

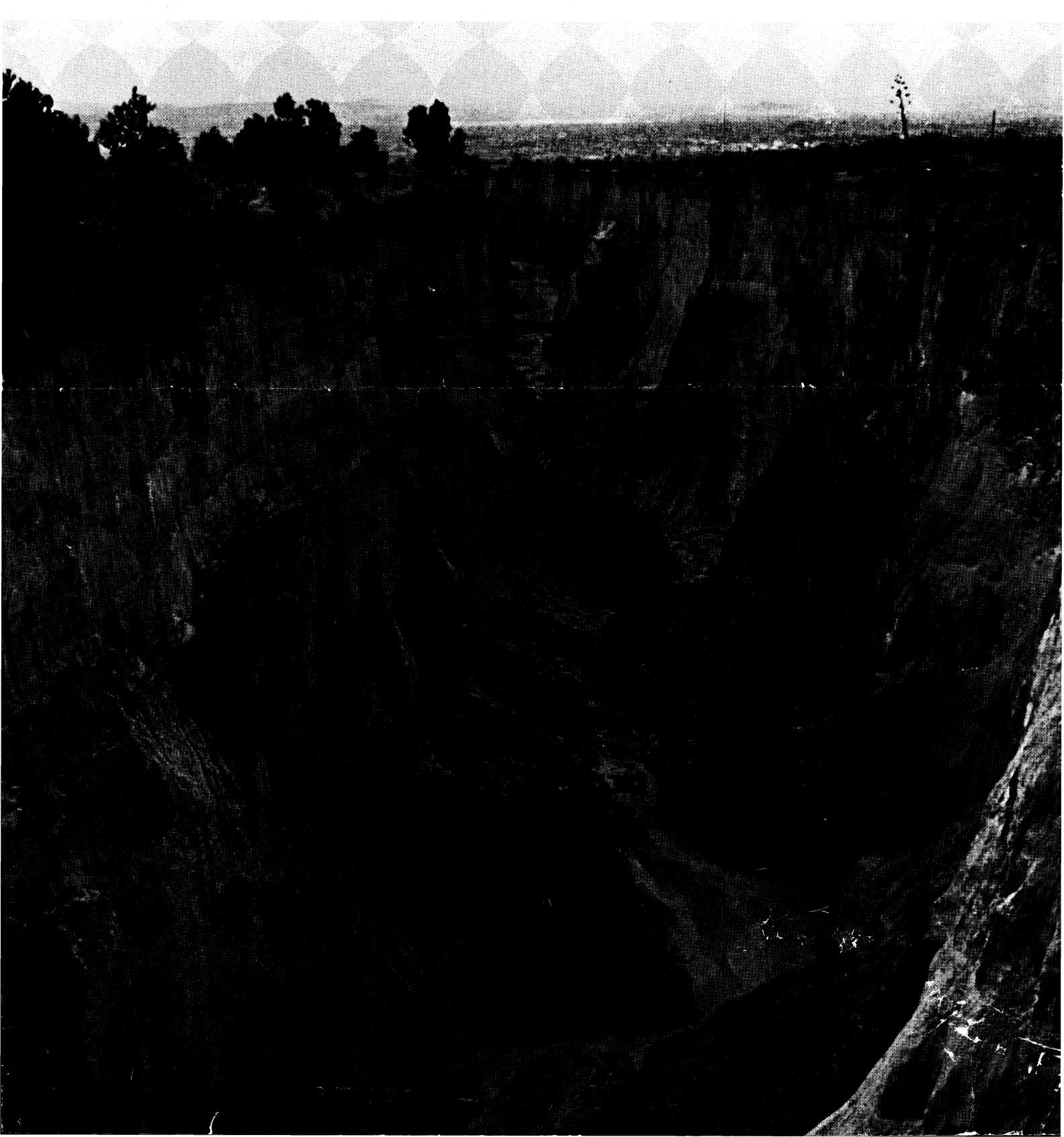


- Mexiko und Brasilien:
Landschaftsschäden
- Auto-Staus vermeidbar?
- Fleischqualität

UMSCHAU in Wissenschaft und Technik

15. August 1978 · 78. Jahrgang

16



Ökologische Katastrophe in Mexiko?

Bodenerosion seit über 2500 Jahren

Klaus Heine

- Bevölkerungsexplosion / Landschaftsökologie / Ackerbau / Archäologie / Ernährungsprobleme

Explosión demográfica — Bevölkerungsexplosion in Mexiko. 65 Millionen Einwohner hat das Land, viermal mehr als 1930. Dieser enorme Zuwachs heißt für Mexiko: Kampf um die Versorgung der Menschen. Bisher ist sie gelungen. Aber die Vergrößerung und intensivere ackerbauliche Nutzung des Kulturlandes oder auch der Eingriff in den Naturhaushalt bei der Waldrodung haben oft verheerende Folgen: Bodenerosion, Grundwasserabsenkung, Versandung der Talsperren, Klimamodifikationen — das sind nur einige Beispiele der negativen Auswirkungen. Im Rahmen des Mexiko-Projekts der Deutschen Forschungsgemeinschaft wurde allerdings auch festgestellt, daß die Bodenerosion schon seit über 2500 Jahren ein ernstes Problem im zentralmexikanischen Hochland darstellt.

Versuche, das Problem der Geburtenbeschränkung auf sozialpädagogischem Wege anzugehen, haben sich bislang als wirkungslos erwiesen. Um die Versorgung sicherzustellen, muß die Landwirtschaft intensiviert werden. Und hier ist in erster Linie der Wassermangel ein begrenzender Faktor.

Der Bevölkerungsdruck zwingt heute die Menschen, die Naturressourcen Wald, Boden und Wasser zu ruinieren [3]. Wer nicht hungern — bald muß man sagen: verhungern — will, muß selbst Hand anlegen, ein Feld bestellen oder Bäume verköhnen. Das führt zu einer ungeregelten Landnahme an den Hängen der Vulkangebirge und in den Sierran im Osten, Süden und Westen des zentralen Hochlandes. Die jüngste Schadenswelle der Bodenerosion kommt

damit ins Rollen: Bisher unberührte Gebirgswälder werden abgeholt, heftige tropische Regengüsse spülten den Boden talwärts, so daß die lebensnotwendigen Stauseen versanden und der Grundwasserhaushalt negativ beeinflußt wird.

Das Phänomen Bodenerosion wurde eingehender im Hochbecken von Puebla/Tlaxcala (Bild 1) untersucht.

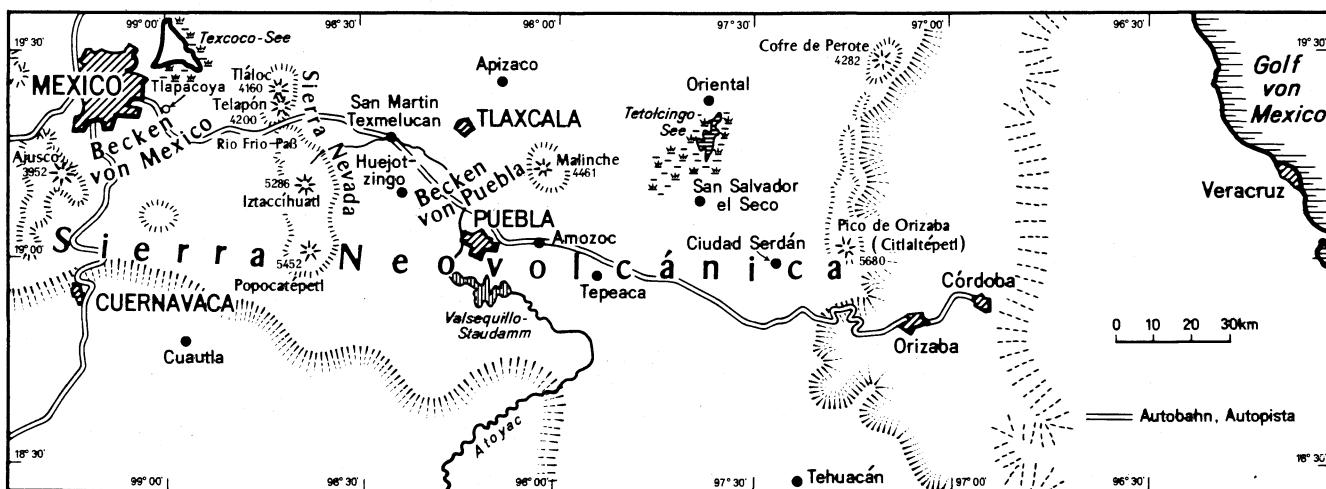
Was ist eigentlich Bodenerosion? Darunter werden alle jene Erscheinungen der Abtragung verstanden, die den Haushalt der Landschaft über ein naturgegebenes Maß hinaus verändern. Sie werden vom Menschen ausgelöst und meist durch Wasser oder Wind bewirkt — also durch Abspülung und Auswehung [7].

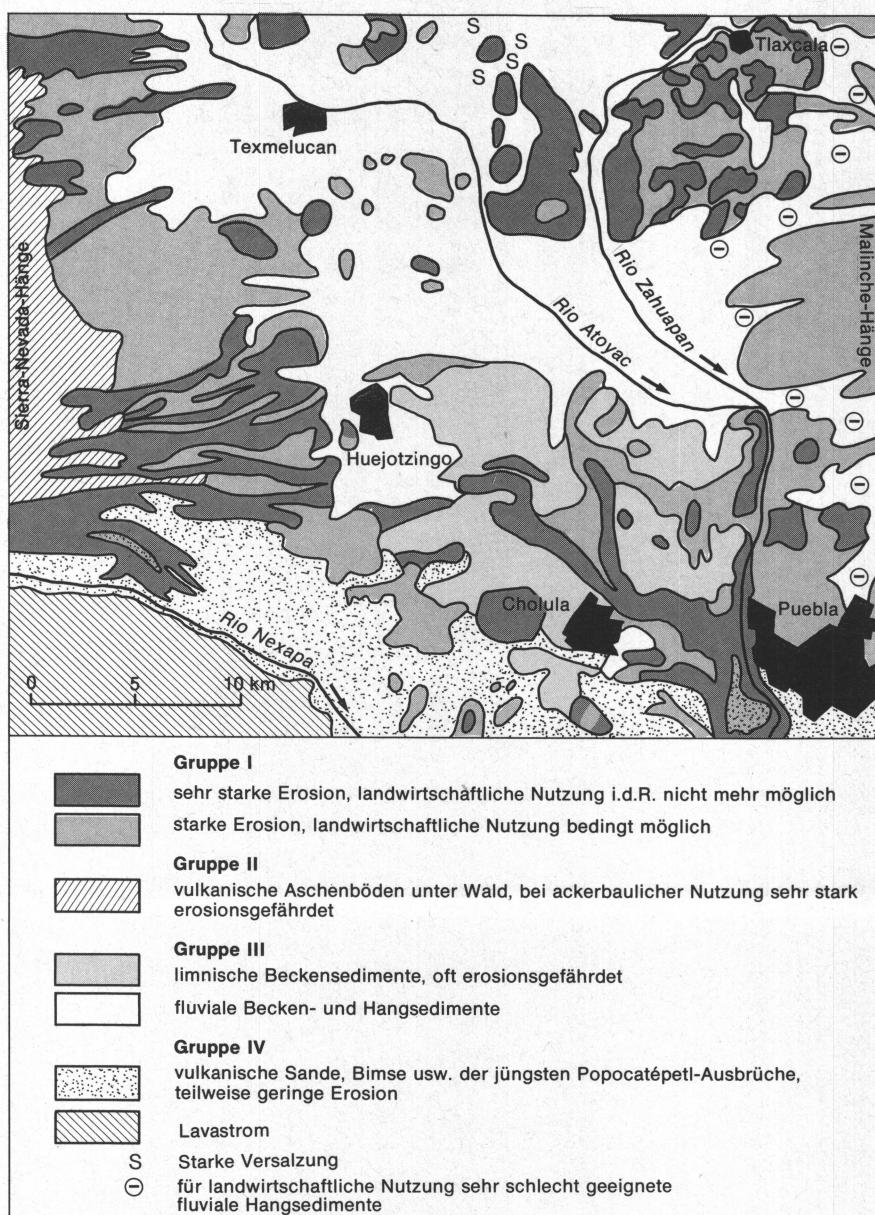
Bezüglich der Bodenerosion lassen sich das Hochbecken und die es umrahmenden Gebirge und Vulkane in drei Gruppen einteilen (Bild 2):

1. Die Bodenerosion seit präkolonialer Zeit. Das sind die unteren Vulkanhänge bis in Höhen von etwa 3000 m sowie isolierte Vulkankuppen und tektonisch verstellte Schollen mesozoischer Sedimentgesteine.
2. Die starken Erosionsschäden an den Vulkanhängen oberhalb von 3000 m, wo seit über einem Jahrzehnt z. T. großflächig der natürliche Kiefernwald gerodet und in Ackerland umgewandelt wird [5].
3. In den Beckengebieten wurde und wird der größte Teil des erodierten Materials als Beckensedimente wieder abgelagert (Bild 3).

Aussagen über die Beträge des Bodenabtrags — und der Akkumulation im Becken — lassen sich machen, sobald man die jüngste Sedimentabfolge an den Hängen sowie die Mächtigkeit des abgetragenen und im Hochbeckenbereich abgelagerten Materials genau erfaßt (Bild 4). Schwieriger wird es, wenn man das

Bild 1: Übersichtskarte über das Arbeitsgebiet.





2

3



Alter der Erosionsprozesse bestimmen will. Hier greift man entweder auf archäologische Methoden zurück oder wendet die ^{14}C (Radiokarbon)-Methode an.

Ein Beispiel: Schauen wir uns das Profil des Cerrión de Amozoc, eines kleinen Höhenzuges aus kreidezeitlichem Kalkgestein, etwa 20 km östlich der Stadt Puebla, an (Bild 4). Wir sehen ganz deutlich, daß die höheren Hänge früher als die tiefergelegenen von der Bodenerosion erfaßt wurden, denn die Siedlungsspuren verraten, daß spätestens seit der Kulturstufe des „Frühesten Kolonial“ die oberen Hänge nicht mehr ackerbaulich genutzt worden sind. Im Becken liefern die durch die Schluchten (Barrancas) angeschnittenen Sedimente den Beweis, daß bereits in der Kulturstufe Tezoquipan (300 vor bis 100 nach unserer Zeitrechnung) bedeutende Materialaufschüttungen stattgefunden haben müssen (Bild 4 a).

Im folgenden sollen die Untersuchungsergebnisse anhand einer tabellarischen Zusammenstellung erläutert werden (Tabelle, S. 494). Bei der Betrachtung fällt auf, daß die feuchtere Klimaphase zwischen 1400 vor und 100 nach unserer Zeitrechnung mit einer Ausweitung des Anbaus und der Siedlungen zusammenfällt, die daran anschließende trockenere Klimaphase mit einem Rückgang der Siedlungsdichte und des Anbaus. Seit der Tezoquipan-Zeit wird mit dem Anbau auch eine intensive künstliche Bewässerung betrieben [1].

Vor etwa 2800 Jahren führte eine intensive „Landnahme“ zu starker Bodenerosion an den Hängen und zur Akkumulation in den Beckengebieten, die allerdings während der trockenen Klimaphase zur Zeit der Tenayecac-Epoche aussetzten. Politische Unruhen, eine Abnahme der Bevölkerung und eine damit verbundene Verringerung des bewirtschafteten Kulturlandareals waren die wichtigsten Gründe hierfür.

Unabhängig von der klimatischen Entwicklung setzte die Bodenerosion sofort wieder ein, als in der Texcalac-Zeit die Zahl der Bevölkerung anstieg und eine Zersiedlung infolge politischer, militärischer und wirtschaftlicher Probleme begann.

In der postkolumbianischen Ära sind weitere Phasen der Bodenerosion festzustellen, die jedoch in der Regel nicht mehr durch korrelative Beckensedimente belegt werden

Gegenüberliegende Seite:

Bild 2: Erosion und Akkumulation im Hochbecken von Puebla/Tlaxcala, teilweise umgezeichnet nach Schönhals & Aepli (1975). Der Anteil der Flächen mit sehr starker und starker Erosion ist gewaltig — das Ergebnis jahrtausendelanger Nutzung durch den Menschen.

Bild 3: Luftschrägaufnahme eines Teils des Cerrijón de Amozoc. Die Hänge sind stark erodiert; harte Bodenhorizonte (Tepetate) und Kalkkrusten treten an die Oberfläche (1). Tief eingeschnittene Barrancas (2) gliedern die Hänge. In der Niederung wurde das abgetragene Material abgelagert (3). Der Hangfuß in der Bildmitte (4) ist noch von einem Teil der jungquartären Sedimente und Böden bedeckt (vgl. auch Bild 4).

Diese Seite:

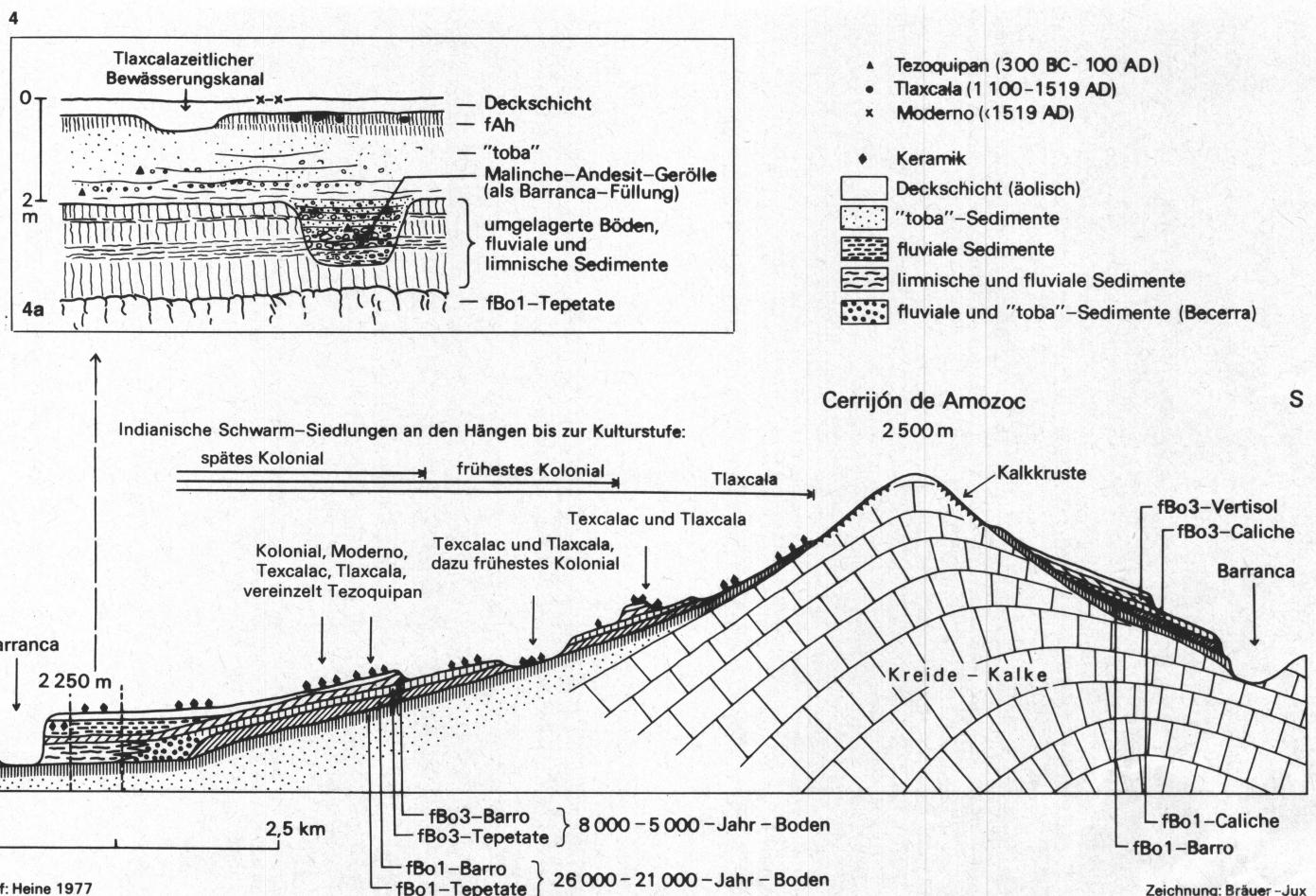
Bild 4: Schematisches Profil durch den Cerrijón de Amozoc. fBo 1 und fBo 3 sind stratigraphische Bezeichnungen für fossile Böden, die vor etwa 26 000 bis 21 000 bzw. 8000 bis 5000 Jahren gebildet wurden. Oft sind sie aus einem äolischen Staubsediment („toba“) hervorgegangen; Barro- und Tepetate-Horizont bilden jeweils ein vollständiges Bodenprofil; nach Erosion des Barro-Horizonts verhärtet oft der Tepetate-Horizont an der Oberfläche.

Bild 4 a: Charakteristischer Ausschnitt der Beckensedimente. Über einem fossilen Boden (fBo1-Tepetate) wurden im Jungpleistozän und Holozän während fast 20 000 Jahren nur etwa 2 m Sedimente abgelagert. Durch menschliche Eingriffe in den Naturhaushalt wurden die Abtragungs- und Akkumulationsprozesse während der letzten 2300 Jahre beschleunigt; weitere 2 m Material wurden sedimentiert; dies geschah nicht — wie die eingelagerte Keramik beweist — gleichmäßig über die Jahrhunderte verteilt, sondern in bestimmten Epochen.

können. Das Ausmaß dieser jüngeren Erosionsprozesse kann von Gebiet zu Gebiet sehr unterschiedlich sein.

Die jüngste Phase der Bodenerosion zeichnet sich seit den 60er Jahren dieses Jahrhunderts ab: Infolge starker Waldrodung an den Hängen der Gebirge in Höhen über 3000 m werden lockere vulkanische Sedimente und Böden schnell wegspült (Bild 5, S. 496).

Es stellt sich nun die Frage nach den auslösenden Faktoren der Bodenerosionsvorgänge. Da die Ausweitung des Kulturlandes später einsetzte als die feuchtere Klimaphase, und da die erste Welle starker Bodenerosion mit der Ausweitung des Siedlungslandes einherging, sind die auslösenden Faktoren im Bevölkerungswachstum, in der Waldrodung und der Anlage von Feldern, in veränderten Anbau- und Bewässerungsmethoden sowie Bevölkerungsbewegungen infolge politischer, wirtschaft-



Thema der Woche: Landschaftsschäden

licher und sozialer Unruhen zu sehen und nicht in Klimaveränderungen. Das gilt sowohl für die erste als auch für die zweite Phase der Bodenerosionsschäden.

Durch menschliche Eingriffe in den Naturhaushalt sind Prozesse in Gang gekommen, die die Naturlandschaft bzw. das ökologische Gefüge stark verändert haben.

Boden, Grundwasser und Vegetation wurden im Hochbecken von Puebla/Tlaxcala bereits vor über 2500 Jahren durch den Menschen unbeabsichtigt, aber teilweise irreparabel verändert.

Und was sich in Mexiko in den letzten Jahren erneut abspielt, läßt wenig Raum für eine optimistische Beurtei-

lung der Entwicklung. Einerseits zeigen alle Untersuchungen zum Problem der Bodenerosion, daß infolge der Relief-, Gesteins-, Boden- und Klimabedingungen viele Gebiete Zentralmexikos bei ackerbaulicher Nutzung nicht vor Erosionsschäden zu bewahren sind [6], es sei denn mit hohem Arbeits- und Kostenaufwand. Andererseits läßt die Bevölkerungsentwicklung den Menschen in Mexiko heute keine Wahl mehr. Die letzten Naturressourcen werden langfristigen, ungeregelten und ungeplanten Kolonisationsprozessen geopfert.

Dadurch werden die Probleme nicht gelöst, sondern denkbar ungünstige Voraussetzungen für eine zukünftige Entwicklung geschaffen, denn Bodenerosion vermindert die Anbaufläche, verändert die Oberflä-

chen- und Grundwasserverhältnisse — was schließlich zum Wassermangel führen kann. Engverknüpft sind damit die negativen Auswirkungen auf den Lebensstandard, den Ausbau der Industrie und die urbanen Wohn- und Lebensbedingungen. Die zukünftige Entwicklung Mexikos wird eng mit den ökologischen Problemen des Landes verknüpft sein.

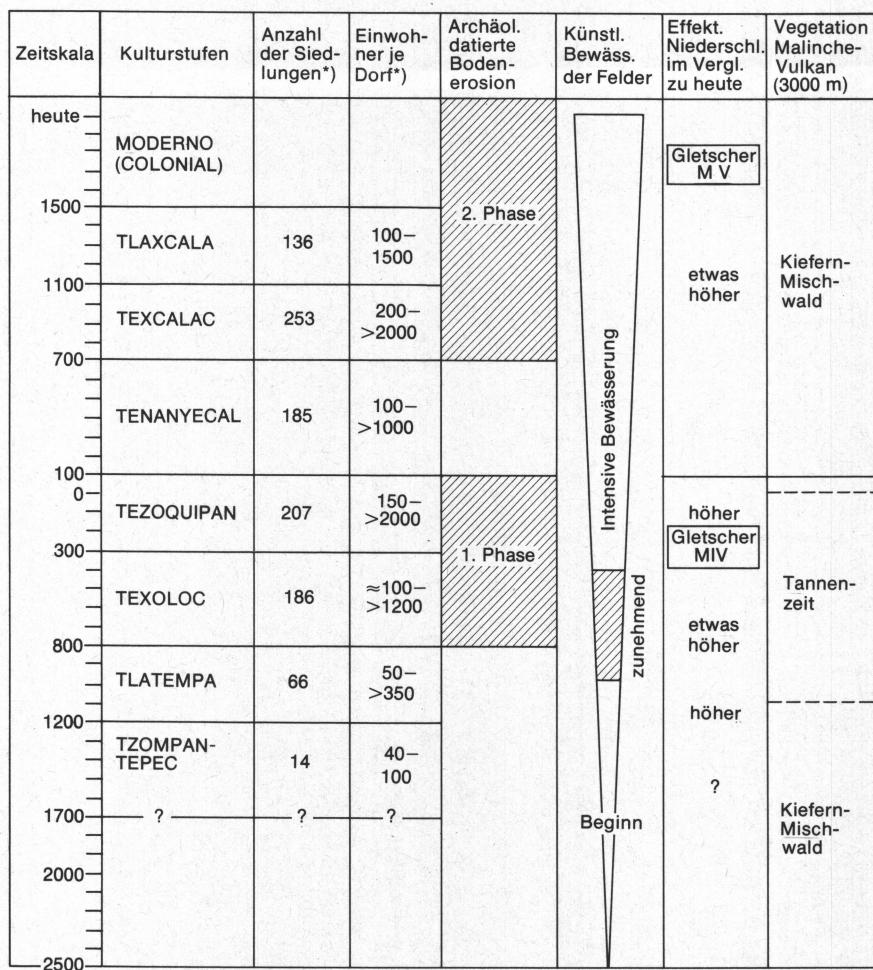
Die Ursachen der skizzierten Probleme liegen in der demographischen Entwicklung, in der Bevölkerungsexplosion Mexikos. Dieser Problemkreis wird in seiner ganzen Tragweite jetzt endlich auch von den mexikanischen Regierungsstellen erfaßt. Dazu trug sicherlich die Tatsache bei, daß die Vereinten Nationen das Jahr 1974 zum Weltbevölkerungsjahr erklärt hatten.

Man versucht heute in Mexiko, über Rundfunk, Fernsehen und Beratungsstellen auf die Familienplanung Einfluß zu nehmen. Das wird nicht einfach sein, denn neben den in allen Entwicklungsländern auftretenden Schwierigkeiten einer Familienplanung spielt in Mexiko der Männlichkeitskult, der „machismo“, eine große Rolle: In breitesten Schichten des mexikanischen Volkes wird der Wert des Mannes an der Zahl seiner Nachkommen gemessen. Diese Geisteshaltung erfüllt heute diejenigen mit großer Sorge, die für Mexikos wirtschaftlich-soziale Entwicklung Verantwortung tragen.

Man versucht daher, den Begriff des Macho mit der Vorsorge für bessere Ernährung und Ausbildung der Nachkommenschaft zu verbinden; doch diese Gedanken erreichen oft nicht diejenigen, die es angeht.

Die Bevölkerungsexplosion zieht die Verstädterung als Folge der Landflucht nach sich. Im Bewußtsein, daß die Verstädterung der Mexikaner nicht aufzuhalten ist, gründete die Regierung eine nationale Kommission für Stadtentwicklung, denn schon heute beansprucht Mexiko City 45% der Staatsausgaben. Fachleute sagen voraus, daß diese Stadt mit heute 13 Mio. Einwohner bis zum Jahre 2000 auf 32 bis 50 Mio. Menschen anwachsen wird. Der Minister für Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten will versuchen, Mexiko City bis zum Jahre 2000 unter der Bevölkerungsgrenze von 20 Mio. zu halten, um ein Chaos abzuwenden.

Schematische Darstellung der Bodenerosion in Beziehung zur Kultur- und Siedlungsentwicklung; einige weitere Faktoren, wie Klima usw., werden ebenfalls berücksichtigt.



*) im Gebiet des archäologischen Projektes (García Cook) im nördlichen Becken von Puebla/Tlaxcala.



Die höheren Vulkanhänge werden in Nutzung genommen. Im Vordergrund ist bereits (nach einer Regenzeit) der Boden aus vulkanischen Aschen zerstört.

Gewaltige Schluchten (Bárrancas) werden durch die Erosion an den Vulkanhängen ausgebildet. Oft sind die Schluchten schon vor Jahrtausenden entstanden, oft aber auch werden sie heute schnell weitergebildet.



Eine weitere, ausgewogene industrielle Erschließung des Landes, eine Produktivitätssteigerung der Agrarwirtschaft und Programme der Familienplanung sind nötig, um die Probleme zu meistern. Zusätzlich müßten Umweltschutzprogramme erarbeitet und wirksam ausgeführt werden. Daß man sich Mühe gibt, zeigt u. a. die Gründung des CEEMAREN (Centro de Estudios Ecológicos para el Manejo de Recursos Naturales) in Puebla, dessen Hauptaufgabe darin bestehen soll, eine planvolle Nutzung der Naturressourcen „Wasser-Vegetation-Boden-Fauna“ vorzunehmen. Hier — wie in vielen anderen Bereichen — sind von Seiten der mexikanischen Regierung und der zuständigen Institutionen viele Bemühungen begonnen worden.

Die vielen Probleme des Landes, ausgelöst durch die Bevölkerungsexplosion, wird Mexiko allein nicht bewältigen können; man ist auf fremde Hilfe angewiesen, will man eine ökologische Katastrophe vermeiden, die wirtschaftlichen und sozialen Probleme lösen und die Versorgung der Menschen sicherstellen. Die reichen Nationen der Erde sind aufgerufen, hierbei mitzuwirken.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für großzügige Reise- und Sachbeihilfen im Rahmen des Mexikoprojektes. M. A. Geyh (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung) bin ich für zahlreiche ^{14}C -Bestimmungen und A. Garcia Cook und Mitarbeiter für viele archäologische Bestimmungen zu Dank verpflichtet.

Heine, Prof. Dr. K. (Leiter der Abteilung spezielle und angewandte physische Geographie der Universität Bonn, Franziskanerstraße 2, 5300 Bonn): Ökologische Katastrophe in Mexiko? UMSCHAU 78 (1978) Heft 16, S. 491–496.

Summary:

In Mexico the soil erosion is due to human influence. Soil erosion starts at 800 B. C. together with an extensive acquisition of land; a period of decadence (100–650 A. D.) shows a retreat of settlements, a partial wasting of cultivated areas and not any more erosion or accumulation processes. A second period of strong soil erosion follows since 650 A. D. in association with another extension of cultivated land. Since about 2500 years nearly all slopes below the level of 3000 m are attracted by soil erosion; the accumulation of the waste occurs in the basin areas. During the last 10 years the youngest wave of soil erosion occurs, mainly in areas above 3000 m altitude initiated by the destruction of the natural vegetation. Thereby the ecological potential is destroyed which will have negative consequences for the countries' future development.



Bild 5: Bodenerosion am Pk von Orizaba in 3500 m Höhe. Infolge heftiger Niederschläge wurden 1974 in wenigen Tagen gewaltige Schluchten in den lockeren Vulkanaschen ausgebildet. In diesem Gebiet wurden die natürlichen Kiefernwälder in den vergangenen zehn Jahren fast völlig vernichtet. Nur noch Reste des ehemals dichten Waldes sind vorhanden.

Literatur:

1. Abascal, R.; Cook, Garcia A.: Sistemas de cultivo, riego y control de agua en el área de Tlaxcala. XIII Mesa Redonda de la Soc. Mex. Antrop. Mexiko. Arqueología I), (1975), S. 199–212.
2. Schönhals, E.; Aeppli, H.: Los suelos de la cuenca de Puebla-Tlaxcala. Investigaciones acerca de su formación y clasificación. Das Mexiko-Projekt der DFG, VIII. Steiner, Wiesbaden 1975.
3. Ern, H.: Bedeutung und Gefährdung zentralmexikanischer Gebirgsnadelwälder. UMSCHAU 73 (1973) Heft 3, S. 85–86.
4. Heine, K.: Studien zur jüngstquartären Glazialmorphologie mexikanischer Vulkane — mit einem Ausblick auf die Klimaentwicklung. Das Mexiko-Projekt der DFG, VII. Steiner, Wiesbaden 1975.
5. Heine, K.: Photo der Woche — Geoökologie. UMSCHAU 76 (1976) Heft 7, S. 202.
6. Heine, K.: Mensch und geomorphodynamische Prozesse in Raum und Zeit im randtropischen Hochbecken von Puebla/Tlaxcala, Mexiko. 41. Dt. Geogr. Tag Mainz, Tag. Ber. u. wiss. Abh. (1978), im Druck.
7. Richter, G.: Bodenerosion in Mitteleuropa. Wege der Forschung, Bd. CCCXXX, Wiss. Buchgesellsch. Darmstadt 1976.