
| 378-500+    | IV ICv   | Humusfreier, sehr schwach mittelkiesiger, schwach lehmiger Sand; carbonatfrei; Fe/Mn-Konkretionen, oberste 40 cm mit Reduktions- und Oxidationsflecken; polygenetischer Fließerdekomplex aus tertiärem Material mit Feldspäten, nach unten hin sehr sandig (schwach lehmiger Sand). | n.b.   |                 |

**A 1.71 Profil 7038-164**

**Ortsangabe:** 100 m südlich von 7038-163  
**Lage:** R: 4506727 H: 5420166  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 30.09.99  
**Höhe über NN:** 383,93 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Kulminationspunkt

**Bodentyp:** Gekappte Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe  | Tiefe             |
|-------------|----------|--|--------|-------------------|
| 0-28        | Ap       | Schwach bis mittel humos; sehr schwach feinkiesig; carbonatfrei; Fe/Mn-Konkretionen; Holzkohle, hellbraun; scharfer Übergang.  | n.b.   |                   |
| 28-60       | Bt       | Sehr schwach humoser, skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; Fe/Mn-Schlieren auf den Aggregaten; Toncutane, z.T. schluffige Beläge, rotbraun, deutlich ausgeprägt; deutlicher Übergang / Carbonatgrenze.  | 1<br>2 | 28-45<br>45-60    |
| 60-175      | eICv     | Humus- und skelettfreier stark toniger Schluff bis schluffiger Lehm; stark carbonathaltig (nach unten hin abnehmend mit Sekundärkalk), mit Pseudo-Mycelien und Flecken; Löß, keine Mollusken, feinsandig (Löß II), schwach ausgeprägte Tonbahnen; deutliche Untergrenze.                 | 3<br>4 | 60-100<br>125-175 |
| 175-191     | II Btv   | Sehr schwach humoser, skelettfreier schluffiger Lehm; carbonatfrei; kein Gefüge in Sonde erkennbar; rötlich braun, kleine nicht stark ausgeprägte Toncutane; fließende Untergrenze.  | 5      | 175-191           |
| 191-258     | Bv-Cv    | Sehr schwach humoser, skelettfreier schluffiger Lehm; carbonatfrei; Fe/Mn-Konkretionen; Holzkohle, von 238 cm bis 258 cm evtl. solifluidale Übergangsbereich zu Liegendem, oder eigenständiger Bv-Cv (in Sonde schwierig zu differenzieren), von bräunlich nach rötlichbraun übergehend. | 6      | 191-258           |
| 258-346     | III fBt  | Sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Gefüge nicht erkennbar; Fe/Mn- Schlieren; kleine Toncutane nach unten hin schwächer werdend, rötlichbraun; fließender Übergang.  | 7      | 258-346           |
| 346-379     | Bv       | Sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Gefüge nicht erkennbar; Fe/Mn- Schlieren; deutlich schluffiger, rötlichbraun; fließender Übergang.   | 8      | 346-379           |
| 379-433     | ICv      | Humus- und skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Fe/Mn-Schlieren; bräunlicher Lößlehm, Feldspäte; fließender Übergang.   | 9      | 379-433           |
| 433-545     | IV ICv   | Humus- und skelettfreier schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Fe/Mn-Konkretionen; Sandlößlehm nach unten hin immer sandiger werdend, ockergelb; fließender Übergang.  | 10     | 433-545           |
| 545-700+    | V ICv    | Humusfreier, sehr schwach fein- und mittelkiesiger sandig-toniger Lehm; carbonatfrei; Fe/Mn-Konkretionen; Feldspäte, Fließerdekomplex mit tertiärem Material, schichtiger Aufbau.  | 11     | 545-700           |

**A 1.72 Profil 7038-165**

**Ortsangabe:** südlich der villa rustica  
**Lage:** R: 4506868 H: 5420404  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1.10.99  
**Höhe über NN:** 365,19 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 8°

**Reliefposition:** Unterhang

**Bodentyp:** Pseudogley-Kolluvisol über Aa

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe       | Tiefe                    |
|-------------|----------|---|-------------|--------------------------|
| 0-25        | Ap       | Schwach bis mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger stark toniger Schluff; carbonatfrei; Fe/Mn-Konkretionen (1 mm); Holzkohlefitter, braun; fließender Übergang.  | n.b.        |                          |
| 25-100      | Sw-M     | Sehr schwach humoser, skelettfreier stark toniger Schluff; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; lockere Lagerung; Fe/Mn-Schlieren und Konkretionen < 1 mm, rostfleckig; grobporig, diffuse Matrix; fließender Übergang. | 1<br>2<br>3 | 30-50<br>50-70<br>70-100 |
| 100-141     | M-Sd     | Sehr schwach humoser, skelettfreier schluffiger Lehm; carbonatfrei; deutlich gefleckt mit Rost- und Bleichmerkmalen; weniger grobporig; deutlicher aber fließender Übergang.  | 4           | 100-141                  |
| 141-178     | II fAa   | Schwach humos; sehr schwach mittelkiesig; deutliche Sandkomponente; carbonatfrei; schwarz; Übergang im Steg.  | 5           | 141-178                  |
| 178-285     | III Gr   | Humus- und skelettfreier sandiger Sand bis schluffiger Sand; carbonatfrei; grau reduziert; von 178 cm bis 198 cm reiner Grobsand, Feldspatsande, folgend Mittelsand mit Schluffen geschichtet, gut sortiert.        | n.b.        |                          |

**A 1.73 Profil 7038-166**

**Ortsangabe:** südlich der villa rustica  
**Lage:** R: 4506872 H: 5420361  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 1.10.99  
**Höhe über NN:** 370,88 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 10°

**Reliefposition:** Mittelhang

**Bodentyp:** Kolluvisol über gekappter Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|----------|--|-------|---------|
| 0-25        | Ap       | Schwach bis mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger lehmiger Schluff; carbonatfrei; braun; scharfer Übergang.  | n.b.  |         |
| 25-39       | M        | Sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; Fe/Mn-Schlieren; Schlämbahnen, Holzkohleflitter, Ziegel, hellbraun bis rötlich; fließender Übergang.  | 1     | 25-39   |
| 39-75       | II fBt   | Sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; Fe/Mn- Schlieren auf den Gefügeflächen, z.T. auch Konkretionen (< 1 mm); Toncutane auf den Aggregaten, grobporig, wenig ausgeprägte schluffige Beläge, rötlich braun; fließender Übergang. | 2     | 39-75   |
| 75-248      | Btv-Bv   | Humus- und skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; mehr Fe/Mn-Schlieren; wenig ausgeprägte Cutane, inhomogene Matrix, polygenetischer Fließerdekomplex, nach unten hin sandiger mit Feldspäten; deutlicher Übergang.   | 3     | 76-100  |
| 248-300     | Bv-ICv   | Humus- und skelettfreier schwach toniger Lehm; carbonatfrei; rostfleckig, Fe/Mn- Konkretionen größer 1 mm; deutlich sandig.  | 4     | 285-300 |

**A 1.74 Profil 7038-167**

**Ortsangabe:** südlich der villa rustica  
**Lage:** R: 4506876.44 H: 5420318.67  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 30.09.99  
**Höhe über NN:** 374,31 m  
**Exposition:** N  
**Inklination:** 8°

**Reliefposition:** Oberhang

**Bodentyp:** Kolluvisol über gekappter Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe   |
|-------------|----------|--|-------|---------|
| 0-28        | Ap       | Schwach bis mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger lehmiger Schluff; carbonatfrei; braun; scharfer Übergang.  | n.b.  |         |
| 28-40       | M        | Sehr schwach humoser, skelettfreier schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; Fe/Mn- Konkretionen < 1 mm; lößige Komponente, hellbraun; diffuser Übergang.  | 1     | 28-40   |
| 40-60       | II Bt    | Sehr schwach humoser, skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; Fe/Mn-Schlieren; deutlich lößig, Toncutane auf den Flächen, grobporig; deutlicher Übergang.                        | 2     | 40-60   |
| 60-155      | III ICv  | Sehr schwach humoser, skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Fe/Mn- Schlieren und Konkretionen > 1 mm; sandiger als oben, hellgelb-braune Lößlehm-Feldspatsande, Fließerde.                     | 3     | 60-155  |
| 155-226     | IV ICv   | Sehr schwach humoser, skelettfreier schluffiger Lehm; carbonatfrei; Fe/Mn- Schlieren, an der Basis Konkretionen; deutliche Lößlehmkomponente, hellgelb braun; diffuser Übergang.                             | 4     | 155-226 |
| 226-300+    | V fBtv   | Sehr schwach humoser, skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Gefüge in Sonde nicht erkennbar; Fe/Mn- Konkretionen; Toncutane, deutlicher Farbwechsel ins rotbraun, als Fließerde aufgearbeitet. | 5     | 226-300 |

**A 1.75 Profil 7038-168****Ortsangabe:****Lage:** R: 4507012 H: 5420485**Aufschlußart:** Rammkernbohrung**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 04.10.1999**Höhe über NN:** 363,11 m**Exposition:** --**Inklination:** --**Reliefposition:** Tiefenlinie**Bodentyp:** Gley aus Kolluvium

| Tiefe in cm | Horizont                          | Beschreibung  | Probe | Tiefe   |
|-------------|-----------------------------------|---|-------|---------|
| 0-32        | Ap                                | Stark humoser, skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; beginnende Fe- und Mn-Ausfällungen; brauner Pflughorizont, toniger als andere Ap im Arbeitsgebiet; fließender Übergang.  | 1     | 0-32    |
| 32-70       | M - Go                            | mittel humoser, skelettfreier mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Oxidations- und Reduktionsmerkmale, eh5, nach unten zu eh4 übergehend, rb4 nach unten zu rb6 übergehend; rostrot und grau nach unten stärker werdend, Holzkohlefitter; fließender Übergang.   | 2     | 32-70   |
| 70-75       | M - Gor                           | Stark humoser, skelettfreier schwach schluffiger Ton; carbonatfrei; Reduktionsmerkmale vorherrschend, rb6, eh3; fließender Übergang.  | 3     | 70-75   |
| 75-81       | M - Gr                            | Sehr stark humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; stark reduziert, rb6; grau; fließender Übergang.   | 4     | 75-81   |
| 81-211      | II nHc                            | Niedermoortorf; carbonathaltig, extreme Anreicherung zwischen 140 - 152cm; Makroreste, mäßig zersetzt, braunschwarz; deutlicher Übergang.   |       |         |
| 211-281     | ICcv + nHc                        | Bereich starker Almausfällung in Wechsellagerung mit gut zersetztem Niedermoortorf (schwarz); Alm in den Bereichen zwischen 211 cm- 227 cm, 234 cm- 236,5 cm, 263 cm- 271 cm (mit Konkretionen und Mollusken), 277 cm- 281 cm, Horizont insgesamt mit Mollusken durchsetzt; Übergänge relativ deutlich. | 5     | 211-227 |
| 281-287     | III Alm                           | Stark humoser, skelettfreier schluffiger Lehm; Alm; grau; deutlicher Übergang.  | 6     | 281-287 |
| 287-432     | IV nH                             | Niedermoortorf; Carbonatausfällungen im Bereich 287 cm - 335cm mit Konkretionen, im Bereich 396 cm - 432cm nicht so stark ausgeprägt und ohne Konkretionen; mäßig zersetzt, braunschwarz (braun beim Abstich, nach ca. 1min schwarz angelaufen), Makroreste; deutlicher Übergang.                       |       |         |
| 432-470     | V fGcr + nH (schichtiger Wechsel) | Stark carbonathaltiges, mittel humoses, organo-mineralisches Sediment (nach unten hin mineralischer werdend); Substrat feinsandig, glimmerhaltig, mit Mollusken und Carbonatkonkretionen, im Bereich 446 cm – 450 cm nH-Einschaltung, schwarzgrau; fließender Übergang.                                 | n.b.  |         |
| 470-495+    | VI fGcr (ICcv)                    | schwach humoser, sandiger Sand; stark carbonathaltig; stark reduziert; grau, Glimmer, feinsandiger Löß oder Feldspatsande.  | n.b.  |         |

**A 1.76 Profil 7038-169**

**Ortsangabe:** westlich der Kuppe am Moosfeld  
**Lage:** R: 4506889 H: 5420228  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 6.10.99  
**Höhe über NN:** 377,85 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** 2°

**Reliefposition:** Kulminationsbereich

**Bodentyp:** Gekappte Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe  | Tiefe             |
|-------------|----------|--|--------|-------------------|
| 0-17        | Ap       | Mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge, Holzkohleflitter, Ziegelstücke, gegrubberter Bereich; scharfer Übergang.  | 1      | 0-17              |
| 17-23       | II fApc  | Mittel humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatarm; Holzkohleflitter, alter Pflugsohlenbereich; fließender Übergang.   | 2      | 17-23             |
| 23-56       | III Bt   | sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; Fe/Mn- Konkretionen < 1 mm; Toncutane, rotbraun, gut entwickelt, nach unten hin weniger tonig; fließender Übergang.   | 3<br>4 | 23-40<br>40-56    |
| 56-132      | eICcv    | sehr schwach humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff bis mittel schluffiger Ton; carbonatreich bis carbonatarm, nach unten hin weniger Carbonat, nur noch sekundär (Schichtwechsel); Fe/Mn-Konkretionen < 1 mm; Löß, nadelstichporig, Tonbahnen, keine Mollusken; fließender Übergang. | 5<br>6 | 56-100<br>100-132 |
| 132-176     | IV ICv   | Sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Fe/Mn- Konkretionen < 1 mm; Sandlößlehm, hellbraun, nach unten hin dunkler werdend, wenig Grobporen, sandiger und toniger als Hangendes; fließender Übergang.   | 7      | 132-176           |
| 176-194     | V fBv    | sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; brauner und toniger als Hangendes, Mittelwürm Bv; fließender Übergang.  | 8      | 176-194           |
| 194-230     | VI ICv   | Sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatfrei; nach unten hin zunehmend Fe/Mn- Konkretionen; hellbraun; fließender Übergang.   | 9      | 194-230           |
| 230-255     | VII BvCv | Sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatfrei; an der Basis vermehrt Fe/Mn- Konkretionen > 5 mm, (Basisfließerde); toniger als oben, rotbraun; fließender Übergang.  | 10     | 230-255           |
| 255-326     | VIII fBt | Sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Fe/Mn-Konkretionen > 1 cm; rotbraun; keine Toncutane und polyedrisches Gefüge in Sonde erkennbar (gestaucht; aufgearbeitet).  | 11     | 255-326           |
| 326-396     | Bv       | Sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Fe/Mn-Konkretionen bis 1 mm; braun bis rotbraun nach unten hin schwächer werdend, feinsandiger als Liegendes; fließender Übergang.  | n.b.   |                   |
| 396-500+    | ICv      | Sehr schwach humoser, skelettfreier schwach sandiger Lehm; carbonatfrei; Fe/Mn-Konkretionen; hellbraun, deutliche äolische Komponente, Sandlößlehm relativ tonig.  | n.b.   |                   |

**A 1.77 Profil 7038-170**

**Ortsangabe:** Südlich gegenüber villa rustica  
**Lage:** R: 4506934 H: 5420323  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 06.10.99  
**Höhe über NN:** 372,39 m  
**Exposition:** NE  
**Inklination:** 8°

**Reliefposition:** Oberhang

**Bodentyp:** Gekappte Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe  |
|-------------|----------|--|-------|--------|
| 0-30        | Ap       | mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Fe/Mn- Konkretionen < 1 mm; ehemalige Pfluguntergrenze zur heutigen Grubberuntergrenze sichtbar, braun; scharfe Untergrenze.                        | 1     | 0-30   |
| 30-50       | II Bt    | Sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; rotbraun mit Toncutane auf den Gefügeflächen jedoch nicht so ausgeprägt wie in 7038-169, stark grobporig; deutliche Untergrenze.    | 2     | 30-50  |
| 50-75       | eICcv    | sehr schwach humoser, schwach feinkiesiger schluffiger Lehm; carbonatreich, sekundäre Carbonatflecken und -konkretionen (2-3 mm); hellgelb-braun, nadelstichporig, fleischfarbene Tonbahnen, Mollusken, fließende Untergrenze. | 3     | 50-75  |
| 75-106      | III ICcv | Sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonathaltig; sekundäre Carbonatflecken; braun, Tonbahnen; fließender Übergang.   | 4     | 75-106 |
| 106-214     | ICv      | Humusfreier, sehr schwach feinkiesiger, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Fe/Mn- Konkretionen bis 5 mm, an der Basis gehäuft; fließender Übergang.   | n.b.  |        |
| 214-300+    | IV fBtv  | Humus- und skelettfreier schwach toniger bis schluffiger Lehm; carbonatfrei; Fe/Mn- Konkretionen bis 3 mm; Toncutane in Sonde nicht mehr erkennbar, von rötlich braun nach braun heller werdend, Bt nicht stark ausgeprägt.    | n.b.  |        |

**A 1.78 Profil 7038-171**

**Ortsangabe:** Moosacker  
**Lage:** R: 4507006 H: 5420473  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 8.10.99  
**Höhe über NN:** 363,10 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Gley aus Kolluvium über Niedermoor

| Tiefe in cm | Horizont     | Beschreibung  | Probe | Tiefe |
|-------------|--------------|---|-------|-------|
| 0-29        | Ap           | schwach bis mittel humoser, skelettfreier schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; scharfer Übergang.  | n.b.  |       |
| 29-51       | Go           | sehr schwach bis schwach humoser, skelettfreier schluffiger Lehm; carbonatfrei; Subpolyeder- bis Polyedergefüge; grau eh, es >10%, Ziegelsplitter, fließender Übergang. | n.b.  |       |
| 51-63       | Gr           | sehr schwach bis schwach humoser, skelettfreier schluffiger Lehm; carbonatfrei; vereinzelt Polyedergefüge; rb> 10%; wellige aber deutliche Untergrenze.                 | n.b.  |       |
| 63-175      | II nHc       | von 85-107 cm verstärkt CaCO <sub>3</sub> ; gut zersetzt, braun, Mollusken und Makroreste; deutlicher Übergang.   | n.b.  |       |
| 175-202     | III cC       | Almkalk, mit Mollusken, weißgrau; deutliche Untergrenze   | n.b.  |       |
| 202-241     | IV nHc       | Niedermoor, sehr gut zersetzt, schwarz, weniger Mollusken und Makroreste; deutliche Untergrenze.  | n.b.  |       |
| 241-283     | V cCa        | Almkalk mit stark organischer Komponente (grau-schwarz) mit Mollusken → kein Kolluvium; diffuse Untergrenze.  | n.b.  |       |
| 283-414     | VI nHc       | Niedermoor, bis 353 cm carbonatisch, schwächer zersetzt, braun, beim Abstreifen nach kurzer Zeit schwarz werdend, (Übergangstorf) h7; scharfer Übergang.                | n.b.  |       |
| 414-462     | VII nH-eICv  | sehr stark humos mit Niedermoortorf als Zwischenlagerungen, sehr schwach feinkiesig, braungrau; fließender Übergang.  | n.b.  |       |
| 462-651     | VIII eICv'Gr | Sandstreifiger Löß mit Mollusken, grau, alte Wurzeln; fließender Übergang.  | n.b.  |       |
| 651-680     | IX ICv'Gr    | sehr schwach feinkiesiger, humus- und carbonatfreier sandiger Sand; viele Feldspäte.  | n.b.  |       |

**A 1.79 Profil 7038-174**

**Ortsangabe:** Untermässig Moosfeld  
**Lage:** R: 4506961 H: 5420356  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 13.10.99  
**Höhe über NN:** 368,87 m  
**Exposition:** NE  
**Inklination:** 5°

**Reliefposition:** Mittelhang

**Bodentyp:** Kolluvisol über Parabraunerderest

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe  | Tiefe          |
|-------------|----------|---|--------|----------------|
| 0-32        | Ap       | Sehr schwach humos; sehr schwach feinkiesig; carbonatfrei; Ziegel, Holzkohleflitter, braun; scharfer Übergang.  | n.b.   |                |
| 32-75       | M        | Sehr schwach humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm bis mittel schluffiger Ton; carbonatfrei, oberste 5 cm sekundär carbonatisiert; Subpolyedergefüge; verdichtet; extrem Löß beeinflusst, hellbraun (M-Löß); deutliche Untergrenze.    | 1<br>2 | 32-52<br>52-75 |
| 75-96       | II Bt    | Sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Ton; carbonatfrei; Polyedergefüge; Fe/Mn-Konkretionen < 1 mm; sehr dichter jedoch nicht stark ausgeprägter Bt-Rest; Toncutane; Untergrenze im Steg -> nicht sichtbar. | 3      | 75-96          |
| 96-250      | ICv      | Sehr schwach humoser, skelettfreier, schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Fe/Mn-Konkretionen < 1 mm; Feinsand Lößlehmfließerde; fließende Untergrenze.   | 4      | 96-250         |
| 250-300+    | III Go   | Sehr schwach humos; skelettfrei; carbonatfrei; deutliche Hydromorphiemerkmale / Flecken.  | n.b.   |                |

**A 1.80 Profil 7038-175**

**Ortsangabe:** Moosfeld Untermassing  
**Lage:** R: 4506976 H: 5420395  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 14.10.99  
**Höhe über NN:** 366,21 m  
**Exposition:** NE  
**Inklination:** 2°

**Reliefposition:** Unterhang - verflachter Bereich auf Akkumulationsterrasse

**Bodentyp:** Kolluvisol über Gley

| Tiefe in cm | Horizont   | Beschreibung  | Probe | Tiefe   |
|-------------|------------|---|-------|---------|
| 0-25        | Ap         | mittel humoser, skelettfreier, schluffiger Lehm; carbonatfrei; Holzkohlefitter, hellbraun, bis 16 cm Grubbertiefe; fließender Übergang. | 1     | 0-16    |
| 25-178      | M          | sehr schwach humoser, sehr schwach feinkiesiger, schwach bis  | 2     | 16-25   |
|             |            | mittel und stark toniger Schluff; carbonatfrei; initiale hydromorphe  | 3     | 25-50   |
|             |            | Merkmale; im obersten Bereich sekundäre Ausfällungen, grobporig,  | 4     | 50-75   |
|             |            | Holzkohlefitter, diffuse Matrix, hellbraun, ab 1 m toniger und  | 5     | 75-100  |
| 178-206     | II fAa     | brauner werdend, farblich deutlicher, II M ab 100 cm; diffuser  | 6     | 100-148 |
|             |            | Übergang.   | 7     | 148-178 |
|             |            | sehr stark humoser, skelettfreier stark schluffiger Ton; carbonatfrei;  | 8     | 178-206 |
| 206-218     | III fAa-Go | schwarz grau, sehr speckig.   | 9     | 206-218 |
| 218-273     | Go         | Sehr schwach humos; skelettfrei; carbonatfreier; Reduktions- und  | 10    | 218-273 |
|             |            | Oxidationsmerkmale >5%; humose Flecken, Lößlehmfließerde;   |       |         |
| 273-295+    | Gr         | diffuse Untergrenze.  | n.b.  | 178     |
|             |            | sehr schwach humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton;  |       |         |
|             |            | carbonatfrei; Lößlehmfließerde.   | 12    |         |
|             |            | sehr schwach humos; skelettfrei; carbonatfrei; grau reduziert 100%;   |       |         |
|             |            | Lößlehmfließerde.   |       |         |
|             |            | Holzkohle an der Untergrenze des Kolluviums.  |       |         |

**A 1.81 Profil 7038-176**

**Ortsangabe:** Untermassing Moosfeld  
**Lage:** R: 4506985 H: 5420432  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 14.10.99  
**Höhe über NN:** 363,97 m  
**Exposition:** NE  
**Inklination:** 1°

**Reliefposition:** Übergang Unterhang zur Tiefenlinie

**Bodentyp:** Gley aus Kolluvium über Niedermoor

| Tiefe in cm | Horizont    | Beschreibung  | Probe                | Tiefe          |
|-------------|-------------|---|----------------------|----------------|
| 0-15        | Ap          | Schwach bis mittel humos; skelettfrei; carbonatfrei; Holzkohlefitter, keine Makroporen, braun; fließender Übergang.   | n.b.                 |                |
| 15-67       | M-Go        | Mittel bis schwach humoser, skelettfreier, stark toniger Schluff bis stark schluffiger Ton; carbonatfrei; Subpolyedergefüge; nach unten hin verstärkt Reduktionsmerkmale; deutliche Untergrenze.  | 1<br>2               | 15-40<br>40-67 |
| 67-77       | M-Gr        | Mittel humoser, skelettfreier, mittel schluffiger Ton; carbonathaltig; kein Gefüge; komplett reduziert; Holz- und Wurzelreste; scharfer Übergang.   | 3                    | 67-77          |
| 77-329      | II nH       | brauner Übergangstorf in den obersten 20 cm schlecht zersetzt; folgend immer stärker zersetzt und schwärzer werdend; oberster cm mit Alm durchsetzt, Mollusken, Almausfällung bei 219 cm-221 cm sowie 250 cm – 265 cm; fließender Übergang. | 4<br><sup>14</sup> C | 78 - 79        |
| 329-500+    | III eICv'Gr | Sehr schwach humoser, sehr schwach mittelkiesiger, schluffiger Lehm; stark carbonathaltig, wechselnde Carbonatgehalte; komplett reduziert; Löß mit Mollusken, grau.   | 5                    | 329+           |

**A 1.82 Profil 7038-177**

**Ortsangabe:** Untermassing Moosfeld  
**Lage:** R: 4507156 H: 5420296  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 19.10.99  
**Höhe über NN:** 365,87 m  
**Exposition:** E  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Kolluvisol über Gley aus Kolluvium

| Tiefe in cm | Horizont  | Beschreibung  | Probe                | Tiefe              |
|-------------|-----------|---|----------------------|--------------------|
| 0-23        | Ap        | Schwach bis mittel humos; skelettfrei; carbonatfrei; krümelig, fließender Übergang.   | n.b.                 |                    |
| 23-50       | M         | Sehr schwach humos; skelettfrei; carbonatfrei; hellbraun; fließender Übergang.  | 1                    | 23-50              |
| 50-114      | M-Go      | Sehr schwach humos; skelettfrei; carbonatfrei; rostfleckig, teilweise graubraun reduzierte Flecken; fließender Übergang.  | 2<br>3               | 50-69<br>69-100    |
| 114-130     | IIIfM'Go  | Sehr schwach humos; skelettfrei; carbonatfrei; stärker oxidiert als oben (Hinweis auf Schichtwechsel); Holzkohlefitter; diffuser Übergang.                          | 4                    | 114-130            |
| 130-160     | IIIIfM'Gr | Sehr schwach bis schwach humos; skelettfrei; carbonatfrei; grau, nach unten hin dunkler werdend; diffuser Übergang.   | 5                    | 130-160            |
| 160-169     | IV faM'Gr | schwach bis mittel humos; skelettfrei; carbonatfrei; humoser als oben, anmoorig-fleckig, Makroreste, grauschwarz; fließender Übergang.                              | n.b.                 |                    |
| 169-241     | V fM'Gr   | Schwach humos; skelettfrei; carbonatfrei; Holzkohlefitter, unten verstärkt humos, bei 228 cm schlecht gebrannte Scherbe, vgl. Profil 7038-178; deutlicher Übergang. | 6<br>7               | 169-205<br>205-241 |
| 241 - 262   | VI fnH    | Niedermoortorf; carbonatfrei; gut zersetzt; schwarz; fließender Übergang.   | 8<br>C <sup>14</sup> | 241-242            |
| 262 - 283   | VII faA   | Sehr bis äußerst stark humos; skelettfrei; carbonatfrei; schwarz, mit Makroresten; fließender Übergang.   | n.b.                 |                    |
| 283 - 500   | eICv'Gr   | Schluffiger Schluff; z.T. noch primär carbonathaltig; grau reduziert; Lößlehm.  | n.b.                 |                    |

**A 1.83 Profil 7038-178**

**Ortsangabe:** Untermassing – Moosfeld  
**Lage:** R: 4507127 H: 5420288  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 19.10.99  
**Höhe über NN:** 366,89 m  
**Exposition:** E  
**Inklination:** 1°

**Reliefposition:** verflachter Bereich auf Akkumulationsterrasse

**Bodentyp:** Kolluvisol

| Tiefe in cm | Horizont   | Beschreibung  | Probe       | Tiefe                      |
|-------------|------------|---|-------------|----------------------------|
| 0-17        | Ap         | Schwach bis mittel humos; skelettfrei; carbonatfrei; Ziegelstücke, braun; scharfer Übergang.  | n.b.        |                            |
| 17-125      | M          | Sehr schwach humos; skelettfrei; carbonatfrei; viele Holzkohleflitter, sehr trocken und dicht, grobporig, hellbraun, ab 1 m langsam dunkler werdend (feuchter), fleckig; fließender Übergang.                 | 1<br>2<br>3 | 17-65<br>65-100<br>100-125 |
| 125-167     | II fM      | Schwach humos; skelettfrei; carbonatfrei; Holzkohleflitter, viel bauner (humoser) als Hangendes, bei 134 cm alte Scherbe, langsam in III fAa übergehend, oberste 20 cm Schluffflecken; fließende Untergrenze. | 4           | 125-167                    |
| 167-195     | III fAa'Go | Sehr stark humos; skelettfrei; carbonatfrei; rostfleckig; toniger, diffuser; fließender Übergang.   | 5           | 167-195                    |
| 195-300+    | Gco        | Sehr schwach humos; sehr schwach feinkiesig (CaCO <sub>3</sub> - Koncretionen); carbonathaltig; Löß; extrem hydromorph überprägt oder tertiäre Schluffe – Feldspäte; keine Mollusken.                         | 6           | 195-300                    |

**A 1.84 Profil 7038-182****Ortsangabe:** Grabung Schanze Moosacker - Segment 5 (humose Verfüllung)**Lage:** R : n.b. H: n.b.**Aufschlußart:** Profilgrube**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 27.04.2000**Höhe über NN:** n.b.**Exposition:** n.b.**Inklination:** n.b.**Reliefposition:** Verflachter Oberhang**Bodentyp:** Pseudogley

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe       | Tiefe                         |
|-------------|----------|--|-------------|-------------------------------|
| 0-30        | Ap       | Sehr schwach humos; sehr schwach feinkiesig; sandig-lehmiger Schluff bis schluffiger Lehm; carbonathaltig in Flecken wegen künstlicher Aufkalkung, Matrix jedoch carbonatfrei; Polyedergefüge (deutet auf Bt-Beackerung hin); mäßige bis starke Durchwurzelung; an den Aggregatoberflächen Schluffausfällungen, porenreich; deutlicher Übergang. |             |                               |
| 30-56       | Sw - jC  | Sehr schwach humos; schluffiger Lehm; carbonatfrei; extrem polyedrisches Gefüge; hohe Lagerungsdichte; schwache bis mäßige Durchwurzelung; Rostfleckung; Holzkohlefitter .   | 1<br>2<br>3 | 40 - 50<br>40 - 50<br>40 - 50 |
| 56-83       | Sd - jC  | Sehr schwach humos; skelettfrei; carbonatfrei; Polyedergefüge; sehr hohe Lagerungsdichte; viele Holzkohlefitter, grobporenreich.   | 4           | 56 - 83                       |
| 83-101      | ICv      | Sehr schwach humos; skelettfrei; schluffiger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; mittlere Lagerungsdichte; nicht durchwurzelt; nadelstichporig; Übergang deutlich bis diffus.  | 5           | 83 - 101                      |
| 101+        | eICv     | Sehr schwach humos; carbonatreich; Mollusken und Molluskenbruchstücke, angewitterter hellgelb-brauner Rohlöß.  | 6           | 101+                          |

**A 1.85 Profil 7038-183****Ortsangabe:** Grabung Schanze Moosacker - Segment 1 (außerhalb humoser Verfüllung)**Lage:** R: n.b. H: n.b.**Aufschlußart:** Profilgrube**Geologie:** Miozäne Feldspatsande**Aufnahmedatum:** 27.04.2000**Höhe über NN:** n.b.**Exposition:** n.b.**Inklination:** n.b.**Reliefposition:** Verflachter Oberhang**Bodentyp:** Gekappte Parabraunerde

| Tiefe in cm | Horizont   | Beschreibung   | Probe | Tiefe |
|-------------|------------|--|-------|-------|
| 0-30        | Ap         | Schwach bis mäßig humos; sehr schwach feinkiesig; sandig-lehmiger Schluff bis schluffiger Lehm; carbonathaltig in Flecken wegen künstlicher Aufkalkung (c2-3), Matrix jedoch carbonatfrei; Polyedergefüge (deutet auf Bt-Beackerung hin); mäßige bis starke Durchwurzelung; an Aggregatoberflächen Schluffausfällungen, porenreich; Übergang deutlich. | n.b.  |       |
| 30-58       | Bt         | Skelettfrei; mittel schluffiger Ton bis schwach toniger Lehm; carbonatfrei; Polyedergefüge; hohe bis sehr hohe Lagerungsdichte; mäßige Durchwurzelung; wenige Fe/Mn-Schlieren; Bt-Merkmale sind deutlich ausgeprägt, Toncutane an Aggregatoberflächen, keine Holzkohlefitter.  | 1     | 30-58 |
| 58-75       | B(t)v - Cv | sehr schwach feinkiesig (fG1); carbonatfrei; mittlere Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; Übergangshorizont, Bt-Merkmale nach unten hin schnell schwächer werdend und in reinen Lößlehm übergehend, keine Toncutane mehr, feine Tonbahnen entlang senkrechter Röhren, Matrix porenreich (nadelstichporig), Carbonatgrenze deutlich ausgeprägt.   | 2     | 58-75 |
| 75+         | eICv       | mäßig carbonathaltig; mittlere Lagerungsdichte; Mollusken und Molluskenbruchstücke, angewitterter hellgelb-brauner Rohlöß.   | 3     | 75+   |

**A 1.86 Profil 7038-184**

**Ortsangabe:** Im Moos  
**Lage:** R: 4506250 H: 5420310  
**Aufschlußart:** Kammerbohrer  
**Geologie:** Löß über tertiäre Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 20.07.2001  
**Höhe über NN:** 368 m  
**Exposition:** --  
**Inklination:** --

**Reliefposition:** Tiefenlinie

**Bodentyp:** Gley aus Kolluvium über Niedermoor mit kolluvialen Wechsellagerungen

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung  | Probe       | Tiefe                         |
|-------------|----------|---|-------------|-------------------------------|
| 0-57        | M-Gor    | Kolluvium; Rostfleckung, im Liegenden reduziert; schluffig braun, vereinzelt Holzkohleflitter.                        | 1           | 0-57                          |
| 57-120      | II nH    | Niedermoororf; stark zersetzt; bisweilen braun, zumeist aber schwarz, vereinzelt Makroreste erkennbar.                | 2           | 57-62                         |
| 120-133     | III M    | stark humos; Kolluvium; grau reduziert; Zwischenlage, lößbürtig, Holzkohleflitter.                                    | 3           | 120-133                       |
| 133-170     | IV M+aA  | Vermutlich kolluviale Zwischenlage, oder aA Horizont mit kolluvialer Beimengung, organo-mineralische Wechsellagerung. | 4           | 133-136                       |
| 170-370     | nH       | Niedermoororf; stark zersetzt, nach unten hin weniger zersetzt, schwarz, nach unten hin braun, mit Makroresten.       | 5<br>6<br>7 | 136-170<br>170-174<br>366-370 |
| 370-390     | aA       | Anmooriger schwarzer, stark humoser Horizont.   | n.b.        | -                             |
| 390+        | ICv      | Lößlehm   | n.b.        | -                             |

**A 1.87 Profil 7038-185**

**Ortsangabe:** Östliches Profil der Catena am Helling im Wald  
**Lage:** R: 4506260 H: 5420310  
**Aufschlußart:** Rammkernbohrung  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 21.07.01  
**Höhe über NN:** 363.71 m  
**Exposition:** W  
**Inklination:** 12°

**Reliefposition:** Mittel bis Unterhang

**Bodentyp:** Braunerde

| Tiefe in cm | Horizont | Beschreibung   | Probe | Tiefe |
|-------------|----------|--|-------|-------|
| 0-4         | Ah       | Sehr stark humoser, skelettfreier gestörter Ah-Horizont; plattiges Gefüge; fließender Übergang.  | n.b.  |       |
| 4-65+       | Bv       | Sehr schwach humoser, skelettfreier, stark sandiger Lehm; stark durchwurzelt; deutlich verbraunte Feldspatsande, keine Lößanteile erkennbar. | 1     | 10-40 |

**A 1.88 Profil 7038 - 206**

**Ortsangabe:** N/E Oberhang der villa rustica von Gemling - alte Sandgrube  
**Lage:** R:4505500 H:5421720  
**Aufschlußart:** Profilgrube  
**Geologie:** Miozäne Feldspatsande

**Aufnahmedatum:** 10.11.98  
**Höhe über NN:** 401 m  
**Exposition:** W  
**Inklination:** 1°

**Reliefposition:** Geneigte Kuppe

**Bodentyp:** Schwachausgeprägte Bänderparabraunerde-Braunerde

| Tiefe in cm    | Horizont      | Beschreibung   | Probe              | Tiefe                            |
|----------------|---------------|--|--------------------|----------------------------------|
| + 6<br>0-2     | L und O<br>Ah | nicht weiter differenziert<br>stark humoser, sandiger Schluff; sehr geringe bis geringe Lagerungsdichte; mäßig bis starke Durchwurzelung; unregelmäßiger Übergang.   | 1                  | 0-2                              |
| 2-8 / 13       | Ahl           | mittel humoser, sehr schwach feinkiesiger, mittel schluffiger Sand; geringe Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; z.T. alte Wurzelbahnen mit Humus gefüllt; sehr unregelmäßiger gestörter Übergang.  | 2                  | 2 - 8 /<br>13                    |
| 8/13-25        | Al            | schwach humoser (fleckig/ Wurzelbahnen), schwach bis mittel kiesiger, schwach lehmiger Sand; geringe Lagerungsdichte; schwache Durchwurzelung; welliger, farblich trennbarer Übergang.   | 3<br>4             | 8-16<br>16-25                    |
| 25-50          | Btv           | sehr schwach humoser, sehr schwach bis schwach feinkiesiger, schwach lehmiger Sand (?); Subpolyedergefüge; mittlere Lagerungsdichte; Toncutane (z.T. nestartig); scharfer Übergang.  | 5<br>6<br>7        | 25-33<br>33-41<br>41-50          |
| 50-51<br>51-69 | ICv<br>ICv    | mittelsandiger Fein- bis Mittelkies (Band); scharfer Übergang humus- und skelettfreier, schwach toniger Mittelsand; hohe Lagerungsdichte; zwischen 56 cm und 61 cm eingeschlossene Sandlinse aus hellem sandfarbenen Mittel- bis Grobsand (= Probe 10), rötlich mit Glimmern (Muskovit) durchsetzt; scharfer Übergang. | 8<br>9<br>10<br>11 | 50-51<br>51-60<br>56-61<br>61-69 |
| 69-79          | II ICv        | humusfreier, sehr schwach bis schwach feinkiesiger Mittel- bis Grobsand; sehr geringe bis geringe Lagerungsdichte; viele Glimmer; deutlicher Übergang.   | 12                 | 12                               |
| 79-87          | III ICv       | humusfreier, sehr stark fein- bis mittelkiesiger, schwach schluffiger Sand; mittlere bis hohe Lagerungsdichte; rote Ton-Sandeinschlammungen; scharfer Übergang.  | 13                 | 13                               |
| 87-105         | IV ICv        | humusfreier, skelettfreier Mittel- bis Grobsand; hohe Lagerungsdichte; sehr schwache bis schwache Durchwurzelung; Keilförmige Verfüllung (= Probe 14) aus hellem sandfarbenem Mittelsand und geringer Lagerungsdichte durchzieht das Schichtpaket.   | 14<br>15           | Keil<br>87-105                   |
| 105-128        | V ICv         | Humus- und skelettfreier Mittelsand; mittlere Lagerungsdichte; sehr schwache bis schwache Durchwurzelung; bei 111 cm und 121 cm durchsetzt mit bandartigen Strukturen von reduzierten Ton (=Probe 18); scharfer Übergang.  | 16<br>17<br>18     | 105-117<br>117-128<br>18 Tone    |
| 128-160        | VI ICv        | humusfreier, sehr stark kiesiger (Mittel- und Feinkies) Grob- und Mittelsand; sehr hohe Lagerungsdichte; helle Bandstrukturen wechseln mit rötlichen ab; scharfer Übergang.  | 19                 | 19                               |
| 160-180+       | VII ICv       | skelett- und humusfreier Mittel- bis Feinsand; hohe Lagerungsdichte.   | 20                 | 20                               |

**A 2 Laboranalytik**

| A 2.2<br>Profil<br>7038-65 | Probe | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew.% | K o r n g r ö ß e n<br>G e w. % |      |      |      |      |     |      |      |     |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|----------------------------|-------|----------|-----------------------|------------------|---------------------------------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                            |       |          |                       |                  | gS                              | mS   | fS   | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T   |      |               |               |            |                  |        |            |
|                            |       |          |                       |                  | 1                               | Ah   | 0-1  | 0,7  | -    | -   | -    | -    | -   | -    |               |               |            |                  |        |            |
| 2                          | Ah+Al | 1-10     | 0,2                   | 2,0              | 4,4                             | 6,6  | 13,0 | 34,2 | 25,5 | 9,4 | 69,1 | 18,0 | Uf4 | 3,26 | -             | 10 YR 5/4     | 1,8        | 3,1              |        |            |
| 3                          | Al    | 10-20    | 0,5                   | 2,1              | 4,5                             | 6,1  | 12,7 | 35,7 | 24,8 | 9,9 | 70,4 | 17,0 | Uf3 | 3,54 | -             | 10 YR 5/4     | 1,0        | 1,7              |        |            |
| 4                          | Al    | 20-30    | 0,4                   | 2,5              | 4,2                             | 6,4  | 13,1 | 33,0 | 26,6 | 9,3 | 68,8 | 18,0 | Uf4 | 3,67 | -             | 10 YR 5/6     | 0,6        | 1,0              |        |            |
| 5                          | Al    | 30-37    | 0,3                   | 2,2              | 4,3                             | 6,1  | 12,6 | 34,2 | 25,3 | 9,8 | 69,4 | 18,1 | Uf4 | 3,71 | -             | 10 YR 5/6     | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 6                          | AlBt  | 37-48    | 0,7                   | 1,4              | 3,5                             | 5,6  | 10,5 | 33,6 | 23,5 | 9,5 | 66,6 | 22,9 | Uf4 | 3,61 | -             | 10 YR 4/6     | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 7                          | AlBt  | 48-60    | 0,6                   | 1,9              | 3,3                             | 5,2  | 10,3 | 30,8 | 21,8 | 7,4 | 60,0 | 29,7 | Lu  | 3,77 | -             | 10 YR 5/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 8                          | Bt    | 60-70    | 0,9                   | 1,9              | 4,4                             | 6,2  | 12,5 | 24,4 | 19,2 | 6,6 | 50,2 | 37,2 | Tu3 | 4,18 | -             | 7,5 YR 5/4    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 9                          | Bt    | 70-80    | 0,9                   | 2,2              | 5,8                             | 8,3  | 16,2 | 21,8 | 17,8 | 6,6 | 46,3 | 37,5 | Lt3 | 4,55 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 10                         | Bt    | 80-88    | 2,0                   | 2,6              | 6,9                             | 8,9  | 18,4 | 23,3 | 17,3 | 5,9 | 46,5 | 35,1 | Lt3 | 4,78 | -             | 10 YR 5/4     | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 11                         | Bt/Cv | 88-97    | 0,6                   | 1,7              | 5,3                             | 6,9  | 14,0 | 23,1 | 18,3 | 7,3 | 48,7 | 37,3 | Lt3 | 5,09 | 0,30          | 10 YR 5/6     | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 12                         | e/Cn  | 97-107   | 0,4                   | 1,5              | 5,6                             | 9,2  | 16,3 | 25,6 | 17,7 | 7,5 | 50,7 | 33,0 | Tu3 | 6,26 | 0,10          | 10 YR 5/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 13                         | e/Cn  | 107-116  | 1,8                   | 3,6              | 8,6                             | 12,4 | 24,5 | 23,9 | 15,9 | 6,4 | 46,1 | 29,3 | Lt2 | 6,85 | 1,20          | 10 YR 4/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |

| A 2.3<br>Profil<br>7038-68 | Probe      | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew.% | K o r n g r ö ß e n<br>G e w. % |      |       |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | C<br>% | org.S<br>% |
|----------------------------|------------|----------|-----------------------|------------------|---------------------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|--------|------------|
|                            |            |          |                       |                  | gS                              | mS   | fS    | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |        |            |
|                            |            |          |                       |                  | 68/1                            | Ah   | 0-0,5 | 1,5  | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |               |               |            |        |            |
| 68/2                       | Aeh+Al     | 0,5-9    | 0,5                   | 4,9              | 11,3                            | 12,0 | 28,1  | 25,7 | 23,2 | 8,2  | 57,1 | 14,8 | Uls  | 3,61 | -             | 7,1           | 12,2       |        |            |
| 68/3                       | Al         | Sep 18   | 0,3                   | 5,1              | 10,7                            | 11,8 | 27,6  | 26,8 | 21,7 | 8,4  | 56,9 | 15,5 | Uls  | 3,78 | -             | 1,4           | 2,4        |        |            |
| 68/4                       | Al         | 18-27    | 0,5                   | 4,9              | 10,7                            | 10,8 | 26,4  | 29,5 | 21,2 | 8,4  | 59,1 | 14,5 | Uls  | 3,89 | -             | 0,8           | 1,4        |        |            |
| 68/5                       | Al         | 27-35    | 0,5                   | 5,0              | 10,4                            | 11,4 | 26,9  | 27,1 | 21,8 | 8,0  | 57,0 | 16,2 | Uls  | 3,87 | -             | 0,7           | 1,2        |        |            |
| 68/6                       | Bt         | 35-42    | 0,4                   | 5,3              | 9,5                             | 10,8 | 25,6  | 23,2 | 21,2 | 7,4  | 51,8 | 22,7 | Lu   | 3,74 | -             | 0,4           | 0,7        |        |            |
| 68/7                       | II fAl+fBt | 42-48    | 0,6                   | 4,1              | 9,2                             | 10,5 | 23,8  | 23,0 | 18,2 | 7,9  | 49,1 | 27,1 | Lt2  | 3,70 | -             | 0,2           | 0,3        |        |            |
| 68/8                       | II fAl+fBt | 48-54    | 0,5                   | 5,1              | 9,9                             | 11,7 | 26,7  | 18,2 | 16,9 | 7,6  | 42,6 | 30,6 | Lt2  | 3,72 | -             | 0,2           | 0,3        |        |            |
| 68/9                       | III fBt    | 54-64    | 0,6                   | 4,9              | 10,9                            | 13,7 | 29,5  | 16,3 | 14,5 | 6,7  | 37,5 | 33,0 | Lt2  | 3,90 | -             | 0,2           | 0,3        |        |            |
| 68/10                      | III fBt    | 64-74    | 0,1                   | 3,7              | 14,9                            | 19,1 | 37,6  | 16,7 | 10,9 | 5,5  | 33,1 | 29,3 | Lt2  | 4,00 | -             | 0,1           | 0,2        |        |            |
| 68/11                      | III fBt    | 74-84    | 0,2                   | 3,8              | 14,7                            | 19,7 | 38,2  | 15,7 | 9,4  | 5,1  | 30,2 | 31,6 | Lt2  | 4,09 | -             | 0,1           | 0,2        |        |            |
| 68/12                      | III fBt    | 84-92    | 0,2                   | 8,1              | 8,2                             | 17,7 | 34,0  | 14,3 | 8,3  | 4,9  | 27,5 | 38,5 | Lts  | 4,08 | -             | 0,2           | 0,3        |        |            |
| 68/13                      | IV fBt     | 92-98    | 0,1                   | 2,0              | 10,8                            | 16,5 | 29,3  | 14,0 | 9,6  | 5,0  | 28,5 | 42,1 | Lts  | 4,11 | -             | 0,1           | 0,2        |        |            |
| 68/14                      | V fBt      | 98-108   | 0,4                   | 1,7              | 9,2                             | 15,5 | 26,4  | 16,9 | 10,4 | 5,0  | 32,3 | 41,3 | Lt3  | 4,05 | -             | 0,1           | 0,2        |        |            |
| 68/15                      | V fBt      | 108-118  | 0,3                   | 2,1              | 7,2                             | 11,5 | 20,8  | 20,8 | 12,4 | 5,4  | 38,6 | 40,5 | Lt3  | 4,03 | -             | 0,1           | 0,2        |        |            |

| A 2.4<br>Profil<br>7038-70 | Probe      | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew.% | K o r n g r ö ß e n<br>G e w. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | C<br>% | org.S<br>% |
|----------------------------|------------|----------|-----------------------|------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|--------|------------|
|                            |            |          |                       |                  | gS                              | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |        |            |
|                            |            |          |                       |                  | 70/1                            | Ah   | 0-2  | 1,1  | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |               |               |            |        |            |
| 70/2                       | Al         | 2-11     | 0,9                   | 3,8              | 8,7                             | 10,8 | 23,3 | 30,2 | 24,3 | 8,8  | 63,3 | 13,4 | Uls  | 3,41 | -             | 1,1           | 1,9        |        |            |
| 70/3                       | Al         | 11-20    | 0,6                   | 4,5              | 9,3                             | 10,5 | 24,3 | 28,0 | 23,5 | 9,4  | 60,9 | 14,8 | Uls  | 3,61 | -             | 0,8           | 1,4        |        |            |
| 70/4                       | Al         | 20-29    | 1,1                   | 4,6              | 9,2                             | 3,1  | 16,9 | 30,7 | 24,7 | 9,2  | 64,5 | 18,6 | Lu   | 3,71 | -             | 0,6           | 1,0        |        |            |
| 70/5                       | Al-Bt      | 29-33    | 1,0                   | 3,9              | 8,1                             | 7,0  | 18,9 | 29,3 | 22,1 | 8,4  | 59,8 | 21,3 | Lu   | 3,70 | -             | 0,6           | 1,0        |        |            |
| 70/6                       | Al-Bt      | 33-37    | 0,8                   | 3,3              | 7,6                             | 7,4  | 18,3 | 24,4 | 20,1 | 8,3  | 52,7 | 28,9 | Lu   | 3,64 | -             | 0,5           | 0,8        |        |            |
| 70/7                       | II Bt      | 37-46    | 0,4                   | 3,1              | 7,4                             | 9,0  | 19,5 | 22,3 | 18,9 | 7,3  | 48,4 | 32,0 | Lt2  | 3,66 | -             | 0,3           | 0,5        |        |            |
| 70/8                       | II Bt      | 46-55    | 2,1                   | 3,7              | 10,2                            | 11,3 | 25,1 | 19,7 | 16,3 | 6,6  | 42,6 | 32,3 | Lt2  | 3,79 | -             | 0,2           | 0,3        |        |            |
| 70/9                       | II Bt      | 55-64    | 0,4                   | 3,3              | 12,7                            | 14,7 | 30,6 | 17,2 | 14,0 | 6,2  | 37,4 | 31,9 | Lt2  | 3,96 | -             | 0,1           | 0,2        |        |            |
| 70/10                      | III Bt+fBt | 64-74    | 0,3                   | 3,5              | 11,9                            | 14,6 | 29,9 | 19,1 | 13,2 | 5,9  | 38,2 | 31,9 | Lt2  | 4,12 | -             | 0,1           | 0,2        |        |            |
| 70/11                      | IV fBt     | 74-84    | 0,7                   | 3,8              | 12,4                            | 13,9 | 30,2 | 18,6 | 13,8 | 5,3  | 37,7 | 32,1 | Lt2  | 4,23 | -             | 0,1           | 0,2        |        |            |
| 70/12                      | IV fBt     | 84-94    | 0,6                   | 3,0              | 14,4                            | 16,5 | 34,0 | 15,2 | 11,1 | 5,5  | 31,8 | 34,2 | Lt2  | 4,24 | -             | 0,1           | 0,2        |        |            |
| 70/13                      | IV fBt     | 94-104   | 0,5                   | 3,5              | 15,8                            | 16,3 | 35,7 | 16,9 | 9,2  | 5,3  | 31,4 | 33,0 | Lt2  | 4,28 | -             | 0,1           | 0,2        |        |            |
| 70/14                      | IV fBt     | 104-114  | 0,4                   | 2,5              | 14,0                            | 16,7 | 33,2 | 16,0 | 9,9  | 5,9  | 31,8 | 35,0 | Lt2  | 4,28 | -             | 0,1           | 0,2        |        |            |









8 Anhang

| A 2.20<br>Profil<br>7038-103 | Probe | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | K o r n g r ö ß e n<br>G e w. % |      |      |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-------|----------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |       |          |                       |                   | gS                              | mS   | fS   | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |       |          |                       |                   | 1                               | 0-25 | Ap   | 1,1  | 3,7  | 7,2 | 8,5  | 19,4 | 25,0 | 18,7 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | 25-95 | II ICv   | 0,1                   | 0,8               | 7,4                             | 8,8  | 17,0 | 20,0 | 17,5 | 7,1 | 44,5 | 38,5 | Lt3  | 6,78 | -             | 10 YR 4/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 3                            |       |          | 0,3                   | 1,3               | 7,3                             | 8,0  | 16,7 | 20,5 | 17,9 | 7,3 | 45,7 | 37,6 | Lt3  | 6,74 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 4                            |       |          | 0,4                   | 3,0               | 10,9                            | 10,4 | 24,3 | 18,1 | 14,6 | 6,1 | 38,8 | 36,9 | Lt3  | 6,60 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |

| A 2.21<br>Profil<br>7038-104 | Probe   | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | K o r n g r ö ß e n<br>G e w. % |     |      |      |      |     |      |      |     |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|---------|----------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|-----|------|------|------|-----|------|------|-----|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |         |          |                       |                   | gS                              | mS  | fS   | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T   |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |         |          |                       |                   | 1                               | Ap  | 0-27 | 0,6  | -    | -   | -    | -    | -   | -    |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II Bt   | 27-44    | 0,2                   | 0,2               | 1,7                             | 4,6 | 6,5  | 25,4 | 22,9 | 6,4 | 54,8 | 38,8 | Tu3 | 6,78 | -             | 10 YR 4/6     | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 3                            | Bt-ICv  | 44-58    | 0,0                   | 0,5               | 2,7                             | 5,8 | 9,0  | 22,8 | 22,8 | 8,5 | 54,1 | 36,9 | Tu3 | 6,85 | -             | 10 YR 5/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 4                            | ICv     | 58-68    | 0,1                   | 0,8               | 3,1                             | 7,0 | 11,0 | 25,2 | 21,3 | 8,6 | 55,2 | 33,8 | Tu3 | 7,04 | -             | 10 YR 5/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 5                            | dICv    | 68-85    | 0,3                   | 2,4               | 4,5                             | 7,2 | 14,1 | 27,3 | 21,8 | 8,2 | 57,3 | 28,6 | Lu  | 7,56 | 3,90          | 10 YR 6/4     | n.b.       | -                |        |            |
| 6                            |         | 85-98    | 0,2                   | 2,4               | 4,3                             | 7,6 | 14,3 | 27,0 | 22,8 | 8,1 | 57,9 | 27,7 | Lu  | 7,49 | 1,00          | 10 YR 6/4     | n.b.       | -                |        |            |
| 7                            | III ICv | 98-116   | 1,3                   | 9,8               | 5,0                             | 7,1 | 21,8 | 24,9 | 19,8 | 7,3 | 52,0 | 26,2 | Lu  | 7,31 | -             | 10 YR 5/6     | n.b.       | -                |        |            |
| 8                            | IV ICv  | 116-121  | 1,2                   | 11,7              | 5,0                             | 6,5 | 23,2 | 23,2 | 17,2 | 7,4 | 47,9 | 28,8 | Lt2 | 7,27 | -             | 10 YR 5/6     | n.b.       | -                |        |            |
| 9                            | V ICv   | 121-156  | 0,1                   | 5,5               | 4,0                             | 5,9 | 15,3 | 20,9 | 19,5 | 7,6 | 48,0 | 36,7 | Lt3 | 7,52 | 7,70          | 10 YR 6/6     | n.b.       | -                |        |            |
| 10                           | VI ICv  | 156-198  | 0,1                   | 5,1               | 4,1                             | 6,6 | 15,8 | 23,1 | 18,9 | 7,3 | 49,3 | 34,9 | Lt2 | 7,55 | 9,20          | 10 YR 6/6     | n.b.       | -                |        |            |
| 11                           | VII ICv | 198-230  | 0,1                   | 0,2               | 1,0                             | 3,6 | 4,8  | 24,0 | 20,6 | 6,9 | 51,5 | 43,7 | Tu3 | 7,36 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |

| A 2.22<br>Profil<br>7038-105 | Probe      | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | K o r n g r ö ß e n<br>G e w. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|------------|----------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |            |          |                       |                   | gS                              | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |            |          |                       |                   | 1                               | Ap   | 0-30 | 1,9  | 3,9  | 13,8 | 16,1 | 33,8 | 22,3 | 14,6 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II Sw?-ICv | 30-50    | 0,0                   | 0,9               | 5,9                             | 15,2 | 22,0 | 20,6 | 14,4 | 5,4  | 40,4 | 37,6 | Lt3  | 6,90 | -             | 10 YR 6/6     | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 3                            | II Sd?-ICv | 50-70    | 0,0                   | 0,1               | 1,8                             | 11,1 | 13,0 | 26,5 | 15,8 | 6,3  | 48,6 | 38,4 | Lt3  | 6,86 | -             | 10 YR 6/6     | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 4                            | II ICv-Sd  | 70-100+  | 0,0                   | 0,2               | 2,8                             | 12,1 | 15,1 | 23,2 | 16,9 | 6,2  | 46,3 | 38,6 | Lt3  | 6,36 | -             | 10 YR 6/4     | 0,1        | 0,2              |        |            |

| A 2.23<br>Profil<br>7038-106 | Probe     | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | K o r n g r ö ß e n<br>G e w. % |      |      |     |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-----------|----------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |           |          |                       |                   | gS                              | mS   | fS   | S   | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |           |          |                       |                   | 1                               | Ap   | 0-30 | 3,1 | 14,1 | 22,8 | 13,3 | 50,2 | 14,1 | 7,9  |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II ICv    | 30-50    | 5,9                   | 50,2              | 20,8                            | 6,8  | 77,7 | 2,2 | 1,4  | 1,1  | 4,7  | 17,6 | St3  | 6,76 | -             | 7,5 YR 4/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 3                            | II ICv-Sw | 50-65    | 1,3                   | 47,2              | 22,7                            | 6,9  | 76,7 | 2,0 | 1,1  | 1,4  | 4,5  | 18,7 | St3  | 6,73 | -             | 7,5 YR 4/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 4                            | II ICv    | 65-85+   | 1,8                   | 49,1              | 22,2                            | 14,1 | 85,5 | 2,5 | 1,5  | 0,8  | 4,8  | 9,8  | St2  | 6,72 | -             | 7,5 YR 4/6    | n.b.       | -                |        |            |

| A 2.24<br>Profil<br>7038-107 | Probe      | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | K o r n g r ö ß e n<br>G e w. % |      |      |     |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|------------|----------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |            |          |                       |                   | gS                              | mS   | fS   | S   | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |            |          |                       |                   | 1                               | Ap   | 0-45 | 5,3 | 13,7 | 32,0 | 18,7 | 64,4 | 11,3 | 7,7  |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II Bhv-ICv | 45-55    | 4,9                   | 18,3              | 39,7                            | 18,2 | 76,2 | 8,0 | 4,4  | 1,9  | 14,3 | 9,5  | Sl3  | 7,37 | 0,40          | 10 YR 4/4     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 3                            | II ICv     | 55-100+  | 8,3                   | 12,8              | 13,3                            | 48,9 | 75,0 | 9,9 | 4,9  | 1,8  | 16,7 | 8,3  | Sl3  | 7,36 | -             | 10 YR 4/6     | 0,1        | 0,2              |        |            |

8 Anhang

| A 2.25<br>Profil<br>7038-109 | Probe       | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | K o r n g r ö ß e n<br>G e w. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-------------|----------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |             |          |                       |                   | gS                              | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |             |          |                       |                   |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |               |            |                  |        |            |
| 1                            | IV fnH°Gr   | 123-126  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 5,85 | n.b.          | n.b.          | 15,5       | 26,7             |        |            |
| 2                            | V fM°Gr     | 126-131  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,08 | n.b.          | n.b.          | 8,1        | 13,9             |        |            |
| 3                            | VI fnH°Gr   | 131-134  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,03 | n.b.          | n.b.          | 21,2       | 36,5             |        |            |
| 4                            | VII fM°Gr   | 134-140  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,16 | n.b.          | n.b.          | 11,2       | 19,3             |        |            |
| 5                            | VIII fM°Gr  | 146-150  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,13 | n.b.          | n.b.          | 19,2       | 33,0             |        |            |
| 6                            | VIII fnH°Gr | 150-154  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,12 | n.b.          | n.b.          | 27,0       | 46,4             |        |            |
| 7                            | VIII fnH°Gr | 182-186  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,19 | n.b.          | n.b.          | 19,5       | 33,5             |        |            |
| 8                            | IX fM°Gr    | 186-190  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,45 | n.b.          | n.b.          | 8,2        | 14,1             |        |            |
| 9                            | IX fM°Gr    | 209-213  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,67 | n.b.          | n.b.          | 3,9        | 6,7              |        |            |
| 10                           | X fM°Gr     | 213-217  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,38 | n.b.          | n.b.          | 14,9       | 25,6             |        |            |
| 11                           | X fM°Gr     | 225-229  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,35 | n.b.          | n.b.          | 24,5       | 42,1             |        |            |
| 12                           | XI fnH°Gr   | 229-233  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,40 | n.b.          | n.b.          | 19,5       | 33,5             |        |            |
| 13                           | XI fnH°Gr   | 236-240  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,37 | n.b.          | n.b.          | 17,4       | 29,9             |        |            |
| 14                           | XII fM°Gr   | 240-244  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,57 | n.b.          | n.b.          | 6,5        | 11,2             |        |            |
| 15                           | XIV fAa°Gr  | 255-260  | -                     | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,72 | n.b.          | n.b.          | 6,3        | 10,8             |        |            |

| A 2.26<br>Profil<br>7038-110 | Probe  | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | K o r n g r ö ß e n<br>G e w. % |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|--------|----------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |        |          |                       |                   | gS                              | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T   |      |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |        |          |                       |                   |                                 |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |               |               |            |                  |        |            |
| 1                            | Ap     | 0-29     | 0,4                   | 2,6               | 7,1                             | 9,0  | 18,7 | 30,6 | 23,0 | 7,7  | 61,4 | 19,9 | Lu  | 7,26 | -    | 10 YR 4/4     | 1,2           | 2,1        |                  |        |            |
| 2                            | M      | 29-34    | 0,9                   | 2,3               | 7,3                             | 8,5  | 18,1 | 30,6 | 23,3 | 8,3  | 62,2 | 19,6 | Lu  | 7,30 | -    | 10 YR 4/4     | 1,3           | 2,2        |                  |        |            |
| 3                            | II fAh | 40-46    | 11,8                  | 3,2               | 8,6                             | 9,3  | 21,1 | 28,8 | 21,9 | 8,0  | 58,8 | 20,1 | Lu  | 7,55 | 5,90 | 10 YR 3/4     | 1,2           | 2,1        |                  |        |            |
| 4                            | III M  | 46-49    | 19,1                  | 3,3               | 9,4                             | 10,2 | 22,9 | 27,4 | 23,0 | 7,1  | 57,5 | 19,5 | Lu  | 7,38 | 2,80 | 10 YR 4/6     | 0,3           | 0,5        |                  |        |            |
| 5                            | IV fAa | 49-52    | 0,3                   | 1,3               | 4,2                             | 5,7  | 11,1 | 31,3 | 26,0 | 8,1  | 65,4 | 23,5 | Ut4 | 7,20 | -    | 10 YR 3/3     | 0,5           | 0,9        |                  |        |            |
| 6                            | IV fAa | 52-54    | 0,0                   | 1,4               | 5,3                             | 7,0  | 13,7 | 29,2 | 25,7 | 9,8  | 64,8 | 21,5 | Lu  | 6,97 | -    | 10 YR 4/6     | 0,6           | 1,0        |                  |        |            |
| 7                            | V M    | 54-80    | 0,0                   | 0,4               | 1,9                             | 2,6  | 5,0  | 21,4 | 30,4 | 13,3 | 65,1 | 30,0 | Tu4 | 7,10 | -    | 10 YR 3/2     | 2,2           | 3,8        |                  |        |            |

| A 2.27<br>Profil<br>7038-111 | Probe        | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | K o r n g r ö ß e n<br>G e w. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|--------------|----------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |              |          |                       |                   | gS                              | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |       |               |               |            |                  |        |            |
|                              |              |          |                       |                   |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |               |               |            |                  |        |            |
| 1                            | Ap           | 0-26     | 2,1                   | 7,3               | 19,0                            | 20,8 | 47,1 | 19,3 | 12,9 | 6,4  | 38,5 | 14,3 | Si4  | 5,99 | -     | 10 YR 3/3     | 2,0           | 3,4        |                  |        |            |
| 2                            | II M         | 26-43    | 3,7                   | 18,0              | 31,5                            | 17,6 | 67,1 | 12,1 | 7,8  | 3,0  | 22,9 | 10,0 | Si3  | 6,42 | -     | 10 YR 4/4     | 0,5           | 0,9        |                  |        |            |
| 3                            | III M-Go     | 43-58    | 6,8                   | 7,3               | 21,3                            | 23,3 | 51,9 | 20,8 | 10,6 | 3,2  | 34,5 | 13,6 | Si4  | 6,52 | -     | 10 YR 5/6     | 0,3           | 0,5        |                  |        |            |
| 4                            | IV M-Go      | 58-65    | 0,3                   | 0,9               | 4,2                             | 10,9 | 16,0 | 40,8 | 20,7 | 4,5  | 66,0 | 18,0 | Ut4  | 6,62 | -     | 10 YR 5/3     | 0,4           | 0,7        |                  |        |            |
| 5                            | V M-Go       | 65-74    | 0,2                   | 1,2               | 13,2                            | 27,1 | 41,6 | 26,5 | 12,6 | 3,9  | 43,0 | 15,4 | Stu  | 6,58 | -     | 10 YR 4/3     | 0,4           | 0,7        |                  |        |            |
| 6                            | VI M-Go      | 74-108   | 0,0                   | 0,3               | 1,6                             | 3,1  | 5,1  | 18,4 | 26,2 | 14,1 | 58,6 | 36,3 | Tu3  | 6,41 | -     | 7,5 YR 4/3    | 0,8           | 1,4        |                  |        |            |
| 7                            | VII M-Gr     | 108-145  | 0,0                   | 0,1               | 0,4                             | 1,0  | 1,5  | 13,1 | 27,3 | 16,3 | 56,8 | 41,8 | Tu3  | 4,87 | -     | 10 YR 4/3     | 1,1           | 1,9        |                  |        |            |
| 8                            | VIII M-Gr    | 145-161  | 0,0                   | 1,0               | 3,0                             | 5,3  | 9,4  | 10,2 | 20,4 | 19,4 | 50,0 | 40,6 | Lt3  | 5,27 | -     | 10 YR 2/1     | 2,2           | 3,8        |                  |        |            |
| 9                            | IX nH-M (Gr) | 161-166  | 0,0                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 5,40  | -             | 10 YR 2/2     | 7,8        | 13,4             |        |            |
| 10                           | X M-Gr       | 166-170  | 0,0                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 5,63  | -             | 10 YR 3/1     | 3,1        | 5,3              |        |            |
| 11                           | XI nH-M      | 170-176  | 0,1                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 5,64  | -             | 10 YR 3/1     | 9,1        | 15,7             |        |            |
| 12                           | XII M-Gr     | 176-179  | 0,0                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 5,86  | -             | 2,5 Y 3/2     | 1,9        | 3,3              |        |            |
| 13                           | XIII nH-M    | 179-184  | 0,2                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 5,90  | -             | 10 YR 2/2     | 7,9        | 13,6             |        |            |
| 14                           | XIV nH       | 184-214  | 0,1                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 5,94  | -             | 10 YR 2/2     | 17,9       | 30,8             |        |            |
| 15                           | XV nH-Aa     | 214-219  | 1,1                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,03  | -             | 10 YR 1,7/1   | 9,8        | 16,9             |        |            |
| 16                           | XVI nH-M     | 219-223  | 0,0                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,11  | -             | 10 YR 1,7/1   | 4,8        | 8,3              |        |            |
| 17                           | XVII M-Gr    | 223-236  | 0,0                   | 0,4               | 2,5                             | 5,7  | 8,6  | 11,5 | 17,6 | 16,9 | 46,1 | 45,3 | Tu2  | 6,39 | -     | 10 YR 4/2     | 0,8           | 1,4        |                  |        |            |
| 18                           | XVIII M-nH   | 236-252  | 0,4                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,12  | -             | 10 YR 1,7/1   | 13,5       | 23,2             |        |            |
| 19                           | XIX M-Gr     | 252-270  | 0,1                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,42  | -             | 10 YR 2/2     | 5,2        | 8,9              |        |            |
| 20                           | XX M-Aa      | 270-277  | 0,0                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,53  | -             | 10 YR 1,7/1   | 4,9        | 8,4              |        |            |
| 21                           | XXI nH?      | 277-300  | 0,0                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,24  | -             | 10 YR 1,7/1   | 16,6       | 28,6             |        |            |
| 22                           | XXII nH      | 350-386  | 0,0                   | n.b.              | n.b.                            | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,46  | -             | 10 YR 1,7/1   | 11,3       | 19,4             |        |            |
| 23                           | XXIII IC     | 386-458  | 0,1                   | 1,2               | 5,1                             | 7,2  | 13,5 | 33,2 | 23,8 | 8,0  | 64,9 | 21,6 | Lu   | 7,19 | -     | 10 YR 2/2     | 0,6           | 1,0        |                  |        |            |
| 24                           | XXIV eIC     | 458-500  | 0,1                   | 0,9               | 13,0                            | 22,0 | 35,9 | 24,3 | 14,2 | 5,8  | 44,3 | 19,9 | Ls2  | 7,43 | 10,50 | 2,5 Y 5/2     | 0,2           | 0,3        |                  |        |            |
| 25                           | XXIV IC      | 500-618  | 0,3                   | 1,0               | 8,6                             | 14,8 | 24,4 | 22,9 | 18,2 | 7,4  | 48,5 | 27,1 | Lt2  | 7,27 | 1,20  | 2,5 Y 5/3     | 0,1           | 0,2        |                  |        |            |
| 26                           | XXV IC       | 618-645  | 52,4                  | 20,3              | 42,1                            | 15,6 | 78,0 | 7,4  | 4,5  | 1,6  | 13,6 | 8,5  | Si3  | 7,33 | -     | 10 YR 5/8     | 0,1           | 0,2        |                  |        |            |
| 27                           | XXVI IC      | 645-700  | 0,1                   | 0,1               | 25,7                            | 54,1 | 80,0 | 8,7  | 4,3  | 1,8  | 14,8 | 5,2  | Si2  | 7,12 | -     | 2,5 Y 5/4     | 0,1           | 0,2        |                  |        |            |

8 Anhang

| A 2.28<br>Profil<br>7038-112 | Probe      | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|------------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |            |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |            |          |                       |                   | 1                    | Ap   | 0-30 | 0,1  | 1,6  | 4,6  | 6,8  | 13,0 | 17,0 | 26,0 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II M-Go    | 30-64    | 0,0                   | 0,1               | 1,2                  | 2,3  | 3,6  | 19,3 | 34,1 | 13,4 | 66,7 | 29,7 | Tu4  | 6,72 | -             | 10 YR 5/2     | 0,7        | 1,2              |        |            |
| 3                            | III M-Gr   | 64-73    | 0,0                   | 0,0               | 0,7                  | 2,8  | 3,5  | 9,7  | 30,4 | 19,8 | 59,9 | 36,6 | Tu3  | 5,86 | -             | 10 YR 4/2     | 3,4        | 5,8              |        |            |
| 4                            | IV nH?-M   | 73-95    | 0,0                   | 0,2               | 1,3                  | 4,3  | 5,8  | 13,9 | 25,1 | 19,1 | 58,1 | 36,1 | Tu3  | 5,94 | -             | 10 YR 3/2     | 2,0        | 3,4              |        |            |
| 5                            | V nH       | 95-148   | 0,1                   | 7,5               | 7,0                  | 12,2 | 26,7 | 17,0 | 19,6 | 12,3 | 48,9 | 24,4 | Ls2  | 6,00 | -             | 7,5 YR 2/2    | 11,9       | 20,5             |        |            |
| 6                            | VI M-nH    | 148-159  | 0,3                   | 0,4               | 3,2                  | 7,4  | 11,0 | 21,5 | 21,9 | 15,1 | 58,5 | 30,5 | Tu3  | 6,10 | -             | 10 YR 1.7/2   | 1,7        | 2,9              |        |            |
| 7                            | VII M-Gr   | 159-179  | 0,1                   | 0,8               | 2,7                  | 3,8  | 7,3  | 19,1 | 26,5 | 15,7 | 61,3 | 31,4 | Tu3  | 6,38 | -             | 10 YR 4/1     | 2,4        | 4,1              |        |            |
| 8                            | VIII M-Aa  | 179-204  | 0,1                   | 0,3               | 1,5                  | 2,9  | 4,7  | 14,5 | 21,2 | 14,0 | 49,7 | 45,6 | Tu2  | 6,45 | -             | 10 YR 2/1     | 4,7        | 8,1              |        |            |
| 9                            | IX Aa      | 204-228  | 0,0                   | 0,6               | 2,3                  | 6,4  | 9,3  | 20,1 | 24,4 | 16,6 | 61,1 | 29,6 | Lu   | 6,68 | -             | 10 YR 1.7/1   | 8,1        | 13,9             |        |            |
| 10                           | X Aa-eGr   | 228-240  | 0,0                   | 0,4               | 1,8                  | 4,9  | 7,1  | 27,8 | 25,5 | 10,5 | 63,8 | 29,1 | Lu   | 7,37 | 14,90         | 7,5 YR 3/1    | 2,6        | 4,5              |        |            |
| 11                           | XI elC-eGr | 240-300  | 0,0                   | 0,8               | 3,2                  | 5,8  | 9,8  | 34,3 | 26,7 | 7,4  | 68,4 | 21,9 | U4   | 7,65 | 16,70         | 10 Y 6/2      | 0,3        | 0,5              |        |            |

| A 2.29<br>Profil<br>7038-115 | Probe   | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |     |      |      |     |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|---------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |         |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T   |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |         |          |                       |                   | 1                    | Ap   | 0-31 | 0,1  | -    | -   | -    | -    | -   | -    |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | M       | 31-76    | 0,1                   | 1,2               | 7,4                  | 9,8  | 18,4 | 24,4 | 15,0 | 6,2 | 45,6 | 36,0 | Lt3 | 6,96 | -             | 10 YR 4/6     | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 3                            | II ICv  | 76-82    | 0,1                   | 1,1               | 4,3                  | 7,6  | 13,0 | 30,9 | 17,8 | 6,3 | 55,0 | 32,0 | Tu3 | 6,97 | -             | 10 YR 4/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 4                            | elCv    | 82-100   | 0,1                   | 2,4               | 6,8                  | 9,0  | 18,2 | 29,6 | 18,8 | 6,2 | 54,5 | 27,2 | Lu  | 7,41 | 7,50          | 10 YR 4/6     | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 5                            | elCv    | 100-160  | 4,9                   | 3,7               | 3,6                  | 6,2  | 13,5 | 36,0 | 23,9 | 6,3 | 66,2 | 20,3 | U4  | 7,57 | 22,90         | 10 YR 4/6     | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 6                            | III ICv | 160-240  | 22,9                  | 10,5              | 40,6                 | 23,3 | 74,4 | 10,2 | 3,7  | 1,7 | 15,5 | 10,1 | Sl3 | 7,60 | 1,40          | 10 YR 5/6     | 0,0        | 0,0              |        |            |

| A 2.30<br>Profil<br>7038-116 | Probe      | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |       |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|------------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |            |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS    | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |            |          |                       |                   | 1                    | M-Go | 38-72 | 1,0  | 3,2  | 7,0 | 8,3  | 18,5 | 34,1 | 24,6 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | M-Go       | 72-100   | 0,0                   | 2,6               | 7,2                  | 7,6  | 17,4  | 32,4 | 23,4 | 8,0 | 63,8 | 18,7 | Lu   | 6,48 | -             | 10 YR 5/3     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 3                            | M-Go       | 100-121  | 0,9                   | 2,9               | 7,0                  | 7,8  | 17,7  | 31,4 | 23,1 | 8,0 | 62,6 | 19,7 | Lu   | 6,22 | -             | 10 YR 4/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 4                            | II M-Go    | 121-148  | 0,0                   | 1,8               | 6,4                  | 7,9  | 16,1  | 30,6 | 23,4 | 8,0 | 61,9 | 22,0 | Lu   | 5,85 | -             | 10 YR 4/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 5                            | II Ah+M-Go | 148-172  | 0,0                   | 1,4               | 6,1                  | 6,8  | 14,4  | 24,6 | 20,6 | 8,0 | 53,3 | 32,4 | Tu3  | 5,64 | -             | 10 YR 2/2     | 0,8        | 1,4              |        |            |
| 6                            | III Go-Aa  | 172-212  | 0,0                   | 0,2               | 1,5                  | 5,0  | 6,8   | 21,8 | 19,5 | 7,5 | 48,9 | 44,3 | Lt3  | 5,37 | -             | 10 YR 1.7/1   | 1,6        | 2,8              |        |            |
| 7                            | III ICv+Aa | 212-229  | 0,0                   | 0,1               | 1,1                  | 4,9  | 6,1   | 26,1 | 21,2 | 8,0 | 55,3 | 38,6 | Tu3  | 5,55 | -             | 10 YR 3/1     | 0,5        | 0,9              |        |            |
| 8                            | III Gro    | 229-348  | 0,0                   | 0,3               | 1,1                  | 5,7  | 7,1   | 28,9 | 24,9 | 9,1 | 62,9 | 30,0 | Lu   | 6,16 | -             | 10 YR 5/4     | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 9                            | III eGr    | 348-439  | 0,2                   | 0,9               | 4,2                  | 7,3  | 12,3  | 32,7 | 23,4 | 7,1 | 63,2 | 24,5 | Lu   | 7,35 | 13,30         | 10 YR 5/3     | 0,1        | 0,2              |        |            |

| A 2.31<br>Profil<br>7038-117 | Probe  | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|--------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |        |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |        |          |                       |                   | 1                    | Ap   | 0-30 | 0,2  | 1,7  | 6,7 | 8,9  | 17,2 | 25,2 | 17,2 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II M   | 30-67    | 0,2                   | 2,0               | 5,2                  | 7,6  | 14,9 | 32,1 | 20,8 | 7,8 | 60,6 | 24,5 | Lu   | 6,60 | -             | 10 YR 5/6     | 0,5        | 0,9              |        |            |
| 3                            | III M  | 67-100   | 0,0                   | 0,9               | 4,0                  | 5,8  | 10,7 | 35,4 | 24,8 | 8,5 | 68,6 | 20,7 | U4   | 6,58 | -             | 10 YR 4/4     | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 4                            | IV M   | 100-149  | 0,1                   | 1,2               | 4,7                  | 7,0  | 12,8 | 34,0 | 24,3 | 8,1 | 66,4 | 20,8 | U4   | 5,66 | 13,40         | 10 YR 4/6     | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 5                            | V ICv  | 149-181  | 0,1                   | 1,8               | 6,8                  | 8,9  | 17,6 | 29,7 | 20,0 | 7,8 | 57,4 | 25,0 | Lu   | 5,07 | -             | 10 YR 4/6     | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 6                            | VI ICv |          | 0,0                   | 0,4               | 8,9                  | 18,1 | 27,4 | 23,8 | 15,0 | 5,3 | 44,1 | 28,5 | Lt2  | 5,82 | -             | 10 YR 6/8     | 0,0        | 0,0              |        |            |

8 Anhang

| A 2.36<br>Profil<br>7038-122 | Probe        | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew.% | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|--------------|----------|-----------------------|------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |              |          |                       |                  | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |              |          |                       |                  | 1                    | M AI | 1-4  | 0,2  | 2,1  | 7,1  | 7,3  | 16,6 | 24,0 | 21,7 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II fAh       | 4-5      | 0,5                   | 2,2              | 8,1                  | 7,6  | 17,8 | 22,2 | 22,0 | 11,4 | 55,6 | 26,5 | Lu   | 3,45 | -             | 7,5 YR 4/3    | 2,2        | 3,8              |        |            |
| 3                            | M SW         | 5-20     | 0,3                   | 5,1              | 9,0                  | 8,0  | 22,1 | 21,7 | 22,4 | 11,2 | 55,3 | 22,6 | Lu   | 3,67 | -             | 7,5 YR 5/4    | 1,0        | 1,7              |        |            |
| 4                            | M SW         | 20-36    | 0,3                   | 5,6              | 8,3                  | 8,0  | 21,9 | 25,3 | 24,4 | 10,1 | 59,8 | 18,3 | Lu   | 3,80 | -             | 7,5 YR 5/4    | 0,5        | 0,9              |        |            |
| 5                            | M Sd         | 36-56    | 0,0                   | 3,6              | 7,5                  | 7,8  | 18,9 | 24,3 | 23,9 | 10,1 | 58,3 | 22,8 | Lu   | 3,80 | -             | 7,5 YR 5/4    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 6                            | M Sd         | 56-76    | 0,0                   | 3,1              | 6,3                  | 7,5  | 16,9 | 23,3 | 24,8 | 10,1 | 58,1 | 24,9 | Lu   | 4,22 | -             | 7,5 YR 5/4    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 7                            | M Sd         | 76-95    | 0,0                   | 3,1              | 6,8                  | 7,7  | 17,6 | 25,0 | 22,2 | 9,7  | 56,9 | 25,5 | Lu   | 4,40 | -             | 7,5 YR 5/4    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 8                            | M Sd+III fBt | 95-102   | 0,2                   | 2,2              | 7,0                  | 8,0  | 17,2 | 20,5 | 21,5 | 9,0  | 51,1 | 31,7 | Tu3  | 4,54 | -             | 7,5 YR 5/4    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 9                            | III fBt      | 102-130  | 0,0                   | 1,4              | 7,2                  | 8,4  | 16,9 | 19,9 | 18,5 | 8,9  | 47,3 | 35,7 | Lt3  | 4,58 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |

| A 2.37 Profil<br>7038-123 | Probe     | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew.% | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|---------------------------|-----------|----------|-----------------------|------------------|----------------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                           |           |          |                       |                  | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                           |           |          |                       |                  | 1                    | AI   | 2-20 | 0,9  | 4,6  | 8,6 | 9,0  | 22,1 | 29,7 | 21,9 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                         | AI-Bt     | 20-31    | 0,5                   | 4,4              | 7,8                  | 9,0  | 21,2 | 27,7 | 20,4 | 8,6 | 56,7 | 22,1 | Lu   | 3,76 | -             | 10 YR 5/6     | 0,6        | 1,0              |        |            |
| 3                         | Bt        | 31-54    | 0,3                   | 2,7              | 6,3                  | 7,4  | 16,5 | 25,3 | 16,3 | 6,6 | 48,2 | 35,3 | Lt3  | 3,90 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 4                         | II Bt     | 54-70    | 0,2                   | 1,9              | 6,8                  | 7,6  | 16,3 | 28,8 | 18,3 | 6,7 | 53,7 | 29,9 | Lu   | 4,05 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 5                         |           | 70-83    | 0,1                   | 3,3              | 8,5                  | 8,2  | 20,0 | 24,4 | 17,7 | 5,2 | 47,3 | 32,7 | Lt2  | 4,27 | 0,10          | 7,5 YR 5/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 6                         | III Bt-Cv | 83-105   | 2,0                   | 8,1              | 16,2                 | 12,1 | 36,4 | 19,5 | 11,6 | 4,1 | 35,3 | 28,3 | Lt2  | 4,31 | 0,50          | 7,5 YR 5/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |

| A 2.38 Profil<br>7038-124 | Probe     | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew.% | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|---------------------------|-----------|----------|-----------------------|------------------|----------------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                           |           |          |                       |                  | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                           |           |          |                       |                  | 1                    | Ah+M | 2-10 | 0,5  | 2,4  | 6,7 | 8,6  | 17,7 | 30,6 | 26,1 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                         | Sw-M      | 10-23    | 0,5                   | 2,6              | 6,2                  | 8,5  | 17,3 | 30,3 | 25,4 | 9,5 | 65,1 | 17,6 | Ut4  | 3,77 | -             | 10 YR 5/4     | 0,7        | 1,2              |        |            |
| 3                         | II Bt-Sd  | 23-55    | 0,3                   | 1,6              | 6,6                  | 9,0  | 17,2 | 24,1 | 16,5 | 7,3 | 47,9 | 35,0 | Lt2  | 3,78 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 4                         | III Bt-Sd | 55-78    | 0,0                   | 0,4              | 7,1                  | 9,8  | 17,3 | 19,8 | 14,7 | 6,0 | 40,5 | 42,2 | Lt3  | 4,06 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 5                         | II Bt-Sd  | 78-88    | 0,0                   | 0,5              | 7,5                  | 9,9  | 17,8 | 23,3 | 14,3 | 5,2 | 42,9 | 39,3 | Lt3  | 4,14 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 6                         | III Bt-Sd | 88-95    | 0,0                   | 3,1              | 22,8                 | 22,4 | 48,3 | 11,5 | 7,1  | 4,0 | 22,5 | 29,2 | Lts  | 4,26 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |

| A 2.39 Profil<br>7038-125 | Probe     | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew.% | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|---------------------------|-----------|----------|-----------------------|------------------|----------------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                           |           |          |                       |                  | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                           |           |          |                       |                  | 1                    | AI   | 1-12 | 0,6  | 1,4  | 3,7 | 6,4  | 11,5 | 34,1 | 27,1 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                         | Sw-Bt     | 12-26    | 0,1                   | 1,1              | 3,1                  | 5,4  | 9,6  | 33,7 | 25,8 | 9,1 | 68,5 | 21,9 | Ut4  | 3,76 | -             | 10 YR 4/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 3                         | Sd-Bt     | 26-40    | 0,0                   | 0,9              | 2,9                  | 4,9  | 8,7  | 30,1 | 21,5 | 9,2 | 60,7 | 30,5 | Tu3  | 3,74 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 4                         | Sd-Bt     | 40-50    | 0,3                   | 1,8              | 5,7                  | 8,0  | 15,5 | 25,3 | 19,3 | 7,6 | 52,1 | 32,4 | Tu3  | 4,06 | -             | 7,5 YR 6/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 5                         | II fBt-Sd | 50-66    | 0,0                   | 1,4              | 6,7                  | 10,5 | 18,6 | 25,4 | 19,0 | 7,5 | 51,9 | 29,6 | Lu   | 4,28 | -             | 10 YR 6/6     | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 6                         | II fBt-Sd | 66-83    | 0,5                   | 3,0              | 8,9                  | 12,6 | 24,5 | 24,1 | 18,7 | 7,9 | 50,7 | 24,8 | Lu   | 4,52 | -             | 10 YR 6/6     | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 7                         | Cv-Sd     | 83-90    | 0,4                   | 7,4              | 8,7                  | 11,7 | 27,8 | 21,4 | 16,3 | 7,3 | 45,0 | 27,1 | Lt2  | 4,64 | -             | 10 YR 5/6     | 0,1        | 0,2              |        |            |

| A 2.40 Profil<br>7038-126 | Probe   | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew.% | Korngrößen<br>Gew. % |     |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|---------------------------|---------|----------|-----------------------|------------------|----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                           |         |          |                       |                  | gS                   | mS  | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                           |         |          |                       |                  | 1                    | Ah  | 0-1  | 0,3  | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |               |               |            |                  |        |            |
| 2                         | M AhI   | 1-5      | 0,3                   | 2,5              | 4,5                  | 6,1 | 13,1 | 33,5 | 26,6 | 9,7  | 69,8 | 17,0 | Ut4  | 3,20 | -             | 7,5 YR 5/4    | 1,1        | 1,9              |        |            |
| 3                         | M AhI   | 5-10     | 0,2                   | 2,5              | 4,6                  | 5,9 | 13,0 | 34,8 | 25,9 | 10,7 | 71,4 | 15,6 | Ut3  | 3,43 | -             | 7,5 YR 5/4    | 1,6        | 2,8              |        |            |
| 4                         | M AI    | 10-15    | 0,3                   | 2,2              | 4,7                  | 6,1 | 13,0 | 33,1 | 27,2 | 10,2 | 70,5 | 16,5 | Ut3  | 3,60 | -             | 7,5 YR 5/4    | 1,0        | 1,7              |        |            |
| 5                         | M AI    | 15-21    | 0,3                   | 2,7              | 4,5                  | 5,8 | 13,0 | 34,7 | 26,4 | 9,2  | 70,3 | 16,7 | Ut3  | 3,69 | -             | 7,5 YR 6/4    | 0,7        | 1,2              |        |            |
| 6                         | M AI-Bt | 21-26    | 0,3                   | 2,1              | 4,7                  | 5,8 | 12,7 | 33,8 | 26,1 | 9,0  | 68,9 | 18,4 | Ut4  | 3,69 | -             | 7,5 YR 6/4    | 0,7        | 1,2              |        |            |
| 7                         | M AI-Bt | 26-33    | 0,8                   | 2,0              | 4,5                  | 6,0 | 12,5 | 33,2 | 24,9 | 8,9  | 67,0 | 20,5 | Ut4  | 3,68 | -             | 7,5 YR 6/6    | 0,5        | 0,9              |        |            |
| 8                         | M Bt    | 33-40    | 0,3                   | 1,8              | 4,2                  | 5,8 | 11,8 | 32,0 | 24,0 | 8,4  | 64,4 | 23,9 | Lu   | 3,69 | -             | 7,5 YR 6/6    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 9                         | M Bt    | 40-46    | 0,4                   | 1,7              | 3,9                  | 5,0 | 10,6 | 28,4 | 22,0 | 7,7  | 58,1 | 31,3 | Tu3  | 3,72 | -             | 7,5 YR 6/6    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 10                        | II fBt  | 46-56    | 0,1                   | 2,3              | 4,1                  | 4,8 | 11,2 | 28,6 | 22,4 | 7,4  | 58,4 | 30,4 | Tu3  | 4,05 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 11                        | II fBt  | 56-66    | 0,4                   | 2,2              | 5,1                  | 5,3 | 12,5 | 28,4 | 19,3 | 6,5  | 54,1 | 33,3 | Tu3  | 4,18 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 12                        | II fBt  | 66-77    | 0,1                   | 1,4              | 4,2                  | 5,4 | 11,0 | 25,2 | 20,0 | 6,2  | 51,4 | 37,5 | Tu3  | 4,20 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 13                        | II fBt  | 77-87    | 0,1                   | 0,9              | 3,3                  | 5,1 | 9,2  | 26,6 | 19,5 | 7,1  | 53,2 | 37,6 | Tu3  | 4,29 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 14                        | fBtv-Cv | 87-100   | 0,1                   | 0,8              | 5,0                  | 8,2 | 13,9 | 21,9 | 19,5 | 7,5  | 48,9 | 37,1 | Lt3  | 4,32 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 15                        | fBtv-Cv | 100-120  | 0,0                   | 1,0              | 5,0                  | 8,0 | 13,9 | 23,4 | 18,0 | 7,4  | 48,9 | 37,2 | Lt3  | 4,36 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |

## 8 Anhang

| A 2.41<br>Profil<br>7038-127 | Probe   | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|---------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|----------------------------|------------------------|------------------|--------|------------|
|                              |         |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |                            |                        |                  |        |            |
|                              |         |          |                       |                   | 1                    | Ah   | 0-1  | 0,3  | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |               |                            |                        |                  |        |            |
| 2                            | M Ahl   | 1-7      | 0,7                   | 3,6               | 9,2                  | 8,8  | 21,5 | 32,7 | 23,4 | 8,2  | 64,3 | 14,2 | Uls  | 3,42 | -             | 7,5 YR 4/4                 | 1,6                    | 2,8              |        |            |
| 3                            | fAh     | 7-10     | 0,3                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | Uls  | 3,52 | -             | 5 YR 4/4                   | 1,4                    | 2,4              |        |            |
| 4                            | (M) Al  | 10-20    | 0,7                   | 4,0               | 9,2                  | 9,1  | 22,3 | 30,4 | 23,4 | 8,2  | 62,0 | 15,7 | Uls  | 3,81 | -             | 7,5 YR 6/6                 | 0,5                    | 0,9              |        |            |
| 5                            | (M) Al  | 20-30    | 0,4                   | 4,9               | 9,3                  | 8,7  | 22,9 | 30,6 | 22,4 | 7,3  | 60,3 | 16,7 | Uls  | 3,80 | -             | 7,5 YR 5/8                 | 0,3                    | 0,5              |        |            |
| 6                            | II M    | 30-40    | 1,9                   | 8,1               | 9,0                  | 8,3  | 25,4 | 24,9 | 18,1 | 7,4  | 50,4 | 24,2 | Lu   | 3,70 | -             | 7,5 YR 4/6                 | 0,2                    | 0,3              |        |            |
| 7                            | II fBt  | 40-55    | 2,1                   | 6,9               | 8,2                  | 7,8  | 22,9 | 25,2 | 15,3 | 5,5  | 45,9 | 31,2 | Lt2  | 3,96 | -             | 5 YR 4/6                   | 0,2                    | 0,3              |        |            |
| 8                            | II fBt  | 55-70    | 1,4                   | 4,4               | 7,9                  | 7,3  | 19,6 | 24,9 | 16,0 | 4,9  | 45,8 | 34,5 | Lt2  | 4,36 | -             | 7,5 YR 5/6                 | 0,2                    | 0,3              |        |            |
| 9                            | II fBt  | 70-90    | 0,2                   | 2,9               | 7,9                  | 6,9  | 17,6 | 25,3 | 18,9 | 5,4  | 49,6 | 32,8 | Lt2  | 4,45 | -             | 7,5 YR 5/6                 | 0,2                    | 0,3              |        |            |
| 10                           | III fBt | 90-100   | 0,0                   | 1,6               | 4,6                  | 5,1  | 11,3 | 28,7 | 21,0 | 5,2  | 54,9 | 33,8 | Tu3  | 4,54 | -             | 7,5 YR 5/6                 | 0,2                    | 0,3              |        |            |
| 11                           | III fBt | 100-110  | 0,0                   | 0,5               | 2,9                  | 4,8  | 8,2  | 28,2 | 22,3 | 6,1  | 56,6 | 35,2 | Tu3  | 4,59 | -             | 7,5 YR 5/6                 | 0,2                    | 0,3              |        |            |
| 12                           | Bt-Cv   | 110-120  | 0,0                   | 0,6               | 3,5                  | 4,7  | 8,7  | 26,3 | 21,9 | 7,0  | 55,2 | 36,1 | Tu3  | 4,67 | -             | 7,5 YR 5/8                 | 0,2                    | 0,3              |        |            |
| 13                           | Bt-Cv   | 120-130  | 0,4                   | 1,1               | 6,9                  | 6,6  | 14,6 | 25,2 | 19,7 | 7,4  | 52,3 | 33,1 | Tu3  | 4,72 | -             | 7,5 YR 5/6                 | 0,2                    | 0,3              |        |            |

| A 2.42<br>Profil<br>7038-128 | Probe     | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |     |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-----------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|----------------------------|------------------------|------------------|--------|------------|
|                              |           |          |                       |                   | gS                   | mS  | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |                            |                        |                  |        |            |
|                              |           |          |                       |                   | 1                    | Ah  | 0-9  | 0,5  | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |               |                            |                        |                  |        |            |
| 2                            | M Ahl     | 9-17     | 0,3                   | 2,7               | 7,2                  | 6,7 | 16,7 | 27,1 | 24,9 | 10,0 | 62,0 | 21,3 | Lu   | 3,58 | -             | 5 YR 4/3                   | 1,2                    | 2,1              |        |            |
| 3                            | M Sw-Al   | 17-34    | 0,2                   | 2,4               | 6,4                  | 6,9 | 15,7 | 29,9 | 25,9 | 8,7  | 64,5 | 19,8 | Lu   | 3,73 | -             | 7,5 YR 4/4                 | 0,5                    | 0,9              |        |            |
| 4                            | M Sw AlBt | 34-46    | 0,2                   | 1,9               | 5,5                  | 6,3 | 13,7 | 32,8 | 25,5 | 8,9  | 67,2 | 19,1 | Ut4  | 3,75 | -             | 5 YR 5/4                   | 0,4                    | 0,7              |        |            |
| 5                            | M Sd Bt   | 46-62    | 0,0                   | 1,5               | 3,8                  | 5,8 | 11,1 | 28,3 | 26,3 | 9,1  | 63,7 | 25,2 | Lu   | 3,88 | -             | 7,5 YR 5/4                 | 0,3                    | 0,5              |        |            |
| 6                            | II fBt    | 62-85    | 2,4                   | 0,4               | 1,5                  | 4,1 | 5,9  | 26,1 | 24,4 | 7,8  | 58,2 | 35,8 | Tu3  | 4,36 | 0,10          | 7,5 YR 4/6                 | 0,4                    | 0,7              |        |            |
| 7                            | II fBt    | 85-107   | 0,0                   | 0,7               | 2,0                  | 4,0 | 6,7  | 27,5 | 20,6 | 7,4  | 55,5 | 37,8 | Tu3  | 4,56 | 0,50          | 5 YR 4/4                   | 0,3                    | 0,5              |        |            |
| 8                            | BvCv      | 107-130  | 0,2                   | 2,5               | 5,6                  | 6,8 | 14,9 | 30,3 | 18,7 | 6,6  | 55,6 | 29,6 | Lu   | 4,61 | 0,10          | 5 YR 4/8                   | 0,3                    | 0,5              |        |            |

| A 2.43<br>Profil<br>7038-131 | Probe | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |         |      |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|---------|------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|----------------------------|------------------------|------------------|--------|------------|
|                              |       |          |                       |                   | gS                   | mS      | fS   | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |                            |                        |                  |        |            |
|                              |       |          |                       |                   | 1                    | Ah + Al | 1-11 | 0,1  | 0,8  | 3,2 | 6,8  | 10,9 | 37,4 | 25,7 |               |                            |                        |                  |        |            |
| 2                            | Al    | 11-20    | 0,0                   | 0,6               | 3,2                  | 6,6     | 10,4 | 35,9 | 25,2 | 9,9 | 71,1 | 18,5 | Ut4  | 3,54 | -             | 7,5 YR 5/6                 | 0,8                    | 1,4              |        |            |
| 3                            | Al    | 20-30    | 0,0                   | 0,5               | 3,1                  | 6,4     | 10,0 | 34,8 | 23,3 | 9,2 | 67,4 | 22,7 | Ut4  | 3,63 | -             | 7,5 YR 5/6                 | 0,6                    | 1,0              |        |            |
| 4                            | Bt    | 30-45    | 0,0                   | 0,3               | 2,2                  | 5,4     | 7,9  | 29,9 | 19,5 | 7,8 | 57,3 | 34,8 | Tu3  | 3,96 | -             | 7,5 YR 4/6                 | 0,5                    | 0,9              |        |            |
| 5                            | Bt    | 45-63    | 0,0                   | 0,6               | 3,2                  | 5,7     | 9,4  | 26,7 | 18,5 | 6,4 | 51,6 | 39,0 | Tu3  | 4,53 | -             | 7,5 YR 4/6                 | 0,3                    | 0,5              |        |            |
| 6                            | Bv-Cv | 63-67    | 0,1                   | 0,8               | 4,5                  | 6,6     | 11,9 | 30,3 | 19,0 | 6,5 | 55,9 | 32,3 | Tu3  | 6,95 | 2,80          | 7,5 YR 4/4                 | 0,4                    | 0,7              |        |            |
| 7                            | eICv  | 67-95    | 0,1                   | 0,8               | 4,2                  | 6,2     | 11,2 | 34,0 | 22,4 | 7,7 | 64,1 | 24,7 | Lu   | 7,38 | 20,50         | 10 YR 6/6                  | 0,4                    | 0,7              |        |            |

| A 2.44<br>Profil<br>7038-132 | Probe     | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-----------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|----------------------------|------------------------|------------------|--------|------------|
|                              |           |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |                            |                        |                  |        |            |
|                              |           |          |                       |                   | 1                    | Al   | 7-29 | 0,4  | 1,5  | 5,4  | 7,1  | 14,0 | 33,4 | 25,3 |               |                            |                        |                  |        |            |
| 2                            | Bt        | 29-50    | 0,1                   | 0,9               | 4,8                  | 5,7  | 11,5 | 25,8 | 16,6 | 6,7  | 49,1 | 39,4 | Lt3  | 3,85 | -             | 7,5 YR 4/4                 | 0,3                    | 0,5              |        |            |
| 3                            | II Bt     | 50-59    | 1,7                   | 7,6               | 15,3                 | 11,6 | 34,5 | 17,6 | 11,6 | 5,7  | 34,9 | 30,6 | Lt2  | 4,19 | -             | 7,5 YR 4/6                 | 0,1                    | 0,2              |        |            |
| 4                            | III fBt   | 59-65    | 30,3                  | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 4,35 | -             | 7,5 YR 4/4                 | 0,1                    | 0,2              |        |            |
| 5                            | IV fBt    | 65-80    | 4,8                   | 8,3               | 14,7                 | 15,1 | 38,0 | 15,5 | 10,6 | 5,2  | 31,3 | 30,7 | Lt2  | 4,42 | -             | 7,5 YR 4/6                 | 0,1                    | 0,2              |        |            |
| 6                            | V fBt     | 80-84    | 11,7                  | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 4,46 | -             | 7,5 YR 4/6                 | 0,1                    | 0,2              |        |            |
| 7                            | VI fBt-Cv | 84-111   | 2,0                   | 6,9               | 18,2                 | 14,6 | 39,7 | 14,7 | 10,5 | 5,2  | 30,4 | 29,9 | Lt2  | 4,67 | -             | 7,5 YR 5/6                 | 0,1                    | 0,2              |        |            |
| 8                            | VII ICv   | 111-115  | 34,4                  | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 4,82 | -             | 7,5 YR 4/6                 | 0,1                    | 0,2              |        |            |
| 9                            | VIII ICv  | 115-120  | 0,5                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 4,99 | -             | 7,5 YR 4/6                 | 0,1                    | 0,2              |        |            |

8 Anhang

| A 2.45<br>Profil<br>7038-133 | Probe      | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|------------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |            |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |            |          |                       |                   |                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |               |            |                  |        |            |
| 1                            | AhI        | 1,5-6    | 0,6                   | 2,8               | 8,4                  | 8,1  | 19,3 | 33,4 | 21,9 | 9,3  | 64,6 | 16,1 | Uls  | 3,38 | -             | 10 YR 5/6     | 1,2        | 2,1              |        |            |
| 2                            | Al/M       | 6-23     | 0,5                   | 3,0               | 8,9                  | 9,2  | 21,1 | 29,9 | 23,5 | 8,9  | 62,3 | 16,6 | Uls  | 3,72 | -             | 10 YR 5/6     | 0,6        | 1,0              |        |            |
| 3                            | Al-Bt/M    | 23-28    | 0,5                   | 2,7               | 7,6                  | 8,2  | 18,5 | 28,3 | 22,1 | 8,3  | 58,7 | 22,8 | Lu   | 3,66 | -             | 10 YR 4/6     | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 4                            | II Bt      | 28-40    | 2,2                   | 5,2               | 9,7                  | 8,0  | 23,0 | 17,9 | 16,2 | 8,3  | 42,4 | 34,6 | Lt2  | 3,75 | -             | 7,5 YR 4/6    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 5                            | III fBt    | 40-53    | 14,4                  | 11,2              | 14,8                 | 10,7 | 36,7 | 13,9 | 12,5 | 5,8  | 32,2 | 31,2 | Lt2  | 4,04 | -             | 7,5 YR 4/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 6                            | IV fBt     | 53-65    | 2,2                   | 6,6               | 18,4                 | 11,8 | 36,9 | 12,7 | 11,6 | 5,8  | 30,1 | 33,0 | Lt2  | 4,28 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 7                            | V fBt      | 65-70    | 4,0                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 4,40 | -             | 7,5 YR 4/6    | n.b.       | n.b.             |        |            |
| 8                            | VI fBt     | 70-90    | 5,5                   | 6,9               | 15,3                 | 12,7 | 34,8 | 14,7 | 10,9 | 5,5  | 31,2 | 33,9 | Lt2  | 4,51 | -             | 7,5 YR 4/6    | n.b.       | n.b.             |        |            |
| 9                            | VII fBt    | 90-94    | 7,4                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 4,73 | -             | 7,5 YR 4/6    | n.b.       | n.b.             |        |            |
| 10                           | VIII Bt-Cv | 94-117   | 4,2                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 4,82 | -             | 7,5 YR 4/6    | n.b.       | n.b.             |        |            |
| 11                           | IX BvCv    | 117-140  | 1,8                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 4,83 | -             | 7,5 YR 4/6    | n.b.       | n.b.             |        |            |
| 12                           | elCv       | 140-160  | 0,2                   | 2,0               | 3,2                  | 4,5  | 9,7  | 36,8 | 25,0 | 4,8  | 66,6 | 23,7 | Ut4  | 7,01 | 18,40         | 10 YR 5/6     | n.b.       | n.b.             |        |            |

| A 2.46<br>Profil<br>7038-134 | Probe   | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |      |      |      |     |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|---------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |         |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T   |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |         |          |                       |                   |                      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |               |               |            |                  |        |            |
| 1                            | Al      | 5-31     | 0,0                   | 1,0               | 3,8                  | 7,7  | 12,5 | 35,0 | 27,6 | 10,7 | 73,4 | 14,1 | Ut3 | 3,78 | -             | 10 YR 6/4     | 0,6        | 1,0              |        |            |
| 2                            | Bt      | 31-59    | 0,1                   | 0,8               | 4,1                  | 8,4  | 13,3 | 33,0 | 25,3 | 9,4  | 67,7 | 19,0 | Ut4 | 3,86 | -             | 7,5 YR 5/4    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 3                            | II Bt   | 59-74    | 0,0                   | 0,3               | 2,7                  | 8,5  | 11,5 | 28,2 | 20,6 | 8,7  | 57,6 | 30,9 | Tu3 | 4,84 | -             | 5 YR 4/4      | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 4                            | III fBt | 74-112   | 0,0                   | 0,2               | 2,1                  | 8,5  | 10,7 | 23,4 | 20,6 | 8,0  | 51,9 | 37,4 | Tu3 | 5,55 | -             | 7,5 YR 4/3    | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 5                            | ICv     | 112-130  | 0,0                   | 0,3               | 1,9                  | 8,0  | 10,2 | 30,1 | 20,7 | 7,5  | 58,3 | 31,5 | Tu3 | 6,50 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 6                            | elCv    | 130-150  | 0,2                   | 0,9               | 5,9                  | 10,6 | 17,3 | 34,6 | 20,1 | 8,0  | 62,7 | 20,0 | Lu  | 7,29 | 21,60         | 7,5 YR 5/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |

| A 2.47<br>Profil<br>7038-156 | Probe      | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|------------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |            |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |            |          |                       |                   |                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |               |            |                  |        |            |
| 1                            | II fAh/Aa? | 72-79    | 0,0                   | 0,8               | 1,6                  | 5,4  | 7,7  | 10,5 | 29,6 | 21,7 | 61,8 | 30,5 | Tu3  | n.b. | -             | 7,5 YR 3/1    | 13,0       | 22,4             |        |            |
| 2                            | nH         | 79-80    | 0,0                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | -             | 7,5 YR 2/1    | 19,6       | 33,7             |        |            |
| 3                            | III fM'Gr  | 117-125  | 0,0                   | 0,2               | 0,9                  | 2,0  | 3,0  | 15,4 | 39,4 | 16,4 | 71,2 | 25,8 | Tu4  | n.b. | -             | 7,5 YR 4/2    | 4,1        | 7,1              |        |            |

| A 2.48<br>Profil<br>7038-157 | Probe    | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|----------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |          |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |          |          |                       |                   |                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |               |            |                  |        |            |
| 1                            | II M     | 100-125  | 0,0                   | 0,4               | 3,7                  | 6,1  | 10,2 | 34,0 | 24,7 | 9,7  | 68,4 | 21,4 | Ut4  | n.b. | -             | 7,5 YR 2/2    | 2,9        | 5,0              |        |            |
| 2                            | III M-nH | 125-138  | 0,0                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | -             | 7,5 YR 2/2    | 7,7        | 13,2             |        |            |
| 3                            | IV M     | 138-144  | 0,0                   | 0,6               | 3,9                  | 5,0  | 9,4  | 35,8 | 28,7 | 8,5  | 73,0 | 17,6 | Ut4  | n.b. | -             | 7,5 YR 5/1    | 1,6        | 2,8              |        |            |
| 4                            | V nH     | 144-154  | 0,5                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | -             | 7,5 YR 2/2    | 18,3       | 31,5             |        |            |

| A 2.49<br>Profil<br>7038-158 | Probe    | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|----------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |          |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |          |          |                       |                   |                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |               |            |                  |        |            |
| 1                            | IV clCck | 279-303  | n.b.                  | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.          | 99,40         | 10 YR 4/2  | n.b.             | n.b.   |            |
| 2                            | IX MfGr  | 347-352  | 0,0                   | 0,1               | 0,5                  | 2,9  | 3,5  | 52,1 | 26,3 | 4,4  | 82,8 | 13,7 | Ut3  | n.b. | 24,60         | 2,5 Y 3/3     | 1,1        | 1,9              |        |            |

| A 2.50<br>Profil<br>7038-159 | Probe | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |     |      |      |      |     |      |      |     |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----|------|------|------|-----|------|------|-----|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |       |          |                       |                   | gS                   | mS  | fS   | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T   |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |       |          |                       |                   |                      |     |      |      |      |     |      |      |     |      |               |               |            |                  |        |            |
| 1                            | M     | 0-5      | 0,0                   | 1,9               | 2,8                  | 5,5 | 10,2 | 35,6 | 25,4 | 9,8 | 70,8 | 19,0 | Ut4 | 6,95 | 0,80          | 2,5 Y 5/3     | 2,3        | 4,0              |        |            |
| 2                            | M     | 0-5      | 0,0                   | 0,0               | 0,6                  | 3,1 | 3,8  | 51,7 | 25,2 | 6,1 | 83,0 | 13,2 | Ut3 | 6,88 | 0,00          | 10 YR 4/3     | 1,4        | 2,4              |        |            |

8 Anhang

| A 2.51<br>Profil<br>7038-160 | Probe        | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |         |       |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|--------------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|---------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |              |          |                       |                   | gS                   | mS      | fS    | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |              |          |                       |                   | 1                    | M (Sw?) | 30-49 | 0,0  | 1,1  | 4,6 | 5,6  | 11,3 | 34,6 | 28,0 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | M-Sw         | 49-64    | 0,3                   | 2,1               | 6,3                  | 6,6     | 15,0  | 32,6 | 25,7 | 8,3 | 66,6 | 18,4 | Ut4  | 5,62 | -             | 10 YR 5/4     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 3                            | II M-Sd-Go   | 64-111   | 0,0                   | 1,3               | 5,7                  | 6,2     | 13,1  | 32,8 | 25,5 | 7,5 | 65,9 | 21,0 | Ut4  | 5,83 | -             | 10 YR 5/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 4                            | III fAa*-Gro | 111-145  | 0,4                   | 5,6               | 13,3                 | 10,0    | 28,9  | 23,2 | 17,9 | 7,0 | 48,1 | 23,0 | Ls2  | 5,88 | -             | 10 YR 3/3     | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 5                            | fAh*-Gro     | 145-161  | 1,6                   | 6,0               | 18,4                 | 11,4    | 35,8  | 17,7 | 14,3 | 5,8 | 37,9 | 26,4 | Lt2  | 6,23 | -             | 10 YR 3/3     | 0,2        | 0,3              |        |            |

| A 2.52<br>Profil<br>7038-161 | Probe   | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |     |       |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|---------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----|-------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |         |          |                       |                   | gS                   | mS  | fS    | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |         |          |                       |                   | 1                    | M   | 25-42 | 0,3  | 1,2  | 5,3 | 5,8  | 12,3 | 31,9 | 24,2 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II fBtv | 42-56    | 0,2                   | 0,6               | 4,8                  | 6,1 | 11,5  | 27,6 | 20,4 | 6,9 | 54,9 | 33,6 | Tu3  | 4,37 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 3                            | Bv      | 56-63    | 0,0                   | 1,2               | 7,6                  | 9,4 | 18,1  | 24,7 | 17,6 | 6,3 | 48,6 | 33,3 | Lt2  | 4,31 | -             | 5 YR 4/6      | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 4                            | III fBt | 63-110   | 0,1                   | 1,5               | 8,2                  | 9,6 | 19,2  | 24,0 | 18,4 | 7,0 | 49,4 | 31,4 | Lt2  | 4,37 | -             | 7,5 YR 4/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |

| A 2.53<br>Profil<br>7038-162 | Probe     | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |       |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-----------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |           |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS    | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |           |          |                       |                   | 1                    | M    | 28-39 | 0,1  | 1,0  | 4,5 | 5,0  | 10,5 | 29,2 | 25,4 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II fBt    | 39-62    | 0,0                   | 0,6               | 3,2                  | 4,2  | 8,1   | 26,5 | 21,7 | 6,8 | 55,0 | 36,8 | Tu3  | 4,50 | -             | 5 YR 3/6      | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 3                            | fBv       | 62-80    | 2,1                   | 0,7               | 3,3                  | 4,1  | 8,1   | 30,2 | 23,9 | 7,3 | 61,4 | 30,6 | Tu3  | 4,42 | -             | 5 YR 4/8      | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 4                            | fBv       | 80-100   | 0,1                   | 1,3               | 5,0                  | 5,5  | 11,8  | 26,7 | 22,5 | 7,8 | 57,0 | 31,3 | Tu3  | 4,50 | -             | 5 YR 3/6      | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 5                            | III Bv-Cv | 110-228  | 1,3                   | 5,2               | 17,2                 | 17,4 | 39,8  | 14,2 | 11,3 | 5,3 | 30,8 | 29,3 | Lt2  | 4,65 | -             | 5 YR 4/8      | 0,1        | 0,2              |        |            |

| A 2.54<br>Profil<br>7038-163 | Probe    | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |       |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|----------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |          |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS    | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |          |          |                       |                   | 1                    | Bt   | 28-45 | 0,0  | 0,4  | 2,8 | 3,5  | 6,8  | 24,4 | 20,5 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | ICcv     | 48-75    | 0,0                   | 1,2               | 6,4                  | 6,3  | 13,9  | 28,0 | 23,1 | 9,2 | 60,2 | 25,8 | Lu   | 6,72 | 6,60          | 7,5 YR 4/6    | n.b.       | n.b.             |        |            |
| 3                            | ICcv     | 75-100   | 0,0                   | 2,0               | 8,1                  | 6,4  | 16,5  | 23,1 | 22,7 | 8,0 | 53,8 | 29,7 | Lu   | 6,83 | 1,00          | 7,5 YR 5/6    | n.b.       | n.b.             |        |            |
| 4                            | II fBtvc | 120-140  | 0,0                   | 0,6               | 3,6                  | 4,7  | 8,9   | 24,2 | 20,3 | 7,5 | 52,0 | 39,1 | Tu3  | 6,80 | 1,40          | 7,5 YR 4/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 5                            | Bv-Cv    | 190-210  | 0,0                   | 0,5               | 6,2                  | 7,0  | 13,7  | 23,4 | 21,0 | 6,7 | 51,1 | 35,2 | Tu3  | 6,72 | -             | 7,5 YR 4/8    | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 6                            | III ICv  | 290-310  | 0,0                   | 0,8               | 11,5                 | 12,6 | 25,0  | 18,7 | 15,9 | 6,7 | 41,3 | 33,7 | Lt2  | 6,56 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |

| A 2.55<br>Profil<br>7038-164 | Probe   | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |       |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|---------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |         |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS    | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |         |          |                       |                   | 1                    | Bt   | 28-45 | 0,1  | 0,8  | 3,1 | 4,5  | 8,4  | 27,0 | 21,4 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            |         | 45-60    | 0,1                   | 0,4               | 2,2                  | 3,5  | 6,2   | 27,7 | 21,9 | 7,5 | 57,1 | 36,7 | Tu3  | 6,57 | -             | 7,5 YR 4/6    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 3                            | elCcv   | 60-100   | 0,0                   | 0,5               | 1,9                  | 2,8  | 5,3   | 35,9 | 29,7 | 7,5 | 73,1 | 21,6 | Ut4  | 7,27 | 10,60         | 7,5 YR 4/6    | n.b.       | n.b.             |        |            |
| 4                            |         | 125-175  | 0,0                   | 1,4               | 6,2                  | 6,0  | 13,7  | 27,9 | 24,9 | 8,3 | 61,2 | 25,1 | Lu   | 7,30 | 22,90         | 7,5 YR 4/6    | n.b.       | n.b.             |        |            |
| 5                            | II Btv  | 175-191  | 0,0                   | 1,7               | 5,7                  | 5,3  | 12,7  | 29,9 | 22,8 | 9,5 | 62,2 | 25,1 | Lu   | 7,11 | -             | 7,5 YR 4/6    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 6                            | Bv-Cv   | 191-258  | 0,0                   | 3,2               | 4,1                  | 4,7  | 12,0  | 32,1 | 23,4 | 8,1 | 63,6 | 24,4 | Lu   | 7,06 | -             | 7,5 YR 4/4    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 7                            | III fBt | 258-346  | 0,0                   | 0,8               | 3,0                  | 4,6  | 8,4   | 25,0 | 20,0 | 7,4 | 52,4 | 39,3 | Tu3  | 7,00 | -             | 7,5 YR 4/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 8                            | Bv-Cv   | 346-379  | 0,0                   | 0,6               | 3,7                  | 5,7  | 10,0  | 27,1 | 20,7 | 6,4 | 54,3 | 35,7 | Tu3  | 6,96 | -             | 7,5 YR 4/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 9                            | ICv     | 379-433  | 0,0                   | 0,7               | 5,2                  | 6,5  | 12,5  | 27,1 | 22,8 | 6,3 | 56,2 | 31,3 | Tu3  | 6,97 | -             | 7,5 YR 4/6    | n.b.       | n.b.             |        |            |
| 10                           | IV ICv  | 433-545  | 0,0                   | 1,2               | 16,5                 | 13,2 | 30,9  | 16,7 | 14,8 | 5,9 | 37,4 | 31,7 | Lt2  | 6,92 | -             | 7,5 YR 5/6    | n.b.       | n.b.             |        |            |
| 11                           | V ICv   | 545-700  | 0,2                   | 3,2               | 28,7                 | 19,3 | 51,1  | 7,1  | 5,6  | 2,8 | 15,5 | 33,4 | Lts  | 6,93 | -             | 7,5 YR 5/6    | n.b.       | n.b.             |        |            |

8 Anhang

| A 2.56<br>Profil<br>7038-165 | Probe    | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |       |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|----------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |          |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS    | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |          |          |                       |                   | 1                    | Sw-M | 30-50 | 0,0  | 1,0  | 5,3  | 6,3  | 12,6 | 32,1 | 26,8 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | Sw-M     | 50-70    | 0,0                   | 1,2               | 5,3                  | 6,2  | 12,7  | 32,9 | 26,1 | 8,8  | 67,8 | 19,5 | Ut4  | 5,27 | -             | 7.5 YR 4/4    | 0,5        | 0,9              |        |            |
| 3                            | Sw-M     | 70-100   | 0,1                   | 1,3               | 5,3                  | 5,9  | 12,6  | 32,1 | 26,2 | 8,9  | 67,3 | 20,2 | Ut4  | 5,82 | -             | 7.5 YR 3/4    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 4                            | M-Sd-Gro | 100-141  | 0,0                   | 1,2               | 6,9                  | 7,2  | 15,2  | 29,5 | 25,0 | 7,8  | 62,4 | 22,4 | Lu   | 6,18 | -             | 7.5 YR 4/4    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 5                            | II fAa   | 141-178  | 0,4                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b.  | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,13 | -             | 7.5 YR 2/1    | 1,1        | 1,9              |        |            |

| A 2.57<br>Profil<br>7038-166 | Probe  | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |       |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|--------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |        |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS    | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |        |          |                       |                   | 1                    | M    | 25-39 | 0,4  | 1,8  | 5,4 | 5,8  | 12,9 | 29,4 | 23,7 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II fBt | 39-75    | 0,0                   | 0,5               | 2,0                  | 3,7  | 6,3   | 29,0 | 20,1 | 7,4 | 56,5 | 37,2 | Tu3  | 4,41 | -             | 5 YR 4/8      | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 3                            | Btv-Bv | 76-100   | 0,0                   | 0,4               | 3,0                  | 5,4  | 8,8   | 26,3 | 19,7 | 6,6 | 52,5 | 38,7 | Tu3  | 4,51 | -             | 5 YR 4/6      | 0,1        | 0,2              |        |            |
| 4                            | Bv-ICv | 285-300  | 0,0                   | 2,6               | 13,6                 | 15,1 | 31,3  | 21,9 | 15,7 | 5,0 | 42,6 | 26,1 | Lt2  | 4,92 | -             | 5 YR 4/8      | 0,1        | 0,2              |        |            |

| A 2.58<br>Profil<br>7038-167 | Probe       | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |     |       |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-------------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----|-------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |             |          |                       |                   | gS                   | mS  | fS    | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |             |          |                       |                   | 1                    | M   | 28-40 | 0,0  | 1,1  | 3,9 | 4,8  | 9,8  | 30,7 | 24,2 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II Bt       | 40-60    | 0,0                   | 0,4               | 2,2                  | 3,3 | 6,0   | 27,6 | 21,5 | 6,1 | 55,2 | 38,8 | Tu3  | 4,37 | -             | 7.5 YR 4/6    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 3                            | III (?) ICv | 60-155   | 0,0                   | 0,6               | 7,1                  | 6,4 | 14,1  | 23,5 | 20,7 | 7,9 | 52,1 | 33,8 | Tu3  | 4,47 | -             | 7.5 YR 4/6    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 4                            | IV ICv      | 155-226  | 0,2                   | 4,5               | 4,7                  | 5,9 | 15,0  | 29,6 | 21,9 | 7,7 | 59,1 | 25,8 | Lu   | 5,12 | -             | 5 YR 4/6      | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 5                            | V fBtv      | 226-300  | 0,0                   | 1,2               | 6,1                  | 5,5 | 12,8  | 25,7 | 19,0 | 6,8 | 51,5 | 35,7 | Tu3  | 4,95 | -             | 5 YR 4/8      | 0,2        | 0,3              |        |            |

| A 2.59<br>Profil<br>7038-168 | Probe         | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|---------------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |               |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |               |          |                       |                   | 1                    | Ap   | 0-32 | 0,0  | 0,1  | 0,4  | 2,0  | 2,5  | 15,1 | 25,2 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | M-Go          | 32-70    | 0,0                   | 0,1               | 0,7                  | 1,3  | 2,1  | 14,1 | 28,2 | 17,2 | 59,5 | 38,3 | Tu3  | 6,77 | -             | 5 YR 4/4      | 1,2        | 2,1              |        |            |
| 3                            | M-Gor         | 70-75    | 0,0                   | 0,0               | 0,3                  | 2,2  | 2,5  | 9,5  | 21,4 | 19,2 | 50,1 | 47,4 | Tu2  | 6,80 | -             | 5 YR 3/1      | 2,9        | 5,0              |        |            |
| 4                            | M-Gr          | 75-81    | 0,0                   | 1,3               | 1,5                  | 4,0  | 6,7  | 11,5 | 26,5 | 20,3 | 58,3 | 35,0 | Tu3  | 6,73 | -             | 5 YR 3/1      | 6,6        | 11,4             |        |            |
| 5                            | ICcv+nHc      | 211-227  | 0,1                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 99,60         | 5 YR 4/1      | n.b.       | n.b.             |        |            |
| 6                            | III M (?) fGr | 281-287  | 0,0                   | 0,9               | 6,4                  | 10,1 | 17,4 | 13,3 | 21,2 | 22,8 | 57,3 | 25,3 | Lu   | 7,14 | 98,70         | 5 YR 4/1      | 3,4        | 5,8              |        |            |

| A 2.60<br>Profil<br>7038-169 | Probe    | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |     |      |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|----------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |          |          |                       |                   | gS                   | mS  | fS   | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |          |          |                       |                   | 1                    | Ap  | 0-17 | 0,3  | 1,3  | 5,1 | 6,1  | 12,5 | 29,1 | 24,2 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II fApc  | 17-23    | 0,5                   | 1,3               | 5,3                  | 6,1 | 12,8 | 29,1 | 24,6 | 7,5 | 61,2 | 26,1 | Lu   | 7,37 | 0,86          | 7.5 YR 4/4    | 1,3        | 2,2              |        |            |
| 3                            | III Bt   | 23-40    | 0,1                   | 0,4               | 2,3                  | 3,2 | 5,9  | 25,4 | 20,7 | 8,2 | 54,3 | 39,8 | Tu3  | 7,14 | -             | 7.5 YR 4/6    | 0,5        | 0,9              |        |            |
| 4                            | III Bt   | 40-56    | 0,1                   | 0,2               | 1,4                  | 3,1 | 4,6  | 28,7 | 23,5 | 7,2 | 59,5 | 35,9 | Tu3  | 7,10 | -             | 7.5 YR 5/4    | 0,5        | 0,9              |        |            |
| 5                            | elCcv    | 56-100   | 0,0                   | 0,6               | 3,4                  | 4,4 | 8,5  | 32,9 | 25,9 | 7,8 | 66,6 | 24,9 | Ut4  | 7,67 | 17,10         | 10 YR 5/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 6                            | elCcv    | 100-132  | 0,0                   | 0,9               | 6,4                  | 6,7 | 14,0 | 25,7 | 21,7 | 8,3 | 55,7 | 30,3 | Tu3  | 7,61 | 1,30          | 10 YR 5/6     | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 7                            | IV ICv   | 132-176  | 0,0                   | 0,9               | 6,1                  | 5,8 | 12,8 | 25,0 | 21,3 | 9,1 | 55,3 | 31,8 | Tu3  | 7,36 | -             | 10 YR 5/6     | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 8                            | V fBv    | 176-194  | 0,6                   | 1,2               | 6,1                  | 5,6 | 12,9 | 24,4 | 22,5 | 8,8 | 55,7 | 31,4 | Tu3  | 7,29 | -             | 10 YR 5/6     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 9                            | VI ICv   | 194-230  | 0,1                   | 1,4               | 4,9                  | 5,2 | 11,4 | 29,9 | 24,4 | 8,3 | 62,6 | 26,0 | Lu   | 7,22 | -             | 10 YR 5/6     | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 10                           | VII BvCv | 230-255  | 0,3                   | 3,0               | 4,5                  | 7,3 | 14,8 | 31,2 | 23,8 | 8,3 | 63,3 | 21,9 | Lu   | 7,23 | -             | 10 YR 5/6     | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 11                           | VIII fBt | 255-326  | 0,1                   | 0,5               | 2,4                  | 4,2 | 7,1  | 22,7 | 21,8 | 8,5 | 52,9 | 40,0 | Tu3  | 7,21 | -             | 7.5 YR 5/6    | 0,1        | 0,2              |        |            |

8 Anhang

| A 2.61<br>Profil<br>7038-170 | Probe    | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |     |      |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|----------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |          |          |                       |                   | gS                   | mS  | fS   | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |          |          |                       |                   | 1                    | Ap  | 0-30 | 0,2  | 0,7  | 4,1 | 5,7  | 10,4 | 30,1 | 22,3 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | II Bt    | 30-50    | 0,1                   | 0,2               | 2,6                  | 3,9 | 6,7  | 31,1 | 21,0 | 6,6 | 58,7 | 34,6 | Tu3  | 7,00 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 3                            | elCcv    | 50-75    | 0,6                   | 0,7               | 5,8                  | 5,6 | 12,1 | 33,1 | 23,5 | 6,4 | 63,0 | 25,0 | Lu   | 7,58 | 17,10         | 7,5 YR 4/4    | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 4                            | III ICcv | 75-106   | 0,2                   | 0,8               | 8,0                  | 7,7 | 16,5 | 24,4 | 19,6 | 8,3 | 52,3 | 31,2 | Tu3  | 7,49 | 3,60          | 10 YR 4/6     | 0,4        | 0,7              |        |            |

| A 2.62<br>Profil<br>7038-174 | Probe | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |       |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |       |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS    | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |       |          |                       |                   | 1                    | M    | 32-52 | 0,2  | 1,2  | 9,1 | 8,0  | 18,3 | 24,5 | 21,1 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | M     | 52-75    | 0,0                   | 1,0               | 6,2                  | 6,6  | 13,7  | 24,6 | 22,3 | 8,4 | 55,2 | 31,1 | Tu3  | 7,41 | -             | 10 YR 5/6     | 0,5        | 0,9              |        |            |
| 3                            | II Bt | 75-96    | 0,1                   | 1,1               | 3,8                  | 5,3  | 10,2  | 25,5 | 20,1 | 9,1 | 54,8 | 35,0 | Tu3  | 7,43 | -             | 7,5 YR 5/6    | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 4                            | ICv   | 96-250   | 0,1                   | 0,6               | 7,7                  | 13,5 | 21,8  | 21,3 | 15,4 | 7,4 | 44,1 | 34,1 | Lt2  | 7,31 | -             | 10 YR 5/6     | 0,2        | 0,3              |        |            |

| A 2.63<br>Profil<br>7038-175 | Probe       | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-------------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |             |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |             |          |                       |                   | 1                    | Ap   | 0-16 | 0,0  | 1,3  | 6,7  | 7,5  | 15,5 | 32,6 | 22,7 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | Ap          | 16-25    | 0,2                   | 1,6               | 6,6                  | 7,6  | 15,8 | 32,9 | 23,1 | 8,7  | 64,7 | 19,5 | Lu   | 6,64 | -             | 7,5 YR 4/3    | 1,4        | 2,4              |        |            |
| 3                            | M           | 25-50    | 0,5                   | 1,4               | 6,2                  | 7,6  | 15,2 | 32,9 | 24,2 | 15,7 | 72,9 | 11,8 | Ut2  | 6,84 | -             | 7,5 YR 4/4    | 0,9        | 1,5              |        |            |
| 4                            | M           | 50-75    | 0,0                   | 0,9               | 4,5                  | 6,9  | 12,4 | 35,6 | 25,0 | 10,7 | 71,3 | 16,3 | Ut3  | 6,82 | -             | 7,5 YR 4/4    | 0,5        | 0,9              |        |            |
| 5                            | M           | 75-100   | 0,0                   | 1,0               | 3,4                  | 5,6  | 10,1 | 35,4 | 26,5 | 8,5  | 70,3 | 19,6 | Ut4  | 6,78 | -             | 7,5 YR 4/6    | 0,5        | 0,9              |        |            |
| 6                            | M           | 100-148  | 0,0                   | 0,8               | 4,3                  | 6,0  | 11,1 | 32,9 | 25,3 | 8,7  | 66,9 | 22,0 | Ut4  | 6,45 | -             | 5 YR 3/6      | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 7                            | M           | 148-178  | 0,0                   | 0,9               | 4,7                  | 5,6  | 11,1 | 32,4 | 25,9 | 7,3  | 65,6 | 23,3 | Ut4  | 6,00 | -             | 10 YR 4/4     | 0,3        | 0,5              |        |            |
| 8                            | II fAh      | 178-206  | 0,2                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,05 | -             | 10 YR 3/2     | 0,6        | 1,0              |        |            |
| 9                            | III fAa-.Go | 206-218  | 0,2                   | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 6,23 | -             | 10 YR 4/3     | 0,2        | 0,3              |        |            |
| 10                           | Go          | 218-273  | 0,1                   | 0,9               | 5,4                  | 6,2  | 12,5 | 27,5 | 21,7 | 7,2  | 56,4 | 31,1 | Tu3  | 6,64 | -             | 2,5 Y 5/3     | 0,3        | 0,5              |        |            |

| A 2.64<br>Profil<br>7038-176 | Probe       | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |       |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-------------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |             |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS    | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |             |          |                       |                   | 1                    | M-Go | 15-40 | 0,0  | 0,5  | 1,7  | 3,2  | 5,5  | 26,2 | 32,8 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | M-Go        | 40-67    | 0,0                   | 0,0               | 0,1                  | 0,6  | 0,7   | 15,7 | 35,9 | 15,9 | 67,5 | 31,8 | Tu4  | 7,06 | -             | 10 YR 4/3     | 0,9        | 1,5              |        |            |
| 3                            | M-Gr        | 67-77    | 0,0                   | 0,0               | 0,2                  | 0,7  | 1,0   | 8,1  | 31,8 | 22,1 | 62,0 | 37,0 | Tu3  | 7,09 | 1,10          | 10 YR 4/2     | 2,1        | 3,6              |        |            |
| 4                            | II nH       | 78-79    | n.b.                  | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b.  | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.          | n.b.          | n.b.       | n.b.             | n.b.   |            |
| 5                            | III elCv'Gr | 79+      | 0,0                   | 0,5               | 3,9                  | 6,9  | 11,2  | 33,0 | 23,4 | 7,5  | 63,8 | 24,9 | Lu   | 7,58 | 12,80         | 7,5 Y 5/2     | 0,3        | 0,5              |        |            |

| A 2.65<br>Profil<br>7038-177 | Probe      | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |     |       |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl2) | CaCO3<br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|------------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|---------------|------------|------------------|--------|------------|
|                              |            |          |                       |                   | gS                   | mS  | fS    | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |               |            |                  |        |            |
|                              |            |          |                       |                   | 1                    | M   | 23-50 | 0,0  | 0,7  | 3,4  | 5,7  | 9,8  | 30,8 | 29,5 |               |               |            |                  |        |            |
| 2                            | M-Go       | 50-69    | 0,0                   | 1,6               | 4,6                  | 5,1 | 11,3  | 36,3 | 27,1 | 7,9  | 71,2 | 17,5 | Ut4  | 6,79 | -             | 10YR4/2       | 0,5        | 0,9              |        |            |
| 3                            | M-Go (II?) | 69-100   | 0,0                   | 1,0               | 2,4                  | 3,2 | 6,6   | 39,3 | 29,0 | 7,9  | 76,2 | 17,2 | Ut4  | 6,58 | -             | 7,5YR4/2      | 0,4        | 0,7              |        |            |
| 4                            | II fM'Go   | 114-130  | 0,0                   | 0,4               | 1,1                  | 2,4 | 3,8   | 22,0 | 33,5 | 14,7 | 70,2 | 26,0 | Tu4  | 6,29 | -             | 7,5YR4/4      | 0,9        | 1,5              |        |            |
| 5                            | III fM'Gr  | 130-160  | 0,0                   | 0,1               | 1,9                  | 4,3 | 6,3   | 31,3 | 29,8 | 11,1 | 72,2 | 21,5 | Ut4  | 6,15 | -             | 10YR3/1       | 1,3        | 2,2              |        |            |
| 6                            | V fM'Gr    | 169-205  | 0,0                   | 0,7               | 5,2                  | 6,5 | 12,4  | 28,4 | 27,8 | 9,8  | 66,0 | 21,7 | Ut4  | 6,17 | -             | 10YR3/1       | 1,0        | 1,7              |        |            |
| 7                            | V fM'Gr    | 205-241  | 0,0                   | 0,6               | 5,4                  | 7,2 | 13,2  | 30,6 | 25,2 | 10,0 | 65,7 | 21,1 | Ut4  | 6,34 | -             | 10YR3/1       | 1,4        | 2,4              |        |            |

8 Anhang

| A 2.66<br>Profil<br>7038-178 | Probe      | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |     |       |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|------------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----|-------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|----------------------------|------------------------|------------------|--------|------------|
|                              |            |          |                       |                   | gS                   | mS  | fS    | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |                            |                        |                  |        |            |
|                              |            |          |                       |                   | 1                    | M   | 17-65 | 0,3  | 3,4  | 8,2 | 7,5  | 19,1 | 32,5 | 24,0 |               |                            |                        |                  |        |            |
| 2                            | M          | 65-100   | 0,0                   | 1,0               | 4,7                  | 6,8 | 12,6  | 40,2 | 24,7 | 6,6 | 71,5 | 16,0 | Ut3  | 6,68 | -             | 7.5 YR 4/4                 | 0,4                    | 0,7              |        |            |
| 3                            | M          | 100-125  | 0,1                   | 1,4               | 6,4                  | 7,6 | 15,4  | 34,6 | 25,2 | 7,9 | 67,7 | 17,0 | Ut3  | 6,63 | -             | 10 YR 3/4                  | 0,5                    | 0,9              |        |            |
| 4                            | II fM      | 125-167  | 0,0                   | 1,0               | 6,2                  | 7,0 | 14,3  | 31,0 | 25,9 | 9,9 | 66,8 | 18,9 | Ut4  | 6,43 | -             | 7.5 YR 3/4                 | 0,5                    | 0,9              |        |            |
| 5                            | III fAa'Go | 167-195  | 0,1                   | 1,2               | 7,2                  | 9,0 | 17,3  | 26,2 | 21,9 | 8,3 | 56,4 | 26,3 | Lu   | 6,39 | -             | 7.5 YR 2/1                 | 0,8                    | 1,4              |        |            |
| 6                            | Gco        | 195-300  | 0,0                   | 0,6               | 6,8                  | 9,1 | 16,5  | 29,0 | 23,1 | 8,2 | 60,3 | 23,2 | Lu   | 7,20 | 8,90          | 10 YR 4/6                  | 0,2                    | 0,3              |        |            |

| A 2.67<br>Profil<br>7038-182 | Probe | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |       |       |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|-------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|----------------------------|------------------------|------------------|--------|------------|
|                              |       |          |                       |                   | gS                   | mS    | fS    | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |                            |                        |                  |        |            |
|                              |       |          |                       |                   | 1                    | Sw-jC | 40-50 | -    | 0,9  | 5,9 | 5,9  | 12,7 | 29,0 | 23,4 |               |                            |                        |                  |        |            |
| 2                            | Sw-jC | 40-50    | -                     | 1,1               | 4,8                  | 5,2   | 11,2  | 28,2 | 23,6 | 7,9 | 59,8 | 29,0 | Lu   | 6,54 | -             | 7.5 YR 5/4                 | 0,3                    | 0,5              |        |            |
| 3                            | Sw-jC | 40-50    | -                     | 0,8               | 5,2                  | 5,2   | 11,3  | 28,5 | 23,1 | 9,3 | 60,9 | 27,9 | Lu   | 6,67 | -             | 7.5 YR 5/4                 | 0,3                    | 0,5              |        |            |
| 4                            | Sd-jC | 56-83    | -                     | 0,8               | 3,8                  | 4,6   | 9,3   | 30,5 | 23,4 | 9,4 | 63,4 | 27,3 | Lu   | 6,15 | -             | 10 YR 3/3                  | 0,6                    | 1,0              |        |            |
| 5                            | ICv   | 83-101   | -                     | 0,3               | 1,8                  | 3,4   | 5,4   | 30,4 | 23,6 | 7,6 | 61,6 | 33,0 | Tu3  | 6,44 | -             | 10 YR 5/4                  | 0,3                    | 0,5              |        |            |
| 6                            | elCv  | 101+     | -                     | 0,6               | 4,3                  | 4,8   | 9,6   | 31,7 | 24,9 | 8,1 | 64,7 | 25,7 | Lu   | 7,45 | 15,11         | 10 YR 5/4                  | 0,3                    | 0,5              |        |            |

| A 2.68<br>Profil<br>7038-183 | Probe  | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |     |       |      |      |     |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|--------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----|-------|------|------|-----|------|------|------|------|---------------|----------------------------|------------------------|------------------|--------|------------|
|                              |        |          |                       |                   | gS                   | mS  | fS    | S    | gU   | mU  | fU   | U    | T    |      |               |                            |                        |                  |        |            |
|                              |        |          |                       |                   | 1                    | Bt  | 30-58 | -    | 0,4  | 2,1 | 3,5  | 5,9  | 27,0 | 23,1 |               |                            |                        |                  |        |            |
| 2                            | Btv-Cv | 58-75    | -                     | 0,2               | 1,3                  | 3,1 | 4,6   | 31,5 | 22,5 | 7,2 | 61,2 | 34,2 | Tu3  | 6,66 | -             | 7.5 YR 5/4                 | 0,2                    | 0,3              |        |            |
| 3                            | elCv   | 75+      | -                     | 0,2               | 1,8                  | 3,4 | 5,4   | 40,0 | 25,2 | 7,5 | 72,7 | 21,9 | Ut4  | 7,46 | 20,67         | 10 YR 6/4                  | 0,2                    | 0,3              |        |            |

| A 2.69<br>Profil<br>7038-184 | Probe   | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|---------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|----------------------------|------------------------|------------------|--------|------------|
|                              |         |          |                       |                   | gS                   | mS   | fS   | S    | gU   | mU   | fU   | U    | T    |      |               |                            |                        |                  |        |            |
|                              |         |          |                       |                   | 1                    | Mgo  | 0-57 | 0,0  | 0,1  | 0,4  | 0,8  | 1,3  | 19,2 | 26,0 |               |                            |                        |                  |        |            |
| 3                            | II nH   | 57-62    | n.b.                  | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b.          | n.b.                       | n.b.                   | n.b.             | n.b.   |            |
| 3                            | III M   | 120-133  | 0,0                   | 0,1               | 0,4                  | 0,9  | 1,5  | 22,6 | 26,4 | 12,5 | 61,5 | 37,0 | Tu3  | 6,01 | -             | 10 YR 1.7/1                | 5,0                    | 8,6              |        |            |
| 4                            | IV M+aA | 133-136  | n.b.                  | n.b.              | n.b.                 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n             | n.b.                       | n.b.                   | n.b.             | n.b.   |            |
| 5                            | IV M+aA | 139-170  | 0,0                   | 0,1               | 0,5                  | 1,6  | 2,2  | 7,4  | 9,1  | 12,2 | 28,8 | 69,0 | Tt   | 6,09 | -             | 10 YR 2/2                  | 6,5                    | 11,2             |        |            |

| A 2.70<br>Profil<br>7038-185 | Probe | Horizont | Proben-<br>tiefe (cm) | Skelett<br>Gew. % | Korngrößen<br>Gew. % |    |       |     |     |      |      |      |      |      | Boden-<br>art | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | CaCO <sub>3</sub><br>% | Munsell<br>Farbe | C<br>% | org.S<br>% |
|------------------------------|-------|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|----|-------|-----|-----|------|------|------|------|------|---------------|----------------------------|------------------------|------------------|--------|------------|
|                              |       |          |                       |                   | gS                   | mS | fS    | S   | gU  | mU   | fU   | U    | T    |      |               |                            |                        |                  |        |            |
|                              |       |          |                       |                   | 1                    | Bv | 10-40 | 2,9 | 7,6 | 25,4 | 19,5 | 52,5 | 18,2 | 12,0 |               |                            |                        |                  |        |            |

| <b>A 3 Starkregenereignisse &gt;10 mm/h in Regensburg (1970-1996)</b> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Jahr/Monat  | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez |
| 1996  | -   | -   | -   | -   | 1   | 2   | 1   | 1   | -   | -   | -   | -   |
| 1995  | -   | -   | -   | -   | 2   | 1   | 2   | 1   | 1   | -   | -   | -   |
| 1994  | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | 2   | 1   | -   | -   | -   | -   |
| 1993  | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | 1   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1992  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1991  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | 2   | 1   | -   | -   | -   |
| 1990  | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | -   | 1   | -   | -   | -   | -   |
| 1989  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 4   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1988  | -   | -   | -   | -   | 1   | -   | -   | 2   | -   | -   | -   | -   |
| 1987  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | -   | -   | -   | -   |
| 1986  | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1985  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1984  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1983  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1982  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1981  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | 1   | -   | -   | -   | -   |
| 1980  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1979  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1978  | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1977  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1976  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1975  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | -   | -   | -   | -   |
| 1974  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | -   | -   | -   | -   |
| 1973  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1972  | -   | -   | -   | -   | 1   | 1   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1971  | -   | -   | -   | -   | 1   | 1   | 1   | -   | -   | -   | -   | -   |
| 1970  | -   | -   | -   | -   | -   | 1   | -   | 1   | -   | -   | -   | -   |
| Summe   | 0   | 0   | 0   | 0   | 6   | 11  | 15  | 13  | 2   | 0   | 0   | 0   |

**A 4 Methodenvergleich zur Bestimmung des Corg-Gehaltes**

| Horizontkürzel | Probe Nr | Verd-Faktor | %Corg | *1.7  | *2    | Verd-Faktor | %Corg | *1.7  | *2    | Verd-Faktor | %Corg | *1.7  | *2    |       |
|----------------|----------|-------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| Gr+nH          | 1        | 11          | 4.70  | 7.98  | 9.39  | 2           | 12.68 | 21.56 | 25.36 | 1           | 14.48 | 24.61 | 28.95 | 25.07 |
| nH             | 2        | 11          | 9.86  | 16.77 | 19.73 | 2           | 17.16 | 29.18 | 34.32 | 1           | 19.02 | 32.33 | 38.04 | 33.31 |
| nH             | 3        | 11          | 9.41  | 16.00 | 18.83 | 2           | 17.97 | 30.56 | 35.95 | 1           | 19.05 | 32.39 | 38.10 | 34.26 |
| nH             | 4        | 11          | 13.84 | 23.53 | 27.68 | 2           | 21.85 | 37.14 | 43.70 | 1           | 22.57 | 38.36 | 45.13 | 40.86 |
| nH             | 5        | 11          | 11.60 | 19.72 | 23.19 | 2           | 19.08 | 32.43 | 38.16 | 1           | 20.23 | 34.40 | 40.47 | 35.70 |
| nH             | 6        | 11          | 11.95 | 20.31 | 23.89 | 2           | 18.88 | 32.10 | 37.76 | 1           | 19.78 | 33.62 | 39.55 | 35.60 |
| nH             | 7        | 11          | 11.44 | 19.44 | 22.87 | 2           | 16.32 | 27.74 | 32.64 | 1           | 19.26 | 32.73 | 38.51 | 34.41 |
| nH             | 8        | 11          | 5.13  | 8.72  | 10.25 | 1           | 13.33 | 22.65 | 26.65 | 1           | 14.69 | 24.97 | 29.38 | 24.32 |
| nH             | 9        | 11          | 3.47  | 5.90  | 6.94  | 1           | 12.46 | 21.18 | 24.92 | 1           | 12.42 | 21.12 | 24.85 | 22.47 |
| nH             | 10       | 11          | 6.89  | 11.70 | 13.77 | 1           | 14.38 | 24.44 | 28.75 | 1           | 14.67 | 24.94 | 29.35 | 28.05 |
| M+nH           | 11       | 1           | 5.32  | 9.04  | 10.63 | 1           | 5.70  | 9.70  | 11.41 | 1           | 5.51  | 9.37  | 11.02 | 10.93 |
| M              | 12       | 1           | 3.92  | 6.67  | 7.84  | 1           | 4.25  | 7.22  | 8.50  | 1           | 4.23  | 7.20  | 8.47  | 7.10  |
| M              | 13       | 1           | 2.43  | 4.13  | 4.85  | 1           | 3.30  | 5.61  | 6.59  | 1           | 2.61  | 4.43  | 5.22  | 8.13  |
| M              | 14       | 1           | 3.80  | 6.46  | 7.60  | 1           | 5.04  | 8.56  | 10.07 | 1           | 4.70  | 7.98  | 9.39  | 10.62 |
| M+nH           | 15       | 1           | 11.52 | 19.58 | 23.04 | 1           | 11.41 | 19.39 | 22.82 | 1           | 9.93  | 16.89 | 19.87 | 18.47 |
| nH             | 16       |             |       |       |       | 1           | 15.19 | 25.83 | 30.38 | 1           | 17.46 | 29.69 | 34.93 | 22.46 |
| nH+M           | 17       |             |       |       |       | 1           | 10.23 | 17.39 | 20.46 | 1           | 12.15 | 20.65 | 24.30 | 19.82 |
| M+nH           | 18       |             |       |       |       | 1           | 7.38  | 12.55 | 14.77 | 1           | 9.16  | 15.57 | 18.32 | 12.56 |
| M+nH           | 19       |             |       |       |       | 1           | 12.66 | 21.53 | 25.33 | 1           | 13.85 | 23.54 | 27.70 | 20.13 |
| nH             | 20       |             |       |       |       | 2           | 24.50 | 41.66 | 49.01 | 1           | 29.25 | 49.73 | 58.50 | 39.71 |
| nH             | 21       |             |       |       |       | 1           | 16.61 | 28.23 | 33.21 | 1           | 16.70 | 28.39 | 33.40 | 27.25 |
| nH             | 22       |             |       |       |       | 2           | 22.11 | 37.59 | 44.22 | 1           | 24.66 | 41.93 | 49.32 | 37.95 |
| nH             | 23       |             |       |       |       | 2           | 23.74 | 40.36 | 47.48 | 1           | 26.64 | 45.29 | 53.28 | 42.08 |
| nH             | 24       |             |       |       |       | 2           | 24.66 | 41.93 | 49.33 | 1           | 27.27 | 46.37 | 54.55 | 43.64 |
| nH             | 25       |             |       |       |       | 2           | 32.13 | 54.62 | 64.25 | 1           | 34.62 | 58.86 | 69.25 | 49.74 |
| nH             | 26       |             |       |       |       | 2           | 37.84 | 64.32 | 75.67 | 2           | 37.10 | 63.08 | 74.21 | 68.02 |
| nH             | 27       |             |       |       |       | 2           | 39.27 | 66.76 | 78.54 | 2           | 38.07 | 64.72 | 76.14 | 69.03 |
| nH             | 28       |             |       |       |       | 2           | 32.11 | 54.59 | 64.22 | 1           | 34.39 | 58.46 | 68.77 | 57.66 |

| <b>A 5 Radiokarbondatierungen</b> |                 |   |                             |                       |                       |
|-----------------------------------|-----------------|---|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Probe</b>                      | <b>Labornr.</b> | <b>Material</b>                         | <b><sup>14</sup>C Jahre</b> | <b>1 Sigma</b>        | <b>2Sigma</b>         |
| 7038-74/5                         | Erl – 492       | Holzkohle                               | 1957 ± 31                   | AD 16 – 80            | AD 2 - 124            |
| 7038-78/5                         | Erl – 490       | Holzkohle                               | 1956 ± 30                   | AD 18 – 80            | AD 2 - 122            |
| 7038-86/14                        | Erl – 504       | Holzkohle                               | 2980 ± 72                   | BC 1308 - 1064        | BC 1392 - 1002        |
| 7038 / 102-7                      | HV 22844        | Niedermoortorf                          | 1130 ± 65                   | AD 726 – 1021         | AD 658 – 1183         |
| 7038 / 102-9                      | HV 22845        | Niedermoortorf                          | 960 ± 65                    | AD 1017 – 1161        | AD 978 – 1219         |
| 7038 / 102-11                     | HV 22846        | Niedermoortorf                          | 1630 ± 105                  | AD 265 – 550          | AD 134 – 643          |
| 7038 / 102-13                     | HV 22847        | Niedermoortorf                          | 2035 ± 135                  | BC 195 – AD 120       | BC 392 – AD 317       |
| 7038 / 102-15                     | HV 22848        | Niedermoortorf                          | 2335 ± 140                  | BC 755 – 200          | BC 800 – 48           |
| 7038 / 102-17                     | HV 22849        | Niedermoortorf                          | 2720 ± 100                  | BC 975 – 800          | BC 1185 – 673         |
| 7038 / 102-21                     | HV 22850        | Niedermoortorf                          | 4605 ± 110                  | BC 3505 – 3105        | BC 3641 – 2929        |
| 7038 / 102-25                     | HV 22851        | Niedermoortorf                          | 10405 ± 180                 | BC 10575 – 10045      | BC 10967 – 9414       |
| 7038-111<br>Basis                 | HV 24390        | Niedermoortorf                          | 9840 ± 315                  | BC 9915 – 8540        | BC 9670 – 8339        |
| 7038-111 / 1                      | Erl – 24 34     | Niedermoortorf                          | 1069 ± 62                   | AD 892 – 1022         | AD 817 – 1159         |
| 7038-111 / 2                      | Erl – 2435      | Niedermoortorf                          | 1136 ± 49                   | AD 881 – 981          | AD 789 – 1004         |
| 7038-111 / 3                      | Erl – 2436      | Niedermoortorf                          | 1380 ± 64                   | AD 610 – 762          | AD 551 – 780          |
| 7038-111 / 4                      | Erl – 2437      | Niedermoortorf                          | 1434 ± 51                   | AD 598 – 662          | AD 542 – 677          |
| 7038-111 / 5                      | Erl – 2438      | Niedermoortorf                          | 2152 ± 56                   | BC 350 – 62           | BC 365 – 42           |
| 7038-111 / 6                      | Erl – 2439      | Niedermoortorf                          | 2535 ± 62                   | BC 796 – 535          | BC 804 – 415          |
| 7038-111 / 7                      | Erl – 2440      | Niedermoortorf                          | 2742 ± 57                   | BC 917 – 819          | BC 992 – 806          |
| 7038-111 / 8                      | Erl – 24 41     | Niedermoortorf                          | 4488 ± 61                   | BC 3334 – 3041        | BC 3351 – 2927        |
| 7038-152/3                        | HV 24378        | Niedermoortorf                          | 11.705 ± 215                | BC 11.970 –<br>11.990 | BC 13.247 –<br>11.211 |
| 7038-153 / 3                      | HV 24380        | Niedermoortorf                          | 7900 ± 210                  | BC 7040 – 6465        | BC 7450 – 6272        |
| 7038-153 / 6                      | Erl – 2694      | Niedermoortorf                          | 2717 ± 74                   | BC 916 – 805          | BC 1027 – 776         |
| 7038-153 / 8                      | Erl – 2695      | Niedermoortorf                          | 797 ± 51                    | AD 1218 – 1283        | AD 1064 – 1296        |
| 7038-153 / 10                     | Erl – 2696      | Niedermoortorf                          | 1948 ± 57                   | AD 6 – 127            | AD 43 – 215           |
| 7038-153 / 12                     | Erl – 2697      | Niedermoortorf                          | 1291 ± 55                   | AD 671 – 779          | AD 660 – 875          |
| 7038-153 / 13                     | Erl – 26 98     | Niedermoortorf                          | 8784 ± 90                   | BC 7933 – 7689        | BC 7984 – 7581        |
| 7038-175 / 12                     | Erl – 2699      | Niedermoortorf                          | 3960 ± 71                   | BC 2568 – 2337        | BC 2845 – 2201        |
| 7038-176 / 4                      | Erl – 2700      | Niedermoortorf                          | 1055 ± 78                   | AD 887 – 1150         | AD 792 – 1166         |
| 7038-177 / 8                      | Erl – 2701      | Niedermoortorf                          | 3982 ± 78                   | BC 2538 – 2341        | BC 2861 – 2203        |
| 7038-182<br>Seg3                  | HV 24382        | Holzkohle                               | 4620 ± 200                  | BC 3635 – 3035        | BC 3794 – 2879        |
| 7038-184 / 2                      | HV 24374        | Niedermoortorf,                         | 315 ± 145                   | AD 1440 – 1950        | AD 1325 – 1954        |
| 7038-184 / 4                      | HV 24375        | Organo-<br>mineralische<br>Zwischenlage | 3250 ± 145                  | BC 1680 – 1390        | BC 1882 – 1131        |
| 7038-184 / 6                      | HV 24376        | Niedermoortorf                          | 5150 ± 130                  | BC 4210 – 3790        | BC 4320 – 3656        |
| 7038-184 / 7                      | HV 24377        | Niedermoortorf                          | 12220 ± 245                 | BC 12680 - 11990      | BC 13566 – 11670      |

Kalibration nach STUIVER & BRAZIUNAS (1993), bzw. STUIVER et al. (1998a) und (STUIVER et al. 1998b).

A 6 Gesamtpollendiagramm 7038-102 (Faltblatt)

