

Identifikation der verwendeten Gesichtsinformationen
zur Emotionserkennung bei Kindern und Jugendlichen
mit nicht-suizidalem selbstverletzenden Verhalten
mithilfe der Bubble-Technik



Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Humanwissenschaften
(Dr. sc. hum.)

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Alexandra Heike Otto
aus
Gräfelfing

im Jahr 2024

Identifikation der verwendeten Gesichtsinformationen
zur Emotionserkennung bei Kindern und Jugendlichen
mit nicht-suizidalem selbstverletzenden Verhalten
mithilfe der Bubble-Technik



Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Humanwissenschaften
(Dr. sc. hum.)

der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Alexandra Heike Otto
aus
Gräfelfing

im Jahr
2024

Dekan: Prof. Dr. Dirk Hellwig

Betreuer: Prof. Dr. Romuald Brunner

Tag der mündlichen Prüfung: 26.07.2024

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Abstract	4
Zusammenfassung	5
Tabellenverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	9
Glossar	11
1. Einleitung	12
2. Theoretischer Hintergrund	13
2.1 Selbstverletzung – Beschreibung und Prävalenzen	13
2.1.1 NSSV im Zusammenhang mit suizidalem Verhalten	14
2.1.2 Funktionalität und Risikofaktoren von NSSV	16
2.1.3 Komorbiditäten	17
2.2 NSSV im Kontext der Emotionsverarbeitung	19
2.2.1 Emotionen	20
2.2.2 Emotionale Kompetenz	21
2.2.3 Emotionsdysregulation und emotionale Reaktivität bei NSSV	25
2.2.4 Emotionsdysregulation bei komorbiden Erkrankungen	26
2.2.5 Emotionsverarbeitungsmodelle	27
2.2.5.1 <i>Process Model</i>	28
2.2.5.2 <i>Experiential Avoidance Model</i>	30
2.2.6 Emotionswahrnehmung bei NSSV	31
2.2.7 Informationsselektion in der Emotionswahrnehmung	36
2.2.8 Visuelle Ortsfrequenzen	39
2.2.9 Maschinelles Lernen in der Emotionswahrnehmung	40
2.3 Forschungsziel	42
2.4 Hypothesen der Dissertation	43
3. Methode	47
3.1 Studienablauf und Studiendesign	47
3.1.1 Probandenrekrutierung	47

3.1.2 Stichprobenumfang.....	48
3.1.3 Untersuchungsablauf	49
3.2 Beschreibung der Messinstrumente.....	51
3.2.1 Fragebögen und diagnostische Interviews	53
3.2.1.1 <i>Mini-International Neuropsychiatric Interview for Children and Adolescents</i>	53
3.2.1.2 <i>Self-Injurious Thoughts and Behavior Interview</i>	53
3.2.1.3 Grundintelligenztest Skala 2-Revision	54
3.2.1.4 <i>Structured Clinical Interview for DSM-IV - Borderline-Teil</i>	55
3.2.1.5 Beck-Depressions-Inventar Revision	56
3.2.1.6 Skala dissoziativen Erlebens bei Jugendlichen	57
3.2.1.7 <i>Alexithymia Questionnaire for Children</i>	57
3.2.1.8 Emotionale Kompetenz Fragebogen	58
3.2.1.9 <i>Difficulties in Emotion Regulation Scale</i>	59
3.2.1.10 <i>Emotion Reactivity Scale</i>	60
3.2.2 Freiburg Vision Test.....	61
3.2.3 Bubble-Methode.....	61
3.2.3.1 Apparatur.....	62
3.2.3.2 Bildmaterial	63
3.2.3.3 Pilottestung	66
3.2.3.4 Experimentaldesign	67
3.3 Datenanalyse und Auswertungsmethoden.....	68
3.3.1 <i>Residual Network for 50 Layers</i>	69
3.3.2 <i>Layer-wise Relevance Propagation</i>	73
3.3.3 Statistische Auswertung der Interview- und Fragebogendiagnostik	75
3.3.4 Analyse der Fragebogendaten in Bezug auf die identifizierten Cluster	77
3.4 Zusammenfassung der angewandten Methodik.....	80
4. Ergebnisdarstellung	81
4.1 Stichprobenbeschreibung	81
4.2 Hypothesengeleitete Ergebnisdarstellung	87
4.2.1 Hypothese 1 – <i>Image Classifier</i>	90
4.2.2 Hypothese 2 – <i>Layer-wise Relevance Propagation</i>	92
4.2.3 Hypothese 3 – Fragebögen	94
4.2.4 Hypothese 4 – gemischte lineare Modelle.....	96
4.2.4.1 rEKF-S+ Modell	97
4.2.4.2 rEKF-S/S+ Modell	105

5. Diskussion	113
5.1 Diskussion der Ergebnisse	113
5.1.1 Hypothese 1 – <i>Image Classifier</i>	114
5.1.2 Hypothese 2 – <i>Layer-wise Relevance Propagation</i>	120
5.1.3 Hypothese 3 – Fragebögen	123
5.1.4.1 rEKF-S+ Modell	127
5.1.4.2 rEKF-S/S+ Modell	131
5.2 Stärken der Forschungsarbeit.....	135
5.3 Limitationen der Forschungsarbeit.....	136
5.4 Weiterführende Untersuchungen und Forschungsausblick	139
5.5 Schlussfolgerung	140
Anhang A.....	142
Anhang B.....	150
Literaturverzeichnis	157
Selbstständigkeitserklärung	187

Abstract

Approximately 18 % of adolescents engage in non-suicidal self-injury (NSSI), with dysfunctional emotion regulation seen as a key contributor. However, we lack clarity on whether emotion regulation difficulties already manifest at the earliest level of perception in adolescents with NSSI and which factors influence this process. Therefore, this study explores emotion recognition in female adolescents with NSSI. Participants, comprising 42 patients and 43 controls, judged images of faces for emotional or neutral expressions across sessions featuring happy and sad valences. Employing the bubble technique, gaussian apertures at random locations unveiled different facial areas in distinct spatial frequencies in each trial for emotion classification. With over 33,000 trials per group and valence, images from correct emotion classification were used to train an image classifier distinguishing emotional vs. neutral facial expressions. Cross-validation demonstrated deviating performance between the NSSI and control models in classifying sad facial expressions, with the NSSI model misclassifying sad expressions more frequently as neutral. Layer-wise relevance propagation revealed that the key facial features for emotion perception were utilized less by the NSSI model for emotion classification compared to the control model. Further analyses uncovered components of emotional competence, age, and school type as predictors for the utilization of specific facial regions for the classification of sad expressions. The observed disparity in identifying sad emotions suggests a potential avoidance strategy at perception among adolescents with NSSI, wherein visual facial information related to sad emotions might be disregarded as a mechanism for emotion regulation.

Zusammenfassung

Nicht-suizidales selbstverletzendes Verhalten (NSSV) betrifft etwa 18 % der Jugendlichen und ist oft mit Schwierigkeiten in der Emotionsregulation verbunden. Es ist jedoch unklar, ob Defizite im Emotionsregulationsprozess bereits auf der frühesten Wahrnehmungsebene bei Jugendlichen mit NSSV auftreten und welche Faktoren diesen Prozess beeinflussen. Daher untersucht diese Studie die Emotionserkennung bei biologisch weiblichen Jugendlichen mit NSSV. In zwei Sitzungen mit unterschiedlicher Valenz (fröhlich und traurig) beurteilten die Patient*innen (n = 42) und Kontrollproband*innen (n = 43), ob Gesichtsstimuli emotionale oder neutrale Ausdrücke zeigten. Mithilfe der Bubble-Technik wurden durch zufällig platzierte Gauß-Glocken in verschiedenen Ortsfrequenzbereichen für jeden Durchgang unterschiedliche Gesichtsinformationen für die Emotionsklassifikation bereitgestellt. Über 33.000 korrekt klassifizierte Bilder pro Gruppe und Valenz wurden daraufhin zum Training eines *Image Classifiers* verwendet, der zwischen emotionalen und neutralen Gesichtsausdrücken differenzierte. Die Kreuzvalidierung zeigte abweichende Leistungen zwischen dem NSSV- und dem Kontrollmodell bei der Klassifizierung trauriger Gesichtsausdrücke, wobei das NSSV-Modell traurige Ausdrücke häufiger fälschlicherweise als neutral klassifizierte. Mittels *Layer-wise Relevance Propagation* wurde identifiziert, dass das NSSV-Modell die für die Emotionserkennung relevanten Gesichtsmarkmale weniger nutzte als das Kontroll-Modell. Dabei lag der Fokus des NSSV-Modells bevorzugt auf den angrenzenden Gesichtsregionen der zentralen Gesichtsmarkmale. Weitere Analysen ergaben, dass das Alter, die Schulart und Komponenten der emotionalen Kompetenz die bevorzugte Betrachtung bestimmter Gesichtsregionen prädizierten, jedoch nicht die emotionale Reaktivität und die Ausprägung verschiedener Komorbiditäten. Die beobachtete Diskrepanz bei der Identifizierung trauriger Emotionen legt eine potenzielle Vermeidungsstrategie bei Jugendlichen mit NSSV nahe, die bereits auf Wahrnehmungsebene stattfindet und bei der visuelle Gesichtsinformationen im Zusammenhang mit potenziell aversiven Emotionen als Mechanismus zur eigenen Emotionsregulation vermieden werden.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Fragebogen- und Interviewdiagnostik der Bubble-Studie.....	52
Tabelle 2: Soziodemografische Charakteristika.....	82
Tabelle 3: Gruppenunterschiede in den Fragebogendaten.....	95
Tabelle 4: rEKF-S+ Modell: Einfluss der Komorbiditäten und Emotionsverarbeitung auf die Emotionswahrnehmung trauriger Gesichtsausdrücke.....	98
Tabelle 5: rEKF-S/S+ Modell: rEKF-S/S+ Modell: Einfluss der Emotionsverarbeitung auf die Emotionswahrnehmung trauriger Gesichtsausdrücke.....	106
Tabelle 6: Multikollinearitätsprüfung der LMM-Modelle.....	148
Tabelle 7: Gesamtmodell: Einfluss der Komorbiditäten und Emotionsverarbeitung auf die Emotionswahrnehmung trauriger Gesichtsausdrücke	150
Tabelle 8: EKF-S+ Modell: Einfluss der Komorbiditäten und Emotionsverarbeitung auf die Emotionswahrnehmung trauriger Gesichtsausdrücke.....	152
Tabelle 9: EKF-S/S+ Modell: Einfluss der Komorbiditäten und Emotionsverarbeitung auf die Emotionswahrnehmung trauriger Gesichtsausdrücke.....	154

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modal-Model der Emotionen und Process Model der Emotionsregulation.....	29
Abbildung 2: Emotionsregulation nach dem Process Model bei selbstverletzendem Verhalten.....	38
Abbildung 3: Schematische Darstellung des Erhebungsablaufs der Bubble-Studie.....	51
Abbildung 4: Experimentalaufbau des Bubble-Experiments.....	62
Abbildung 5: Darstellung der Stimulusgenerierung.....	65
Abbildung 6: Experimentaldesign des Bubble-Experiments.....	68
Abbildung 7: Zusammensetzung der Trainings- und Testdatensätze der Image Classifier.....	71
Abbildung 8: Altersverteilung nach Gruppenzugehörigkeit.....	83
Abbildung 9: Diagnosen der Patient*innengruppe nach ICD-10 Kriterien.....	85
Abbildung 10: Erstauftretsalter von NSSV, Suizidgedanken und erstem Suizidversuch.....	86
Abbildung 11: Anzahl suizidaler und selbstverletzender Verhaltensweisen über die Lebenszeit.....	86
Abbildung 12: Gruppenunterschiede in der benötigten Bubbleanzahl zur Emotionserkennung.....	88
Abbildung 13: Antwortgenauigkeit in Abhängigkeit von der Bubbleanzahl auf Skala 1.....	90
Abbildung 14: Grafischer Vergleich der Modellgenauigkeit zur Emotionswahrnehmung.....	92
Abbildung 15: Relevanzanteil jedes Pixels zur Klassifikation trauriger Gesichtsausdrücke.....	93
Abbildung 16: Clustergenerierung in der LRP-Analyse: Differenzkarte und t-Wert-Grafik.....	94
Abbildung 17: Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und der Dissoziationsausprägung.....	99
Abbildung 18: Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und der emotionalen Kompetenz.....	100
Abbildung 19: Einfluss der Einstellungen zu Gefühlen auf die Emotionserkennung.....	101
Abbildung 20: Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und dem Alter der Proband*innen.....	102
Abbildung 21: Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und der besuchten Schulart.....	103
Abbildung 22: Unterschied in den Relevanzanteilen zur Emotionsklassifikation der Cluster.....	104
Abbildung 23: Einfluss der Regulation und Kontrolle eigener Gefühle auf die..... Emotionswahrnehmung	107
Abbildung 24: Einfluss der Einstellungen zu Gefühlen auf die Emotionswahrnehmung.....	108
Abbildung 25: Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und der subjektiven Einschätzung..... der eigenen Emotionserkennungsfähigkeit.	109
Abbildung 26: Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und dem Alter der Proband*innen.....	110
Abbildung 27: Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und der besuchten Schulart.....	111
Abbildung 28: Unterschied in den Relevanzanteilen zur Emotionsklassifikation der Cluster.....	112

Abbildung 29: Lineare Beziehungen zwischen den UVs und der AV.....	142
Abbildung 30: Grafische Darstellung der Heteroskedastizität.....	145
Abbildung 31: Grafische Darstellung der Unabhängigkeit der Fehlerterme.....	146
Abbildung 32: Grafische Darstellung der Normalverteilung der Fehlerterme.....	147

Abkürzungsverzeichnis

- A** Mangel an emotionaler Aufmerksamkeit (DERS Subskala)
- Adam** Adaptive Moment Estimation Algorithms
- AIC** Akaike-Informationskriterium
- ANOVA** Varianzanalyse
- APA** American Psychiatric Association
- AQC** Alexithymia Questionnaire for Children
- AUC** Area under the Curve
- AV** Abhängige Variable
-
- BDI-II** Becks-Depressions-Inventar Revision
- BIS/BAS** Behavioral Inhibition/behavioral Activation Scale
- BPD** Borderline Persönlichkeitsstörung
-
- CFT 20-R** Grundintelligenztest Skala 2-Revision
- CNN** Vollbreite-Convolutional Neural Network
- cpd** Cycles per Degree
- cpf** Cycles per Face
-
- DDF** Schwierigkeiten Emotionen zu beschreiben (AQC Subskala)
- DERS** Difficulties in Emotion Regulation Scale
- DIF** Schwierigkeiten Emotionen zu identifizieren (AQC Subskala)
- DRKS** Deutsches Register klinischer Studien
- DSH** absichtliche Selbstverletzung
- DSM-5** Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
-
- E** Eingeschränkter Zugang zu Emotionsregulationsstrategien (DERS Subskala)
- EA** Erkennen von Emotionen bei anderen (EKF-S Subskala)
-
- EE** Erkennen eigener Emotionen (EKF-S Subskala)
- EI** Emotionale Intelligenz
- EKF-S/EKF-S+** Emotionale Kompetenz Fragebogen
- EKF-S+ Modell** gemischtes lineares Modell mit EKF-S+ Subskalen
- EM** Erwartungs-Maximierungs-Algorithmus
- EOT** External orientiertes Denken (AQC Subskala)
- ERS** Emotion Reactivity Scale
- EU** Einstellungen zu Emotionen (EKF-S+ Subskala)
- EX** Emotionale Ausdrucksfähigkeit (EKF-S Subskala)
-
- FrACT₁₀** Freiburg Vision Test
- FWHM** Vollbreite-Halbmaximum-Parameter
-
- GVIF** Generalized Variance Inflation Factor
-
- HSF** Hohe Ortsfrequenzen
-
- ICC** Intraklassen-Korrelationskoeffizient
- ICD-10** International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
- I** Impulskontrollprobleme (DERS Subskala)
- IQ** Intelligenzquotient
-
- K** Mangel an emotionaler Klarheit (DERS Subskala)
- KJPP** Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie
- K-SADS-PL** Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School Aged Children-Present and Lifetime Version

LLFI Log-Likelihood Fit Index

lme4 Linear Mixed-Effects Models using Eigen and S4

LMM Lineares gemischtes Modell

logMar Minimum Angle of Resolution

LSF Niedrige Ortsfrequenzen

matlabPyrTools Software MATLAB Pyramid Tools

MCAR Missing completely at Random

Medbo Medizinische Einrichtungen des Bezirks Oberpfalz

M.I.N.I KID Mini-International Neuropsychiatric Interview for Children and Adolescents

N Nicht-Akzeptanz emotionaler Reaktionen (DERS Subskala)

NSSV Nicht-suizidales selbstverletzendes Verhalten (englisch: NSSI)

PSSI Persönlichkeits-Stil- und Störungsinventar

PTB-3 Psychophysics Toolbox Version 3

PyTorch Tensors and Dynamic Neural Networks in Python-Toolbox

Q-Q Diagramm Quantil-Quantil-Diagramm

QUEST Quick, Efficient, and Sensitive Testing

RA Regulation und Umgang mit Gefühlen bei anderen (EKF-S+ Subskala)

rEKF-S+ Modell reduziertes EKF-S+ Modell

REML Restricted Maximum Likelihood Methode

ResNet50 Residual Network for 50 Layers

RK Regulation und Kontrolle eigener Gefühle (EKF-S Subskala)

SCL Somatic Check List

SDE-J Skala dissoziativen Erlebens bei Jugendlichen

SHINE-Toolbox Spectrum, Histogram, and Intensity Normalization and Equalization Toolbox

SITBI-G Self-Injurious Thoughts and Behavior Interview

SKID II Strukturiertes klinisches Interview nach DSM-5 Kriterien; BPD-Teil

TAS-20 Toronto Alexithymia Scale-20

TOST two one sided tests

UV Unabhängige Variable

V Probleme mit zielorientiertem Verhalten (DERS Subskala)

Zennit Zennit Explains Neural Networks in Torch

η^2G generalisiertes Eta²

Glossar

Begriff	Erklärung
Anzahl der benötigten Bubbles auf Skala 1	<i>Anzahl der freigelegten Ortsfrequenzinformationen auf Skala 1 im Bubble-Experiment nach der individuellen Schwellenwertbestimmung für jede Versuchsperson</i>
Bubble-Experiment	<i>Experimentaltteil der Bubble-Studie</i>
Bubble-Studie	<i>Projekttitle</i>
C1	<i>Pixel-Cluster im Bereich der linken Stirnregion und Augenpartie</i>
C2	<i>Pixel-Cluster im Bereich des rechten unteren Augenlids und des Musculus nasalis</i>
C3	<i>Pixel-Cluster im Bereich des linken Musculus depressor anguli oris</i>
Effizienz	<i>Antwortgenauigkeit der Proband*innen im Bubble-Experiment in Abhängigkeit von den freigelegten Bubbles</i>
EKF-S+	<i>Gemischtes lineares Modell welches die Subskalen des EKF-S+ Fragebogens integriert</i>
EKF-S/S+	<i>Gemischtes lineares Modell welches die Subskalen der EKF-S & EKF-S+ Fragebögen integriert</i>
Emotion	<i>Unabhängige Variable, die zwischen fröhliche und traurigen emotionalen Gesichtsausdrücken differenziert</i>
Fröhliche Bedingung	<i>Experimentaltteil mit binärer Entscheidung zwischen einem neutralen und einem fröhlichen Gesichtsausdruck</i>
Gesamtmodell	<i>Gemischtes lineares Modell welches die Gesamtwerte der Fragebögendagnostik inkludiert</i>
Kontroll-Modell	<i>Image Classifier der an den Experimentaldaten der Kontrollproband*innen trainiert wurde</i>
Modell	<i>Unabhängige Variable, die zwischen den an den Patient*innendaten und Kontrollproband*innendaten trainierten Modellen differenziert</i>
NSSV-Modell	<i>Image Classifier der an den Experimentaldaten der Patient*innen trainiert wurde</i>
rEKF-S+	<i>In Prädiktoren reduziertes EKF-S+ Modell</i>
rEKF-S/S+	<i>In Prädiktoren reduziertes EKF-S/S+ Modell</i>
Relevanzanteil	<i>Über die Pixel eines Clusters gemittelter Beitrag des Clusters zur Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks</i>
Traurige Bedingung	<i>Experimentaltteil mit binärer Entscheidung zwischen einem neutralen und einem traurigen Gesichtsausdruck</i>
Valenz	<i>Unabhängige Variable, die zwischen neutralen und emotionalen Gesichtsausdrücken differenziert</i>

1. Einleitung

Nicht-suizidales selbstverletzendes Verhalten beschreibt das absichtliche Verletzen des eigenen Körpers ohne vorherrschende Suizidabsicht (Regier et al., 2013). NSSV ist ein weltweit auftretendes Phänomen, von dem etwa 18 % der Jugendlichen und jungen Erwachsenen betroffen sind (Muehlenkamp et al., 2012). Trotz der hohen Auftretenswahrscheinlichkeit in der Allgemeinbevölkerung sind bis heute viele Fragen, die das Konstrukt des NSSVs betreffen, ungeklärt. Deshalb nahm 2013 die *American Psychiatric Association* (American Psychiatric Association & American Psychiatric Association [APA], 2013) NSSV als Verhaltensweise mit bestehendem Forschungsbedarf in die fünfte Ausgabe des *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5) auf und wies somit auf die wachsende Bedeutung von NSSV als Gegenstand des klinischen Forschungsvorhabens hin. Ein bedeutsamer Aspekt, dem sich die bisherige Forschung im Zusammenhang mit NSSV gewidmet hat, ist die Emotionsregulation. NSSV gilt als maladaptive Emotionsregulationsstrategie (Plener et al., 2009), da die Selbstverletzung bei Jugendlichen nicht nur deren negativen Affekt reduzieren (Claes et al., 2010), sondern auch deren positiven Affekt steigern kann (Claes et al., 2010; Jenkins & Schmitz, 2012).

Die Emotionsregulation ist das Resultat eines komplexen Emotionsverarbeitungsprozesses, welcher mit der Wahrnehmung emotionsauslösender Stimuli beginnt (Gross, 2014). Werden situationsrelevante Reize, wie beispielsweise emotionale Gesichtsausdrücke, nicht akkurat erkannt, beeinflusst dies die Emotionsregulation und führt zu einer inkongruenten Interpretation der sozialen Situation (Lane, 2000; Mayer, 2001; Yoo et al., 2006). Diese Diskrepanz zwischen der tatsächlich präsentierten sozialen Situation und der subjektiven Wahrnehmung kann Leidensdruck verursachen und potenziell maladaptive Bewältigungsmuster (Izard et al., 2001) wie NSSV fördern. Trotz der Identifizierung von NSSV als dysfunktionale Emotionsregulationsstrategie ist bisher nicht eindeutig geklärt, ob der Emotionsverarbeitungsprozess bei jugendlichen Patient*innen mit NSSV bereits bei der Wahrnehmung von emotionalen Stimuli verändert ist, und die Forschungslage zu diesem Thema ist limitiert.

Die begrenzte Anzahl an Publikationen in diesem Bereich ergibt sich nicht nur aus der noch relativ jungen Forschungsrichtung, sondern auch daraus, dass der Forschungsfokus vornehmlich auf Erkrankungen mit NSSV als Symptom und nicht als Hauptaugenmerk der veränderten Emotionsverarbeitung untersucht wurde (Dyck et

al., 2009; In-Albon et al., 2013; Koenig et al., 2022; Levine et al., 1997; Wagner & Linehan, 1999).

In Anbetracht dieser bestehenden Wissenslücke zielt diese Dissertation darauf ab, einen wertvollen Beitrag zur Erweiterung unseres Verständnisses der Emotionswahrnehmung bei Jugendlichen mit NSSV zu leisten. Hierbei steht die Frage im Mittelpunkt, ob der Emotionsregulationsprozess der jugendlichen Patient*innen mit NSSV bereits bei der Wahrnehmung von emotionalen Gesichtsausdrücken verändert ist und inwiefern diese Veränderung durch Komorbiditäten oder spezifische Emotionsverarbeitungsmechanismen bedingt ist.

2. Theoretischer Hintergrund

In diesem Kapitel wird NSSV im Kindes- und Jugendalter beschrieben und in den theoretischen Hintergrund der Emotionsverarbeitung und der emotionalen Kompetenz gebettet. Der Fokus des Kapitels liegt hierbei auf NSSV im Kontext der maladaptiven Emotionsregulation und setzt dessen Beginn auf eine potenziell veränderte Emotionswahrnehmung. Abgeschlossen wird das Kapitel mit dem Forschungsziel und den dafür konzipierten Hypothesen dieser Dissertation.

2.1 Selbstverletzung – Beschreibung und Prävalenzen

Bisherige Untersuchungen zeigen, dass sich weltweit etwa 18 % der Jugendlichen selbst verletzen (Muehlenkamp et al., 2012; Swannell et al., 2014). Innerhalb der aktuellen Coronapandemie stiegen die Prävalenzraten jedoch auf nahezu 27 % an, verglichen mit den früheren Raten vor der Pandemie (Zetterqvist et al., 2021). Das Erstauftretsalter von NSSV liegt dabei in der Regel zwischen dem 13. und 16. Lebensjahr, wobei auch Kinder unter zwölf Jahren von NSSV-Erfahrungen berichten (Muehlenkamp et al., 2019).

NSSV ist ein Zeichen von Belastung und tritt oft als Reaktion auf starken emotionalen Stress, innere Konflikte und andere Belastungsumstände auf (Taylor et al., 2018). Daher ist es nicht überraschend, dass Prävalenzraten bei Jugendlichen in klinischen

Gruppen sogar Werte von bis zu 95 % erreichen können (Goodman et al., 2017). Die Lebenszeitprävalenz von NSSV weist zudem Geschlechterunterschiede auf. In einer Untersuchung mit 7.126 Jugendlichen aus der Allgemeinbevölkerung verletzten sich 32 % der Mädchen und nur 17 % der Jungen selbst (Sornberger et al., 2012). Ebenso gaben weibliche Teilnehmerinnen im Vergleich zu männlichen Teilnehmern eine höhere Anzahl an Selbstverletzungen an (Sornberger et al., 2012). Diese Geschlechterdiskrepanz lässt sich auch in klinischen Untersuchungsgruppen nachweisen, wobei nur etwa 11 % der 3.351 Patient*innen mit NSSV in einem Teilhospitalisierungsprogramm eine männliche Geschlechtsidentität aufwiesen (Victor et al., 2018).

NSSV umfasst ein breites Spektrum von selbstverletzenden Handlungen, von oberflächlichen Verletzungen bis hin zu schwerwiegendere Schädigungen, die eine umgehende medizinische Behandlung erfordern (Brunner & Resch, 2008; Ryoo & Kim, 2022). Zu den häufigsten Selbstverletzungsmethoden gehören dabei das Schneiden und Ritzen der Haut, Verbrennungen, starkes Kratzen und Schlagen (Brunner & Resch, 2008). Gelegentliche Selbstverletzung (< fünfmalige Selbstverletzung zu Lebzeiten) resultiert dabei häufiger aufgrund von akuten sozialen Faktoren, wie beispielsweise schlechten schulischen Leistungen, oder dem Gesundheitszustand von Familienmitgliedern. Repetitives selbstverletzendes Verhalten (\geq fünfmalige Selbstverletzung zu Lebzeiten) resultierte hingegen häufiger aufgrund psychologischer Faktoren, wie Problemen mit dem Körperbild und der Selbstwahrnehmung (Brunner et al., 2007). Obwohl unterschiedliche Einflussfaktoren mit dem Schweregrad des selbstverletzenden Verhaltens einhergehen, sind sowohl gelegentliche Selbstverletzung, als auch repetitive Selbstverletzung mit suizidalem Verhalten assoziiert (Brunner et al., 2007).

2.1.1 NSSV im Zusammenhang mit suizidalem Verhalten

Das Konzept des selbstverletzenden Verhaltens ist in der wissenschaftlichen Literatur durch verschiedene Definitionen geprägt (Angelotta, 2015). Dabei treten suizidales und nicht-suizidales selbstverletzendes Verhalten sowohl getrennt voneinander als auch innerhalb einer Definition inkludiert auf. Während NSSV selbstverletzendes Verhalten aufgrund suizidaler Absichten ausschließt (Regier et al., 2013), inkludiert die Definition der absichtlichen Selbstverletzung (*deliberate self-harm*; DSH) sowohl

selbstverletzende Verhaltensweisen mit als auch ohne Suizidabsicht, einschließlich indirekter Verletzungen wie schwerem Drogenmissbrauch oder Überdosierungen (Brunner et al., 2014; Hawton & James, 2005). Suizidversuche sind hingegen definiert als „potenziell selbstverletzendes Verhalten mit nicht tödlichem Ausgang bei dem es implizite oder explizite Anzeichen dafür gibt, dass die Person auf irgendeiner Ebene beabsichtigt, sich selbst zu töten“ (O’Carroll et al., 1996, S. 247, übersetzt von Alexandra Otto). Dabei erhöht DSH, bei einer bestehenden Suizidabsicht, die Wahrscheinlichkeit eines später ausgeübten Suizidversuchs, besonders innerhalb der ersten 12 Monate nach der Selbstverletzung (Harriss et al., 2005) und die Suizidabsicht, sofern die suizidale Person über ausreichende Kenntnisse der möglichen Letalität ihres Verhaltens verfügt, korreliert in hohem Maße mit der medizinischen Letalität (Beck et al., 1975).

Auch NSSV stellt einen Risikofaktor für einen späteren Suizidversuch dar (Whitlock & Knox, 2007). Obwohl das Verhalten zur Affektstabilisation angewendet wird (A. C. Brown et al., 2022), erhöht es das Risiko eines Suizidversuchs und reduziert diesen nicht (Whitlock & Knox, 2007). Dadurch lassen sich NSSV, DSH und Suizidversuche in der Praxis schwer voneinander abgrenzen. Brunner und Kolleg*innen (2014) beschrieben bei Jugendlichen mit selbstverletzendem Verhalten stattdessen eine ambivalente Suizidabsicht, wodurch der Suizidwunsch nicht als kategoriales Konstrukt betrachtet werden sollte, sondern ein Kontinuum darstellt. Dabei entspricht NSSV dem einen Extrem des Kontinuums und der vollendete Suizid dem anderen Extrem (Brausch & Gutierrez, 2010). Das frühzeitige Auftreten von NSSV in jungen Jahren stellt dabei einen Risikofaktor für schwerwiegendes NSSV und potenzielles suizidales Verhalten dar (Muehlenkamp et al., 2019), wodurch eine frühzeitige Intervention bei NSSV von großer Relevanz ist. Trotz des hohen Risikos eines späteren Suizidversuchs werden nur etwa 13 % der Jugendlichen zwischen 15 und 16 Jahren aufgrund ihrer Selbstverletzung in der Klinik vorstellig (Hawton et al., 2002) und weniger als die Hälfte der Betroffenen suchen eine Behandlung auf (Deliberto & Nock, 2008).

2.1.2 Funktionalität und Risikofaktoren von NSSV

Nock und Kolleg*innen beschreiben in ihrem *Four Function Model* vier grundlegende Verstärkungsfunktionen von NSSV (Bentley et al., 2014; Nock & Prinstein, 2004). Dabei wird NSSV weitgehend durch Ereignisse gesteuert, die der Selbstverletzung unmittelbar vorausgehen, oder ihr folgen. Jeder Prozess lässt sich hierbei in zwei dichotome Dimensionen einteilen: positive oder negative automatische (bzw. intrapersonelle) oder soziale (bzw. interpersonelle) Verstärkung. Die automatische negative Verstärkung dient dazu, aversive affektive oder kognitive Zustände, wie beispielsweise Gefühle von Einsamkeit oder Dissoziationserscheinungen zu reduzieren (Gandhi et al., 2018; Kleindienst et al., 2008; Power et al., 2016). Die automatische positive Verstärkung erzeugt positive Gefühle, wie Fröhlichkeit oder Erleichterung (Claes et al., 2010; Jenkins & Schmitz, 2012), oder dient der Selbstbestrafung und Sensationssuche (Power et al., 2016). Die soziale negative Verstärkung dient hingegen der Flucht aus sozialen Situationen oder der Reduktion zwischenmenschlicher Anforderungen und dem Versuch sich selbst zu verletzen, anstelle anderen Personen Verletzungen zuzufügen (Bentley et al., 2014; Power et al., 2016). Die vierte Funktion von NSSV ist die soziale positive Verstärkung. NSSV wird hierbei angewendet, um Aufmerksamkeit oder Hilfe zu bekommen und den Zugang zu Ressourcen zu erleichtern (Bentley et al., 2014; Power et al., 2016). Obwohl die soziale positive Verstärkung ein Teil des *Four Function Models* von Nock und Kolleg*innen ist, geben vergleichsweise wenig Patient*innen mit NSSV den Wunsch nach Aufmerksamkeit als Grund für selbstverletzendes Verhalten an (Claes et al., 2010).

Bisherige wissenschaftliche Untersuchungen haben verschiedene Risikofaktoren für die Entstehung und Aufrechterhaltung von NSSV identifizieren können. So zählen verschiedene psychische Erkrankungen, wie Depression, Angststörungen, Borderline-Persönlichkeitsstörung (BPD) und Dissoziation als Risikofaktor für NSSV (Gratz et al., 2002; Karpel & Jerram, 2015; Ross & Heath, 2002). Das subjektive Gefühl von Einsamkeit (Glenn & Klonsky, 2013), Mobbing Erfahrungen, das weibliche Geschlecht (Y. J. Wang et al., 2022), sowie Misshandlung und Vernachlässigung im Kindesalter (Serafini et al., 2017; Yates, Carlson, et al., 2008), elterliche Kritik (Yates, Tracy, et al., 2008) und eigener Alkohol- und Drogenkonsum (Bakken, 2021; Gholamrezaei et al., 2017), stellen weitere Risikofaktoren für NSSV dar.

2.1.3 Komorbiditäten

NSSV tritt komorbid mit verschiedenen psychischen Erkrankungen auf, darunter affektive Störungen, Angststörungen, Essstörungen, externalisierende Störungen und Substanzgebrauchsstörungen, sowie verschiedene Persönlichkeitsstörungen (Brunner et al., 2007; Nock et al., 2006; Petermann & Nitkowski, 2010), wodurch NSSV vornehmlich als transdiagnostisches Phänomen und nicht als spezifisches Symptom einer bestimmten Störung gesehen wird (Bentley et al., 2014).

Eine der häufigsten komorbiden Erkrankungen von NSSV ist die BPD. Patient*innen mit einer BPD weisen hierbei ein tiefgreifendes Muster von Instabilität in verschiedenen Bereichen von Selbstbild, Affekt und zwischenmenschlichen Beziehungen auf, welches durch deutliche Impulsivität gekennzeichnet ist und sich u.a. durch selbstverletzendes Verhalten zeigt (APA, 2013). Obwohl NSSV als diagnostisches Kriterium für BPD dient und sich etwa 57 - 92 % der untersuchten BPD-Patient*innen selbstverletzten (Goodman et al., 2017; Soloff et al., 1994), weisen nur etwa die Hälfte der Patient*innen mit NSSV eine diagnostizierbare BPD auf (Herpertz, 1995; Nock et al., 2006). Trotz des fehlenden Kausalzusammenhangs zwischen BPD und NSSV werden, besonders im Erwachsenenalter, viele klinische Studien zu NSSV an Stichproben mit Borderline-Patient*innen durchgeführt (siehe: Reichl & Kaess, 2021; Sadeh et al., 2014; Soloff et al., 1994), wodurch diese Ergebnisse möglicherweise nicht ganzheitlich auf andere klinische Gruppen übertragbar sind.

Eine weitere psychische Erkrankung, die häufig mit NSSV assoziiert ist, ist die Depression (Baetens et al., 2015; Claes et al., 2014; Thai et al., 2021). Dabei handelt es sich um eine psychische Störung, die sich durch anhaltende tiefe Gefühle der Niedergeschlagenheit und Trauer, der Hoffnungslosigkeit und der Interessenlosigkeit auszeichnet (Gruenberg et al., 2005). In einer chinesischen Studie mit 8.102 Jugendlichen zwischen 12 und 17 Jahren aus der Allgemeinbevölkerung zeigten etwa die Hälfte der Jugendlichen mit NSSV depressive Symptome (Yong et al., 2023). Zusätzlich wiesen fast 95 % der 248 jugendlichen Patient*innen mit NSSV, die in einem Zeitraum von drei Monaten in den psychiatrischen Ambulanzen dreier Tertiärkliniken vorstellig wurden, depressive Symptome auf. Über 45 % der Patient*innen mit NSSV litten dabei unter einer schweren depressiven Episode und knapp 22 % unter einer mittelschweren depressiven Episode (Niu et al., 2024). In einer Studie mit 30.000 Jugendlichen aus

sechs europäischen Ländern und Australien berichteten über 780 Jugendliche von einer einmaligen selbstverletzenden Episode und 960 Jugendliche von wiederholten selbstverletzenden Episoden. Dabei wiesen Jugendliche mit wiederholtem NSSV höhere Depressionswerte auf als Jugendliche mit einmaligem NSSV und Jugendliche, die bisher nur an NSSV gedacht hatten (Madge et al., 2011). Die depressive Symptomatik hatte zudem eine mediierende Funktion in verschiedenen Studien zu NSSV inne. So medieren depressive Symptome beispielsweise die Beziehung zwischen der subjektiven Wahrnehmung von sozialer Unterstützung der Jugendlichen durch Gleichaltrige und Lehrer und deren NSSV (Madjar et al., 2021) und erklären den Effekt von geringer Belastungstoleranz auf die spätere Häufigkeit von NSSV (Lin et al., 2018).

Auch dissoziative Symptome und Syndrome (APA, 2013) werden als häufige Komorbiditäten mit BPD und NSSV in Verbindung gebracht (Calati et al., 2017; Lysenko et al., 2018). Dabei treten bei etwa zwei Drittel der Patient*innen mit einer BPD dissoziative Symptome auf (Korzekwa et al., 2009). Dissoziation ist ein Prozess, welcher eine Abspaltung von normalerweise miteinander verbundenen mentalen Prozessen beschreibt, die gehäuft außerhalb des Bereichs des Bewusstseins oder des Erinnerungsabrufs liegen (Ludwig, 1983). Zu den Bestandteilen der Dissoziation gehören Amnesie, Depersonalisierung, Derealisation, Identitätsverwirrung und Identitätsveränderung (Maldonado et al., 2002). Die Amnesie beschreibt hierbei eine völlige oder partielle Unfähigkeit, sich an wichtige autobiografische Ereignisse zu erinnern, die in der Regel von belastender Natur sind (Mangiulli et al., 2022). Identitätsverwirrung und Identitätsveränderung beziehen sich auf die Unfähigkeit, verschiedene Aspekte von Identität, Gedächtnis und Bewusstsein miteinander zu integrieren (Maldonado et al., 2002). Depersonalisation beschreibt das Gefühl, dass der eigene Körper nicht zu einem selbst gehört, während Derealisation das Gefühl darstellt, dass andere Personen, Objekte oder die Welt um einen herum nicht real erscheinen (Spitzer et al., 2006). Die Dissoziation ist auf verschiedene Weise mit NSSV assoziiert. Studien identifizierten die Dissoziation als einen möglichen Risikofaktor oder Moderator für die Entstehung von NSSV, einen Modifikator von Entwicklungsverläufen (Ford & Gómez, 2015; Karpel & Jerram, 2015) und sehen NSSV als mögliche Methode, um dissoziativen Zuständen zu entkommen (Koenig et al., 2017).

Ein weitere Persönlichkeitsdimension, welche mit NSSV assoziiert ist, ist die Alexithymie. Nemiah und Sifneos definierten erstmalig Alexithymie als eine relative Einschränkung der emotionalen Funktionalität, die sich unter anderem durch eine Armut

an Fantasie und einer Unfähigkeit zur adäquaten Identifikation und Beschreibung erlebter Gefühle auszeichnet und von external orientiertem Denken gekennzeichnet ist (Nemiah & Sifneos, 1970; Sifneos, 1973). Aktuellere Untersuchungen konzeptualisieren Alexithymie als ein multidimensionales Konstrukt, welches durch Schwierigkeiten in der Erkennung und Beschreibung von Gefühlen und external orientiertes Denken gekennzeichnet ist. Dabei wird das Fehlen von Fantasie nicht mehr als Bestandteil des Konstrukts angesehen (Preece et al., 2020). Etwa 10 % der Mädchen und 7 % der Jungen zwischen 15 und 16 Jahren sind alexithymisch (Joukamaa et al., 2007). Menschen mit höherer Ausprägung von Alexithymie haben dabei Schwierigkeiten ihren inneren Affekt oder ihre Körperempfindungen zu erkennen und fokussieren sich vermehrt auf körperliche Symptome anstelle von Emotionen, wobei innere Affektzustände oder Körperempfindungen nicht als Signale emotionaler Belastung erkannt werden (Lesser, 1985). Alexithymie stellt somit ein Defizit in der kognitiven Verarbeitung von emotionalen Empfindungen dar (K. Cameron et al., 2014). Konsistente Belege für eine Assoziation von Alexithymie und NSSV wurden sowohl in klinischen, als auch in nicht-klinischen Populationen gefunden (Cerutti et al., 2014; Gatta, Dal Santo, et al., 2016; Gatta, Rago, et al., 2016). Jugendliche mit repetitivem selbstverletzendem Verhalten wiesen dabei besonders hohe Alexithymiewerte im Vergleich zu Jugendlichen mit gelegentlichem NSSV auf (Gatta, Rago, et al., 2016).

2.2 NSSV im Kontext der Emotionsverarbeitung

NSSV ist eine Verhaltensweise, welche eng mit der Verarbeitung eigener emotionaler Zustände verbunden ist (McKenzie & Gross, 2014). Ein fundiertes Verständnis der Auslöser und Mechanismen von Emotionen ist demnach von entscheidender Bedeutung, um effektiv mit Situationen umzugehen, die starke Emotionen auslösen. Um NSSV in den Kontext der Emotionsverarbeitung zu bringen ist zunächst eine Erläuterung des Emotionsbegriffs erforderlich.

2.2.1 Emotionen

Emotionen sind ein integraler Bestandteil unseres täglichen Lebens. Sie beeinflussen unser Verhalten, unsere Entscheidungen und unsere zwischenmenschlichen Beziehungen. Sie sollen dabei die Interessen des Einzelnen in Bezug auf das physische und soziale Überleben, mithilfe adaptiver Reaktionen auf relevante Umwelteinflüsse, fördern (Keltner & Gross, 1999). Obwohl Emotionen ein maßgeblicher Aspekt des menschlichen Lebens sind, fehlt es bisher an einer einheitlich anerkannten Definition (Mulligan & Scherer, 2012).

Über die Jahre wurden verschiedene Emotionstheorien veröffentlicht (Gross, 1998; Plutchik & Kellerman, 2013). Ihre Konsense bestehen darin, dass sie Emotionen als eine Schnittstelle zwischen einem Organismus und seiner Umwelt sehen, welche auf die wechselnden Ereignisse und sozialen Kontexte adaptiert und dabei die Erfahrungen und Reaktionen des Einzelnen berücksichtigt (Mulligan & Scherer, 2012). Emotionen sind dabei in erster Linie funktional (Keltner & Gross, 1999). Sie werden durch bestimmte Situationen ausgelöst, treten innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens auf und sind abhängig von Individuum, Kultur und Kontext (Revord et al., 2021).

Innerhalb der unterschiedlichen Emotionstheorien konnten verschiedene Komponenten eines emotionalen Ereignisses definiert werden. So inkludieren emotionale Ereignisse immer eine Bewertung der emotionalen Situation, eine physiologische Reaktion auf das emotionale Ereignis, ein Ausdrucksverhalten des eigenen emotionalen Zustandes, eine Handlungsvorbereitung als Reaktion auf das emotionale Ereignis, sowie die subjektiven Gefühle, die durch das Ereignis ausgelöst werden (Scherer & Moors, 2019). In funktionsbezogenen Ansätzen lenken dabei positive Emotionen das Verhalten zu Situationen hin, die als förderlich bewertet werden und positive Konsequenzen hervorrufen. Positive Emotionen führen dabei zu angenehmen subjektivem Erleben, wie Freude oder Erleichterung, können aber auch zu unerwünschten Konsequenzen wie Drogensucht oder Adipositas führen (Shiota et al., 2014).

Negative Emotionen sind hingegen mit spezifischen und teilweise konträren physischen Handlungstendenzen verbunden. Während der Ausdruck von Wut als bedrohlich wahrgenommen wird und Vermeidungsverhalten aktiviert, löst der Ausdruck von Angst vornehmlich Annäherungsverhalten aus, obwohl in beiden Situationen eine potentielle Bedrohung aus der Umgebung vorhanden ist (Marsh et al., 2005). Auch trau-

rige Gesichtszüge, die Ausdruck von negativen Emotionen wie beispielsweise Kummer sind, erzeugen vornehmlich Annäherungsverhalten in Form von prosozialem Verhalten (Gračanin, Bylsma, et al., 2018; Gračanin, Kraemer, et al., 2018). Wie eine Emotion kategorisiert wird, hängt von den jeweiligen Dimensionen ab, auf denen die Emotion abgebildet werden soll. Einige Dimensionen sind dabei die Universalität der Emotion, wie aktivierend die Emotion wirkt, wie angenehm sie empfunden wird oder ob sie Annäherungs- oder Vermeidungsverhalten hervorruft (Revord et al., 2021).

Aus funktionalistischer Sichtweise sind die Folgen von Emotionen von besonderer Wichtigkeit. Emotionen generieren dabei Informationen an andere Individuen durch Gesichts- oder Stimmausdrücke (Keltner et al., 2019; Scherer, 1986), aktivieren Bewertungsmuster (Siemer et al., 2007; van de Ven et al., 2012), adaptieren kognitive Prozesse (Frijda, 1987; Lerner et al., 2015; Oveis et al., 2010) und generieren Handlungstendenzen (Frijda, 1987; Smith et al., 2010). Aus psychopathologischer Sicht wird die Funktionalität von Emotionen interessant, wenn im Emotionsverarbeitungsprozess destruktive Handlungstendenzen hinzukommen, die aus maladaptiven kognitiven Prozessen und Bewertungsmustern resultieren. Eine solche destruktive Handlungstendenz ist das NSSV.

2.2.2 Emotionale Kompetenz

Im Kontext der Emotionsverarbeitung manifestiert sich NSSV als Ausdruck von defizitärem Umgang mit emotionsauslösenden Ereignissen (McKenzie & Gross, 2014). Da es sich bei Menschen um soziale Lebewesen handelt, entspringen zahlreiche emotionale Auslöser in Verbindung mit sozialer Interaktion. Emotionen und Verhaltensweisen werden dabei oft durch Interaktionen mit anderen Menschen, deren Reaktionen, Worte und Gesten beeinflusst (Dimberg et al., 2000; Izard et al., 2001; Izard, 1993). Die Gestaltung eigener emotionaler Erfahrung aufgrund kognitiver Entwicklung und sozialen Erlebnissen wird dabei als emotionale Kompetenz bezeichnet und stellt den erfolgreichen Umgang mit emotionsauslösenden Ereignissen dar (Saarni, 1999).

Ähnlich dem Konstrukt von NSSV leidet auch das Konzept der emotionalen Kompetenz unter einem Mangel an Konsens bezüglich der Definitionen (Hare et al., 2024). Dabei fungiert die emotionale Kompetenz als Überbegriff für ein breites Spektrum an

Fähigkeitsmerkmalen, die in der Literatur als mitunter eigenständige Konstrukte definiert werden (Hare et al., 2024; Saarni, 1999) und welche bei Patient*innen mit NSSV in Teilen als defizitär identifiziert wurden (McKenzie & Gross, 2014; Nock et al., 2008; Turner et al., 2012; Westers et al., 2012). Sowohl die Schwierigkeiten in der Emotionsregulation bei Patient*innen mit NSSV, als auch die potenziell veränderte Emotionswahrnehmung von emotionalen Stimuli, welche den Kern dieser Dissertation bildet, fallen dabei unter das Konzept der emotionalen Kompetenz (Hare et al., 2024).

Eine der frühen Definitionen der emotionalen Kompetenz gliedert diese in acht Fähigkeitsmerkmale (Saarni, 1999), welche sich in zwei Hauptkomponenten, die Emotionsgenerierung und die Emotionswahrnehmung, unterteilen lassen. Die Emotionsgenerierung bezieht sich dabei auf die adäquate Veränderung von Erleben und Verhalten als Reaktion auf ein relevantes Ereignis (Bänziger et al., 2009), worunter auch die Fähigkeit zur akkuraten Emotionsregulation zählt (Gross, 1998). Hierdurch wird es dem Individuum ermöglicht, erfolgreich mit den Folgen des Ereignisses umzugehen. Die Emotionswahrnehmung bezieht sich hingegen auf die Fähigkeit den emotionalen Zustand anderer im sozialen Umgang akkurat wahrzunehmen und zu interpretieren (Bänziger et al., 2009), was den Schwerpunkt der Untersuchung dieser Dissertation bildet.

Neuere Untersuchungen gliedern die Hauptkomponenten der emotionalen Kompetenz in vier Kategorien, emotionales Denken, emotionale Stabilität, Empathie und Emotionsregulation, wodurch eine klarere Definition des Konstrukts ermöglicht wurde (Hare et al., 2024). Das emotionale Denken (*Emotion Reasoning*) beinhaltet die Fähigkeit, die eigenen inneren emotionalen Zustände und die emotionalen Zustände anderer Personen akkurat zu erkennen und angemessen darauf zu reagieren (Ruba & Pollak, 2020). Dabei argumentieren Hare und Kolleg*innen (2024), dass unter anderem die Begriffe der Alexithymie, emotionalen Intelligenz (EI) und der Emotionswahrnehmung, unter diesen Aspekt der emotionalen Kompetenz fallen. Das emotionale Denken lässt sich dabei in interpersonelle und intrapersonelle Fähigkeiten unterteilen (Hare et al., 2024). Während mit dem interpersonellen emotionalen Denken die Fähigkeit gemeint ist, ausdrucksstarke Verhaltensweisen und Kontextinformationen zu nutzen, um logische Schlüsse über den emotionalen Zustand anderer Menschen zu treffen, beinhaltet das intrapersonelle emotionale Denken die Fähigkeit, externe Informationsquellen sowie individuelle interne kognitive und physiologisch-affektive Erfahrungen zu nutzen, um den aktuellen eigenen emotionalen Zustand korrekt zu identifizieren

(Hare et al., 2024). Bei einer veränderten Emotionsverarbeitung auf Wahrnehmungsebene wäre die emotionale Kompetenz der jugendlichen Patient*innen mit NSSV demnach in dieser Komponente der emotionalen Kompetenz beeinträchtigt.

Die zweite Komponente, emotionale Stabilität (*Emotion Stability*), wird auch als emotionale Reaktivität oder emotionale Labilität beschrieben (Gross & Jazaieri, 2014; Hare et al., 2024; Skirrow & Asherson, 2013). Im Forschungsbereich zu NSSV hat sich vor allem der Begriff der emotionalen Reaktivität etabliert (Kandsperger et al., 2021, 2022; Nock et al., 2008). Die emotionale Reaktivität beschreibt dabei, wie sensitiv eine Person gegenüber wahrgenommenen Emotionen ist, wie intensiv diese erlebt werden und wie persistent dieses Erlebnis anhält (Nock et al., 2008). Jugendliche mit NSSV weisen dabei eine erhöhte emotionale Reaktivität, bzw. eine geringe emotionale Stabilität auf (Glenn et al., 2011; Kandsperger et al., 2021, 2022), wodurch insbesondere negative Gefühle von den Patient*innen früher, länger und intensiver erlebt und demzufolge Emotionsregulationsprozesse wie NSSV begünstigt werden (Flett et al., 1996; Nock et al., 2008).

Die dritte Komponente der emotionalen Kompetenz stellt die Empathie dar (Hare et al., 2024) und ist die Fähigkeit, den emotionalen Zustand anderer Menschen zu antizipieren und zu teilen (Pelligrà, 2011). Es wird angenommen, dass Empathie aus drei Komponenten besteht, der motorischen, emotionalen und kognitiven Empathie (Blair, 2005). Die motorische Empathie bezieht sich dabei auf die automatische und unbewusste Nachahmung der Mimik einer anderen Person, während sich die emotionale Empathie auf das Erleben von Emotionen, die mit denen einer anderen Person übereinstimmen, bezieht. Letztlich stellt die kognitive Empathie die Fähigkeit dar, den emotionalen Zustand anderer Personen rational zu erkennen und zu verstehen und deren Perspektive einnehmen zu können (Blair, 2005). Defizite im empathischen Empfinden werden dabei nicht unmittelbar mit NSSV in Verbindung gebracht (Taş Torun et al., 2022). Stattdessen wird postuliert, dass Jugendliche mit NSSV vielmehr Schwierigkeiten damit haben, sich selbst wohlwollend gegenüberzustehen und zu vergeben, als sich in andere hineinzusetzen (Westers et al., 2012).

Die vierte und letzte Komponente der emotionalen Kompetenz ist die Emotionsregulation (Hare et al., 2024). Thompson definierte die Emotionsregulation als „extrinsische und intrinsische Prozesse, die für die Überwachung, Bewertung und Modifikation emotionaler Reaktionen, insbesondere ihrer intensiven und zeitlichen Merkmale, verantwortlich sind, um die eigenen Ziele zu erreichen“ (R. A. Thompson, 1994, S.27,

übersetzt von Alexandra Otto). Die Emotionsregulation bezieht sich dabei auf den Versuch zu beeinflussen, welche Emotionen man hat, wann man sie hat und wie diese Emotionen ausgedrückt oder erlebt werden (Gross, 1998). Zudem verfolgt die Emotionsregulation immer ein Ziel, in dessen Richtung der Verlauf der Emotionen beeinflusst werden soll (Gross et al., 2011). Das Ziel der Emotionsregulation kann sich dabei auf die Veränderung des eigenen emotionalen Zustandes beziehen, oder auf die Regulation der Emotionen anderer Individuen (Gross, 2015).

Die eigene oder intrinsische Emotionsregulation befasst sich häufig mit dem Versuch der Reduktion unangenehmer Emotionen, wie Ärger, Angst oder Traurigkeit (Gross et al., 2006). Die intrinsische Emotionsregulation dient aber auch der Verstärkung positiv erlebter Emotionen, beispielsweise zur Resilienzsteigerung bei stressreichen Ereignissen (Tugade & Fredrickson, 2007). Die extrinsische Emotionsregulation befasst sich hingegen mit der Regulation der Emotionen anderer und ist besonders in der Eltern-Kind-Interaktion von großer Bedeutung (siehe: Fenning et al., 2018). Jede soziale Situation kann dabei sowohl intrinsische, als auch extrinsische Emotionsregulationsimpulse beinhalten und sowohl der Reduktion oder Steigerung erlebter negativer oder positiver Emotionen dienen (Gross, 2015).

Für die Entwicklung einer adaptiven Emotionsregulation sind verschiedene Faktoren von unmittelbarer Wichtigkeit. Hierzu müssen die Kinder fähig sein, ihre eigenen Emotionen wahrzunehmen, sie müssen ein Verständnis für die potenziellen Folgen eines Emotionsausdrucks in verschiedenen Situationen erlangen und ausreichend Strategien zur Modifikation ihrer Emotionen erlernen (Thompson, 2001). Die Emotionsregulationsstrategien zur Änderung der Affektlage lassen sich dabei anhand zweier orthogonaler Dimensionen widerspiegeln, der Art des Emotionsregulationsziels und der Art des Emotionsveränderungsprozesses (Braunstein et al., 2017). Emotionsregulationsziele werden dabei als mentale Repräsentationen von potenziellen inneren oder äußeren Zuständen definiert und können dem Individuum explizit und bewusst vorliegen, oder ausschließlich implizit und unbewusst (z.B. durch Priming) vorhanden sein (Hassin et al., 2007). Die zweite Dimension, der Emotionsveränderungsprozess, kann automatisch bis kontrolliert ablaufen. Je automatischer ein Veränderungsprozess stattfindet, desto unbewusster ist sein Ablauf und desto weniger Top-Down-Kontrollprozesse (z.B. durch selektive Aufmerksamkeit) sind involviert (Braunstein et al., 2017). Im Gegensatz dazu werden bei kontrollierteren Veränderungsprozessen mehr Strategien der kognitiven Kontrolle von dem Individuum verwendet. Beispiele hierfür sind die

Inhibition unerwünschter Emotionen und die Umbewertung emotionaler Gegebenheiten (Braunstein et al., 2017).

2.2.3 Emotionsdysregulation und emotionale Reaktivität bei NSSV

Insgesamt befassten sich die meisten Studien bezüglich einer veränderten emotionalen Kompetenz bei jugendlichen Patient*innen mit NSSV mit den Aspekten der Emotionsdysregulation und der erhöhten emotionalen Reaktivität, da sich hierin die schwerwiegendsten Defizite bei den Patient*innen zeigen (Andover & Morris, 2014; Hasking et al., 2017; Kandsperger et al., 2022; McKenzie & Gross, 2014; Mettler et al., 2021). Emotionale Dysregulation, bzw. der maladaptive Umgang mit Emotionsregulationsstrategien, spielt dabei eine zentrale Rolle in der Entwicklung und Aufrechterhaltung vieler psychischer Erkrankungen (siehe: Amstadter, 2008; Joormann & Siemer, 2014; Steinberg & Drabick, 2015) und NSSV wird oftmals als direkte oder indirekte Konsequenz der Emotionsdysregulation gesehen (Andover & Morris, 2014).

Patient*innen mit NSSV weisen konstant Schwierigkeiten in allen Bereichen der Emotionsregulation auf: Innerhalb negativer emotionaler Zustände verfügen sie nur über einen reduzierten Zugang zu Emotionsregulationsstrategien, weisen Schwierigkeiten im zielgerichteten Verhalten auf, haben Impulskontrollprobleme und berichten über einen Mangel an emotionalem Bewusstsein und emotionaler Klarheit (Andover & Morris, 2014; You et al., 2018). Zudem fällt es ihnen schwer, ihre emotionalen Reaktionen zu akzeptieren oder nach außen hin zu zeigen (You et al., 2018).

In diesem Zusammenhang ist NSSV mit erhöhter emotionaler Reaktivität assoziiert (Kandsperger et al., 2021, 2022). Folglich erleben Patient*innen mit NSSV negative Emotionen potenziert, bei gleichzeitig defizitären Optionen zur adäquaten Regulation. Erhöhte emotionale Reaktivität beeinflusst dabei sowohl unabhängig als auch in Verbindung mit Emotionsregulationsschwierigkeiten, das NSSV (Jenkins & Schmitz, 2012). Zudem konnte ein indirekter Effekt von aktuellen belastenden Erfahrungen auf das NSSV festgestellt werden, der über die emotionale Reaktivität verläuft (Hamza et al., 2021), wobei erhöhte emotionale Reaktivität das Risiko von NSSV aufgrund von aktuellen Belastungserfahrungen wahrscheinlicher machen. Demnach stellt erhöhte emotionale Reaktivität einen möglichen Risikofaktor für die Entwicklung von maladaptiver Emotionsregulation dar (Flett et al., 1996), verstärkt aber auch unabhängig von

ihr die Änderung im positiven und negativen Affekt nach dem NSSV (Jenkins & Schmitz, 2012).

2.2.4 Emotionsdysregulation bei komorbiden Erkrankungen

Auch die unter 2.1.3 erwähnten Komorbiditäten von NSSV sind mit Emotionsdysregulation und emotionaler Reaktivität assoziiert. So postulierte Linehan (1987a), dass emotionale Dysregulation eine biologische Disposition für stärkere emotionale Vulnerabilität ist, die sich bei Patient*innen mit einer BPD durch eine geringere Wahrnehmungsschwelle für emotionale Stimuli, sowie intensivere und langwierigere emotionale Reaktionen auf diese emotionalen Stimuli äußert. Diesbezüglich stellt die Emotionsdysregulation ein Hauptmerkmal der BPD dar (Glenn & Klonsky, 2009). NSSV dient dabei auch innerhalb der BPD als Emotionsregulationsstrategie, beispielsweise als Ablenkungsstrategie, als Wutausdruck, zur Selbstbestrafung oder um normale Gefühle hervorzurufen (M. Z. Brown et al., 2002).

Auch innerhalb depressiver Erkrankungen wird der Einfluss von inadäquater Emotionsregulation diskutiert. Hierbei sollen Schwierigkeiten in der Emotionsregulation nach dem Erleben negativer Lebensereignisse einen Risikofaktor für die Entstehung einer Depression darstellen (Joormann & Stanton, 2016). Patient*innen mit depressiven Symptomen beschreiben zudem eine Reduktion im positiven und eine Steigerung im negativen Affekt (Varma, 2017), deren Veränderung eine Grundfunktion des selbstverletzenden Verhaltens darstellt (García-Nieto et al., 2015). Depressive Symptome erklären dementsprechend auch einen Teil der Zusammenhänge zwischen NSSV und der Emotionsdysregulation (Clapham & Brausch, 2022). Konträr zum NSSV ist die Depression hingegen mit einer geringeren emotionalen Reaktivität assoziiert (Bylsma et al., 2008).

Die Dissoziation wird im Kontext der Emotionsregulation als Vermeidungsstrategie starker aversiver Zustände gewertet. Dabei werden dissoziative Episoden genutzt, um erhöhte emotionale Reaktivität zu reduzieren (Dewe et al., 2016). Die Dissoziation wirkt dabei übermodulierend und führt zu einer kompletten Abgrenzung des Individuums von inneren oder äußeren Zuständen (Cavicchioli et al., 2021). Es zeigt sich zudem eine reduzierte Schmerzsensitivität in dissoziativen Zuständen bei Patient*innen

mit einer BPD (Chung et al., 2020; Ludäscher et al., 2007), wodurch die Dissoziation das NSSV als Emotionsregulationsstrategie erleichtern kann.

Letztlich ist auch die Alexithymie mit Emotionsregulationsschwierigkeiten assoziiert (Pandey et al., 2011; Preece et al., 2022). Dabei kann die verminderte Fähigkeit Emotionen zu erkennen, der Mangel an emotionaler Klarheit und die Nichtakzeptanz emotionaler Reaktionen in alexithymischen Menschen als Index für Schwierigkeiten in der Emotionsregulation betrachtet werden (Kessler et al., 2010; Pandey et al., 2011). Zudem weisen Individuen mit Alexithymie erhöhte emotionale Reaktivität bezüglich negativer Emotionen und reduzierte emotionale Reaktivität hinsichtlich positiver Emotionen auf (Preece et al., 2020). Im Kontext der Selbstverletzung sollen Individuen mit Alexithymie, die Schwierigkeiten darin haben ihre Gefühle zu verstehen, und somit nicht emotionsspezifisch regulieren können, auf NSSV als Mittel zur Emotionsregulation zurückgreifen (Norman et al., 2020).

Zusammenfassend wird NSSV zwar als eine Störung der Emotionsregulation klassifiziert (Hasking et al., 2017), weist jedoch eine hohe Komorbidität mit verschiedenen Psychopathologien auf, die ebenfalls mit Defiziten in der Emotionsverarbeitung assoziiert sind (Cavicchioli et al., 2021; Joormann & Stanton, 2016; Linehan, 1987b; Preece et al., 2022). Diese Komplexität erschwert die eindeutige Zuordnung von Emotionsregulationsschwierigkeiten, Einschränkungen in der Emotionswahrnehmung und generellen Defiziten in der emotionalen Kompetenz als direkten Aspekt von NSSV, wodurch eine genauere Untersuchung der zugrunde liegenden Mechanismen von hoher Bedeutung ist.

2.2.5 Emotionsverarbeitungsmodelle

Im Rahmen der emotionalen Kompetenz erscheinen die Emotionswahrnehmung und Emotionsregulation zunächst wie zwei separate Aspekte desselben Konzepts. Jedoch ist dem nicht der Fall. In den Modellen zur Emotionsverarbeitung bei NSSV werden die Fähigkeit, Emotionen bei anderen wahrzunehmen, und die Regulation eigener emotionaler Zustände eng miteinander verknüpft und als wesentlich für die Entstehung und Aufrechterhaltung von NSSV angesehen (siehe: Chapman et al., 2006; Gross, 1998; Hasking et al., 2017). Die wohl bekanntesten Modelle, welche sich mit dem Emotionsverarbeitungsprozess bei NSSV auseinandersetzen sind das *Process Model*

(Gross, 1998) und das *Experiential Avoidance Model* (Chapman et al., 2006). Beide Modelle repräsentieren unterschiedliche theoretische Ansätze zur Emotionsverarbeitung, die jeweils auf verschiedene Aspekte und Mechanismen abzielen und nebeneinander existieren können.

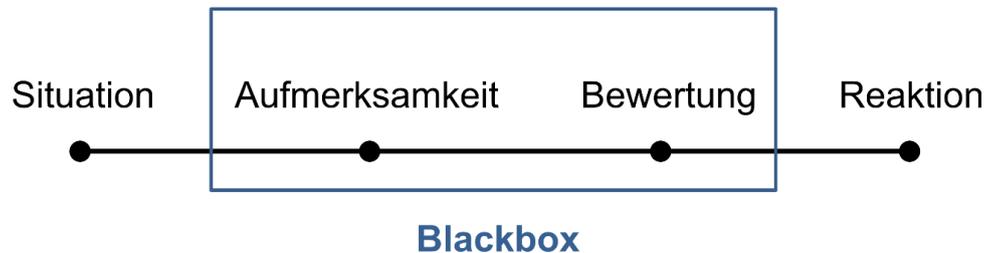
2.2.5.1 *Process Model*

Das *Process Model* der Emotionsregulation ist eine Weiterentwicklung des *Modal Models* der Emotionsverarbeitung (Gross, 2014). Das *Modal Model* beschreibt hierbei die Emotionsverarbeitung innerhalb eines Person-Situations-Kontextes. Die Emotionsverarbeitung beginnt mit einer Person, die sich in eine bestimmte Situation begibt. Die situativen Eigenschaften können dabei sowohl external vorhanden, oder ausschließlich internal repräsentiert sein. Die Person lenkt ihre Aufmerksamkeit auf spezifische Eigenschaften der Situation und bewertet diese persönlich und individuell. Aufgrund dieser individuellen Bewertung der Situation erfolgt eine emotionsbasierte Antwortreaktion durch die Person. Objektiv beobachtbar sind dabei nur die sichtbare Situation, in welcher sich die Person befindet, sowie deren äußere Reaktion. Die Emotionsverarbeitungsschritte der Aufmerksamkeitslenkung und individuellen Bewertung lassen sich von außen nicht beobachten (Gross, 2014, 2015). Das *Process Model* erweitert das *Modal Model* um die Emotionsregulationsschritte. Nach dem *Process Model* können Emotionen an fünf Zeitpunkten der Emotionsverarbeitung moduliert werden. Diese fünf Bereiche benennt Gross als Situationsselektion, Situationsmodifikation, Aufmerksamkeitslenkung, kognitive Veränderung und Antwortgenerierung (Gross, 1998, 2015). Die grafische Darstellung des *Modal Models* und seiner Weiterentwicklung, dem *Process Model*, sind in Abbildung 1 dargestellt.

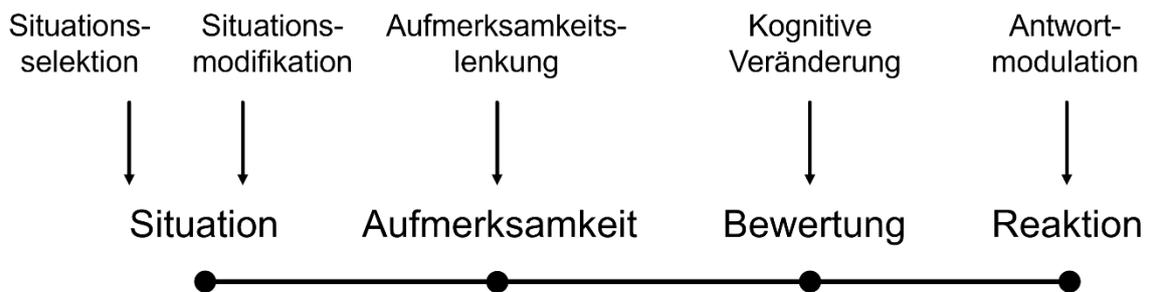
Abbildung 1

Modal Model der Emotionen und Process Model der Emotionsregulation

A



B



Anmerkung. In Anlehnung an „Emotion Regulation: Current Status and Future Prospects“ von J. J. Gross, 2015, *Psychological inquiry*, 26(1), 1-26. (DOI: 10.1080/1047840X.2014.940781). Abbildung A entspricht dem *Modal Model* und Abbildung B dem *Process Model*.

Die erste Möglichkeit der Emotionsregulation beginnt mit der Situations- bzw. der Informationsselektion. Hierbei kann eine Person entscheiden, sich in eine bestimmte Situation zu begeben bzw. sich bestimmten Informationen auszusetzen, oder sie zu vermeiden. Dabei sollen die Handlungstendenzen die Wahrscheinlichkeit erwünschter Emotionen durch die Situationsauswahl erhöhen und die Wahrscheinlichkeit unerwünschter Emotionen verringern. Sobald eine Situationsselektion getroffen wurde, kann die Situation und deren emotionale Auswirkungen nicht mehr vermieden, sondern nur noch modifiziert werden (Gross, 2015). Ein maladaptives Beispiel der Situationsmodifikation ist das Sicherheitsverhalten bei Angststörungen (Werner & Gross, 2010). So nehmen Angstpatienten beispielsweise Beruhigungsmedikamente oder führen Rituale aus, um die emotionale Belastung einer Situation zu reduzieren. Als nächs-

ten Schritt der Emotionsregulation benennt Gross die Aufmerksamkeitslenkung. In diesem Kontext kann die Aufmerksamkeit hin oder weg von emotional geladenen Aspekten moduliert werden. Als Beispiel hierfür beschreibt Gross (2015) das Abwenden des Blicks oder das Fokussieren auf andere Gedanken. Durch eine kognitive Veränderung kann eine Umbewertung der Person-Situations-Transaktion stattfinden und somit die emotionalen Auswirkungen moduliert werden. Ein veranschaulichendes Beispiel für die Reduktion von negativen Gefühlszuständen durch kognitive Veränderung ist die Umbewertung der Wichtigkeit einer Platzierung in einem Sportevent, nachdem die Person keine Medaille erworben hat. Als letzten Schritt der Emotionsregulation erfolgt die Antwortmodulation. Die Antwortmodulation ist die direkte Beeinflussung des Erlebens, Verhaltens oder der physiologischen Komponente der emotionalen Reaktion, nachdem die Emotion entstanden ist (Gross, 2015). Die emotionale Antwort kann dabei beispielsweise adaptiv durch Humor oder Achtsamkeit moduliert werden (Kugler & Kuhbandner, 2015; Roemer et al., 2015). Zu den maladaptiven Reaktionen der Antwortmodulation zählen hingegen Alkohol- und Drogenkonsum, sowie die Selbstverletzung (Dvorak et al., 2014; Midkiff et al., 2018; Wong et al., 2013).

2.2.5.2 *Experiential Avoidance Model*

Das *Experiential Avoidance Model* sieht NSSV im Kontext der Vermeidung emotional überfordernder Erlebnisse. Das Modell basiert auf der Annahme, dass die Schwierigkeiten in der Emotionsverarbeitung und -regulation daraus resultieren, dass Individuen sich aktiv darum bemühen, unangenehme Erfahrungen zu vermeiden, anstatt diese zu akzeptieren und angemessen zu bewältigen (Chapman et al., 2006). *Experiential Avoidance* beschreibt dabei jedes Verhalten, welches der Vermeidung oder der Flucht von unerwünschten internen Erfahrungen oder deren externalen Auslösern dient (Hayes et al., 1996).

Dabei beginnt die Vermeidung mit einem emotionsauslösenden Stimulus bzw. einer emotionsauslösenden Situation, welche eine unerwünschte emotionale Reaktion hervorruft. Eine erhöhte emotionale Reaktivität, geringe Stresstoleranz, sowie Schwierigkeiten in der Emotionsregulation führen laut Chapman und Kolleg*innen (2006) zu einer Unfähigkeit der angemessenen Bewältigung der emotionalen Reaktion, was demzufolge die Wahrscheinlichkeit von NSSV erhöht. NSSV bietet dabei zeitweise eine

Erleichterung von der unerwünschten emotionalen Reaktion, indem es den negativen Affekt reduziert und dadurch negativ verstärkend wirkt. Wird NSSV wiederholt erfolgreich zur Reduktion negativer emotionaler Reaktionen verwendet, etabliert sich NSSV als eine automatische, konditionierte Reaktion auf das emotionsauslösende Ereignis und wird somit als vorwiegende Emotionsregulationsstrategie angewandt (Chapman et al., 2006).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das *Process Model* von Gross fünf Emotionsregulationsschritte innerhalb der Emotionsverarbeitung beschreibt. NSSV findet sich im fünften Schritt, der Antwortmodulation, wieder. Dem NSSV sind demnach vier Emotionsverarbeitungsschritte vorangesetzt, welche vorab durchlaufen werden. Durch das NSSV wird negativer Affekt reduziert und positiver Affekt erhöht und somit die emotionale Reaktion verändert. Das *Experiential Avoidance Model* erklärt im Gegensatz dazu, wie NSSV sich als vornehmliche Reaktion auf unangenehme emotionale Zustände etabliert und andere Emotionsregulationsschritte von den Individuen vernachlässigt werden.

2.2.6 Emotionswahrnehmung bei NSSV

Erhöhte emotionale Reaktivität, sowie Schwierigkeiten in der Emotionsregulation, spiegeln sich in defizitärer emotionaler Kompetenz wider und waren der Forschungsschwerpunkt zahlreicher Studien zu NSSV (siehe: Andover & Morris, 2014; Kandsperger et al., 2022; Ritschel et al., 2015). Weniger erforscht ist der Zusammenhang von veränderter Emotionswahrnehmung und NSSV, obwohl der Emotionsregulationsprozess in seiner theoretischen Fundierung mit der Wahrnehmung von emotionsauslösenden Situationen beginnt (Gross, 2015).

Die emotionalen Gesichtsausdrücke von Personen in unserer unmittelbaren Umgebung liefern uns essenzielle Informationen über den sozialen Kontext, in dem wir uns befinden (Vetter et al., 2019). Die adäquate Emotionswahrnehmung im Sozialkontext ist demzufolge eine wichtige Voraussetzung für eine akkurate Emotionsregulation und in der Konsequenz für ein angepasstes Sozialverhalten (Izard, 1971). Sollten emotionale Gesichtsausdrücke nicht korrekt erkannt werden, beeinflusst dies die Emotionsregulation und führt zu einer inkongruenten Interpretation der sozialen Situation (In-Albon et al., 2013). Die adäquate Wahrnehmung und Kategorisierung von emotionalen

Gesichtsausdrücken ist dabei bereits im Kindesalter eine Voraussetzung für eine erfolgreiche soziale Anpassung und Integration (Izard, 1971). Defizite in der Emotionserkennung tragen hingegen zu der Entstehung von Verhaltens- und Lernproblemen bei (Izard et al., 2001).

Studien bezüglich einer veränderten Emotionswahrnehmung bei Patient*innen mit NSSV kamen zu divergierenden Ergebnissen, was darauf zurückzuführen sein könnte, dass verschiedene experimentelle Methoden angewendet wurden, sich das Stimulusmaterial stark voneinander unterschied, die Gruppengrößen variierten und unterschiedliche komorbide Erkrankungen bei den Proband*innen berücksichtigt wurden (Catalan et al., 2016; Dyck et al., 2009; Ferreira et al., 2018; Lynch et al., 2006; Minzenberg et al., 2006; Niedtfeld et al., 2017; Wagner & Linehan, 1999). In einer der ersten Untersuchungen zu einer veränderten Emotionswahrnehmung bei Patient*innen mit einer BPD stellten Wagner und Linehan (1999) mittels einer Diashow von unverdeckten Gesichtsstimuli kaukasischer und japanischer Individuen eine erhöhte Sensitivität der Patient*innengruppe gegenüber ängstlichen Gesichtsausdrücken fest. Lynch und Kolleg*innen (2006) nutzten hingegen morphende Bilder von neutralen zu emotionalen Gesichtsausdrücken und identifizierten eine erhöhte Sensitivität der Patient*innengruppe gegenüber verärgerten und glücklichen Gesichtsausdrücken. Während zeitlich limitierter Diskriminierungsaufgaben fanden Dyck und Kolleg*innen (2009) ein negatives Bias bei Patient*innen mit einer BPD, wobei neutrale Gesichtsausdrücke häufiger irrtümlich als negativ identifiziert wurden. Diese Wahrnehmungsverzerrung war jedoch nicht in Bezug auf positive Gesichtsausdrücke vorhanden und revidierte sich, sobald keine zeitliche Antwortlimitation mehr vorlag. Zudem wiesen die Patient*innen mit einer BPD innerhalb dieser Studie mit einer komorbiden posttraumatischen Belastungsstörung kein negatives Bias in der Emotionserkennung auf (Dyck et al., 2009), wodurch verdeutlicht wird, dass der Einfluss komorbider Erkrankungen auf die Emotionswahrnehmung von Patient*innen mit NSSV in wissenschaftlichen Untersuchungen berücksichtigt werden muss. Ferreira und Kolleg*innen (2018) fanden mittels dynamischer Gesichtsstimuli ebenfalls eine erhöhte Sensitivität gegenüber verärgerten Gesichtsausdrücken und eine reduzierte Antwortgenauigkeit bei angstvollen und überraschten Gesichtsausdrücken sowie eine langsamere Antworttendenz bei fröhlichen Gesichtsausdrücken. Minzenberg und Kolleg*innen (2006) identifizierten hingegen keine veränderte Emotionswahrnehmung, wenn Bilder von emotionalen Gesichtsausdrücken isoliert präsentiert wurden. Erst in Kombination mit prosodischen

Emotionen konnten sie eine verminderte Emotionswahrnehmung bei den Patient*innen erkennen (Minzenberg et al., 2006). Indessen hatten die Patient*innen in der Studie Schwierigkeiten, neutrale Gesichtsausdrücke korrekt wiederzuerkennen. Niedtfeld und Kolleg*innen (2017) fanden hingegen eine reduzierte Antwortgenauigkeit in der Emotionswahrnehmung für Ekel, Freude, Angst, Traurigkeit und neutrale Gesichtsausdrücke innerhalb kurzer Videoclips sowohl isoliert als auch in Verbindung mit Sprachinhalt und Prosodie. In einer weiteren Studie von Catalan und Kolleg*innen (2016) zeigten die Patient*innen eine Tendenz, fröhliche Gesichter irrtümlich als negativ zu erkennen. Diese Tendenz war jedoch nicht singular auf die BPD bezogen und zeigte sich auch in Patient*innen mit einer psychotischen Episode.

In einer Meta-Analyse, die zehn Studien zur Emotionswahrnehmung bei Patient*innen mit einer BPD umfasste, konnte lediglich eine reduzierte Erkennungsgenauigkeit für Ärger, Ekel und neutrale Gesichtsausdrücke innerhalb der Patient*innengruppen bestätigt werden (Daros et al., 2013), alle anderen Ergebnisse erwiesen sich in der Analyse nicht mehr als signifikant. Eine weitere Meta-Analyse mit 25 Studien (Mitchell et al., 2014) konnte konsistente Belege für ein negatives Bias bei neutralen und mehrdeutigen Gesichtsausdrücken identifizieren, während keine signifikanten Beeinträchtigungen in der Wahrnehmung von negativen Emotionen identifiziert werden konnten.

Die vorliegenden Studien liefern widersprüchliche Ergebnisse und können folglich die Frage einer veränderten Emotionswahrnehmung nicht abschließend beantworten. Zudem wurden die oben genannten Untersuchungen zur veränderten Emotionswahrnehmung bei Individuen mit NSSV mittels vornehmlich erwachsener Patient*innen mit einer BPD vorgenommen. Aufgrund dieser Ausrichtung lässt sich nicht ausschließen, dass die erzielten Ergebnisse möglicherweise durch andere Charakteristika der BPD beeinflusst werden, wie beispielsweise ihrem instabilen Muster an zwischenmenschlichen Beziehungen. Zudem ist es in Erwachsenenstichproben nicht möglich nachzuweisen, ob eine veränderte Emotionswahrnehmung bereits während der Adoleszenz entsteht und möglicherweise als ein prädisponierender Faktor für die Entwicklung einer BPD fundiert, anstatt lediglich eines Symptoms.

Studien zur Emotionswahrnehmung bei jugendlichen Patient*innen mit NSSV sind hingegen rar. Seymour und Kolleg*innen (2016) verglichen beispielsweise eine Gruppe von jugendlichen Patient*innen mit NSSV mit einer suizidalen Patient*innengruppe ohne NSSV und einer gesunden Kontrollgruppe. Patient*innen mit NSSV wa-

ren dabei fehleranfälliger als die gesunde Kontrollgruppe, wenn sie ängstliche Gesichtsausdrücke von Kindern und traurige Gesichtsausdrücke von Erwachsenen identifizieren mussten. Dieser Unterschied zeigte sich nicht im Vergleich zu der klinischen Kontrollgruppe (Seymour et al., 2016). Sekundäranalysen innerhalb der Studie zeigten zudem, dass Patient*innen mit einer schweren depressiven Störung im Vergleich zu Patient*innen ohne schwerer Depression, nach Kontrolle des Gruppenstatus, weniger Fehler bei der Erkennung von traurigen Gesichtern von Erwachsenen machten. Während jugendliche Patient*innen mit NSSV in einer weiteren Untersuchung (In-Albon et al., 2015) emotionale Gesichtsstimuli im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe als unangenehmer und aufwühlender bewerteten, zeigte sich dieser Unterschied nicht im Vergleich zu einer klinischen Kontrollgruppe. Zudem konnte keine veränderte Emotionswahrnehmung zwischen den drei Gruppen identifiziert werden (In-Albon et al., 2015).

Innerhalb einer adoleszenten BPD-Gruppe konnte hingegen eine geringere Sensitivität bezüglich verärgelter und fröhlicher Gesichtsausdrücke beobachtet werden, wobei die Patient*innengruppe intensivere Gesichtsausdrücke als die Kontrollgruppe benötigte, um die dargestellte Emotion korrekt zu erkennen. Jedoch verschwand dieser Unterschied bei vollkommen ausgeprägten emotionalen Gesichtsausdrücken (Robin et al., 2012). Jovev und Kolleg*innen (2011) fanden im Vergleich hierzu keine erhöhte Sensitivität in einer jugendlichen Patient*innengruppe mit einer BPD für alle Basiseemotionen und v. Ceumern-Lindenstjerna und Kolleg*innen (2007) identifizierten keine Schwierigkeiten in der Benennung der dargestellten Emotionen und der subjektiven Einschätzung negativer emotionaler und neutraler Gesichtsausdrücke. Positive Gesichtsausdrücke wurden hingegen von den jugendlichen BPD-Patient*innen als weniger positiv und weniger ausgeprägt und bedrohlicher wahrgenommen (v. Ceumern-Lindenstjerna et al., 2007). Im Kontrast zu der defizitären oder unveränderten Emotionswahrnehmung fanden Ziebell und Kolleg*innen (2017) eine erhöhte Sensitivität gegenüber negativen Gesichtsausdrücken, insbesondere von Angst, Wut, Ekel und Traurigkeit und eine überlegene Fähigkeit, mehrdeutige Emotionen bei geringerer Stimulusintensität zu erkennen.

Mithilfe der Methode des idealen Beobachters (*Ideal Observer Analysis*), einer Analysetechnik, welche die perfekte Wahrnehmungsfähigkeit eines hypothetischen Beobachters modelliert und in Vergleich zu Leistungen tatsächlicher Menschen setzt,

konnten Ziebell und Kolleg*innen (2020) eine reduzierte Antwortgenauigkeit in der Erkennung von ängstlichen Gesichtsausdrücken in Individuen mit einer Historie an NSSV identifizieren. Zusätzlich verwechselten die Proband*innen mit größerer Wahrscheinlichkeit verärgerte mit fröhlichen Gesichtsausdrücken und mit geringerer Wahrscheinlichkeit traurige mit überraschten Gesichtsausdrücken (Ziebell et al., 2020). Eine neuere neurophysiologische Untersuchung zeigte zudem, dass jugendliche Patient*innen mit NSSV, unabhängig von deren Erkennungsfähigkeit, eine veränderte kognitive Aktivierung, insbesondere in Bereichen der inhibitorischen Kontrolle aufweisen, die mit der emotionalen Verarbeitung während der Präsentation von negativen emotionalen Gesichtsausdrücke verbunden ist (Zhao et al., 2023).

Die disparaten Untersuchungsergebnisse zur veränderten Emotionswahrnehmung bei Patient*innen mit NSSV gaben Anlass für verschiedene Erklärungsmodelle. So postulierten König und Kolleg*innen (2022) beispielsweise eine beeinträchtigte Stressregulation als mögliche Ursache für die divergenten Ergebnisse in der Emotionswahrnehmung. Hierdurch sollen Änderungen in der Emotionswahrnehmung nur unter akuter Belastung auftreten. Die Hypothese einer veränderten Emotionswahrnehmung unter akuter Stressaussetzung ließ sich jedoch nicht bestätigen (Koenig et al., 2022). In-Albon und Kolleg*innen (2015) untersuchten indessen den Einfluss der aktuellen Stimmungslage auf die Emotionswahrnehmung bei Patient*innen mit NSSV sowie einer klinischen und einer gesunden Kontrollgruppe. Auch Einflüsse der aktuellen Stimmung auf die Emotionswahrnehmung konnten nicht bestätigt werden.

Da es sich bei NSSV um ein diagnoseübergreifendes Phänomen handelt, können zudem komorbide Erkrankungen für die divergierenden Resultate verantwortlich sein. Die Studie von Seymour und Kolleg*innen (2016) zeigte beispielsweise den Einfluss der depressiven Symptomatik auf die Emotionswahrnehmung von traurigen Gesichtsausdrücken bei suizidalen und selbstverletzenden Proband*innen, weshalb die Kontrolle der komorbiden Einflussfaktoren zwingend notwendig ist. Depressive Störungen wurden zudem regelmäßig mit Defiziten in der Emotionswahrnehmung in Verbindung gebracht (Kohler et al., 2011) und es liegen konsistente Belege für eine negative Antwortverzerrung in Richtung Traurigkeit bei depressiven Patient*innen vor, wobei neutrale, ambivalente und fröhliche Gesichter als trauriger bewertet werden und Patient*innen ihre Aufmerksamkeit selektiv in Richtung trauriger Ausdrücke lenken (Bourke et al., 2010). Auch Alexithymie beeinflusst die Emotionswahrnehmung. In einem Review

zeigte sich, dass Alexithymie in klinischen Gruppen mit einem Defizit in der Emotionserkennung assoziiert ist, welches unabhängig von spezifischen Emotionen oder Valenzen besteht und womöglich mit einer beeinträchtigten semantischen Repräsentation emotionaler Konzepte einhergeht (Grynberg et al., 2012). Zusätzlich vermeiden Individuen mit hoher Alexithymieausprägung die Augenpartie anderer Menschen und größere Aufmerksamkeit auf diese Region ist mit geringerer Antwortgenauigkeit in der Emotionserkennung verbunden (Fujiwara, 2018). Letztlich besteht auch eine Verbindung zwischen Dissoziation und einer veränderten Emotionswahrnehmung, obwohl bisher nur begrenzte Forschung in diesem Bereich vorliegt. Beispielsweise zeigte sich, dass Patient*innen mit einer dissoziativen Identitätsstörung umso defizitärere Fähigkeiten in der Emotionswahrnehmung von traurigen Gesichtsausdrücken aufwiesen, je ausgeprägter ihre Depersonalisierungssymptomatik war (Lebois et al., 2020).

Ein weiterer Grund für die divergenten Ergebnisse könnten methodische Einflüsse darstellen. Den meisten Untersuchungen liegen holistische Bilder oder Videos zugrunde und deren Ergebnisse beruhen auf Reaktionszeit und Antwortgenauigkeit. Hierdurch können subjektive Einflüsse wie Motivation, Müdigkeit und Impulsivität sowie technische und methodische Einflüsse zu unechten Gruppenunterschieden führen oder wahrhafte Gruppenunterschiede verschleiern. So zeigte sich beispielsweise, dass Proband*innen mit einer Vorgeschichte von NSSV bei farbigen, dynamischen und morphenden emotionalen Gesichtsausdrücken negative Ausdrücke und mehrdeutige Emotionen mit geringer Stimulusintensität erfolgreicher kategorisieren konnten als die gesunde Kontrollgruppe. Bei statischen Graustufenbildern mit unterschiedlich starkem fraktalen Rauschen verschwand dieser positive Effekt jedoch gänzlich (Ziebell, 2021).

2.2.7 Informationsselektion in der Emotionswahrnehmung

Um die erwähnten methodischen Störvariablen zu minimieren oder auszuschließen, erfordert es die Anwendung einer alternativen Methodik. Eine Möglichkeit, die veränderte Emotionswahrnehmung experimentell zu untersuchen liegt darin, die Informationen, die in den Wahrnehmungsprozess einfließen, gezielt zu kontrollieren. Dieses Konzept findet Anknüpfungspunkte im *Process Model* (Gross, 2015). Eine Schlüssel-

komponente dieses Modells ist die Situationsselektion. Durch die Modulation der Situationsselektion oder speziell im Kontext emotionaler Gesichtsausdrücke, die Modulation der Informationsselektion, lässt sich ermitteln, ob Patient*innen mit NSSV andere emotionale Gesichtsmerkmale verwenden, um Emotionen zu identifizieren. Sollte dies der Fall sein, wäre die Emotionswahrnehmung bei den Patient*innen innerhalb sozialer Situationen bereits bei der Informationsselektion verändert. Selbst unter der Annahme, dass jugendliche Patient*innen mit NSSV die restlichen Emotionsverarbeitungsschritte äquivalent zu gesunden Kontrollproband*innen durchlaufen, kann der veränderte Input das Ergebnis des Emotionsregulationsprozesses beeinflussen. Eine von der Norm abweichende Nutzung von für die Emotionsidentifikation relevanter Informationen würde demnach bedeuten, dass der Emotionsregulationsprozess mit abweichenden, möglicherweise unzureichenden Informationen durchlaufen wird, wodurch eine fehlerhafte Interpretation der sozialen Situation wahrscheinlicher wird. Diese Fehlinterpretation kann Unverständnis oder negative emotionale Zustände in den Patient*innen auslösen und demzufolge Emotionsregulationsprozesse nötig macht, welche bei den Jugendlichen mit NSSV vornehmlich maladaptiv (Sorgi et al., 2021) sind.

So könnte beispielsweise dasselbe Kind die gefurchte Stirn der Mutter kongruent zu der Situation als Ausdruck der Konzentration erkennen oder inkongruent zu der Situation als verärgert interpretieren. Kongruent zu der Interpretation des konzentrierten Gesichtsausdrucks der Mutter würde das Kind möglicherweise Interesse zeigen und Annäherungsverhalten ausführen, um den Grund des konzentrierten Gesichtsausdrucks der Mutter zu verstehen. Hierdurch ist eine positive Eltern-Kind-Interaktion möglich.

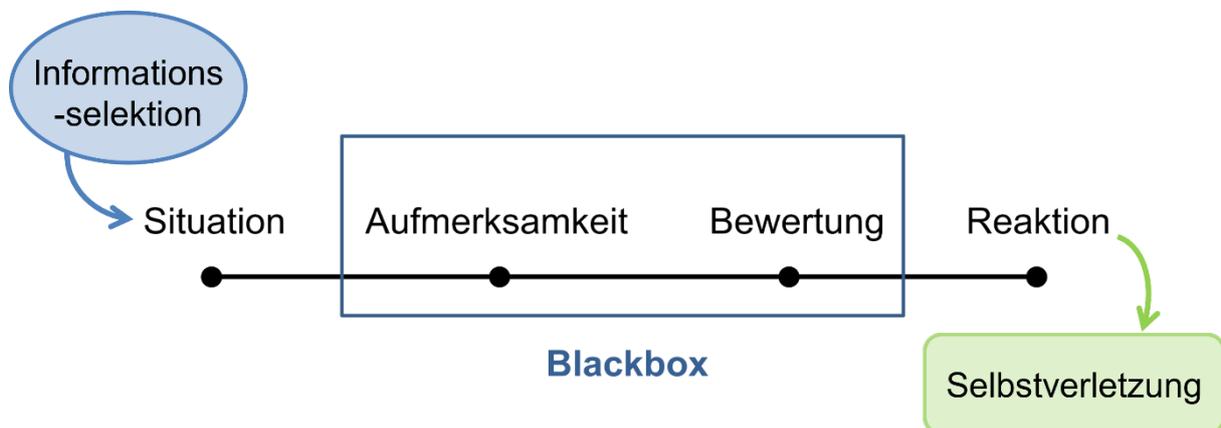
Dasselbe Kind, welches den Gesichtsausdruck der Mutter als verärgert interpretiert, würde kongruent zu seiner Interpretation der Situation stattdessen irritiert oder traurig darüber sein, dass die Mutter plötzlich verärgert mit ihm ist und stattdessen Regulationsprozesse zeigen, die diesen negativen emotionalen Zuständen entsprechen. Dabei könnte die soziale Situation mit der Mutter als überforderndes Erlebnis interpretiert werden, da es für das Kind keine plausible externe Erklärung für den Ärger der Mutter gibt. Im Kontext des *Experiential Avoidance Model* von Chapman und Kolleg*innen (2006) würde dieses emotional überfordernde Ereignis Vermeidungsverhalten auslösen und maladaptive Regulationsprozesse wie NSSV fördern. Gleichzeitig würde das Vermeidungsverhalten des Kindes die soziale Situation mit der Mutter beeinflussen, wodurch auf Dauer eine veränderte, potenziell negativere Familiendynamik entstehen

kann. Sollte sich die Patient*innengruppe jedoch nicht in der Informationsselektion von einer gesunden Kontrollgruppe unterscheiden, nutzen jugendliche Patient*innen mit NSSV zwar die gleichen Informationen aus der Umwelt, interpretieren und bewerten diese Informationen jedoch in einer Art und Weise, die maladaptive Emotionsregulationsprozesse wie NSSV fördert. Je nach Beginn des veränderten Emotionsregulationsprozesses müssten therapeutische Ansätze demnach bereits bei der Wahrnehmung emotionaler Situationen, oder beispielsweise erst bei der richtigen Interpretation dieser ansetzen.

Zusammenfassend kann eine veränderte Informationsselektion aus der Umwelt potenziell zu einer kongruenten Interpretation der sozialen Situation führen und somit die Wahrscheinlichkeit maladaptiver Emotionsregulationsversuche wie NSSV erhöhen. Um das Konzept des Einflusses der Informationsselektion auf den Emotionsregulationsprozess mit der Konsequenz der Selbstverletzung visuell zu verdeutlichen, wird im Folgenden eine grafische Darstellung (Abbildung 2) bereitgestellt.

Abbildung 2

Emotionsregulation nach dem Process Model bei selbstverletzendem Verhalten



Anmerkung. Adaptiert aus „Emotion Regulation: Current Status and Future Prospects“ von J. J. Gross, 2015, *Psychological inquiry*, 26(1), 1-26. (DOI: 10.1080/1047840X.2014.940781)

Eine solche Herangehensweise zur Untersuchung der Informationsselektion bei Patient*innen mit NSSV liefert die Bubble-Methode (Gosselin & Schyns, 2001). Diese Technik orientiert sich an den Charakteristiken unseres visuellen Systems und unterteilt die Bildinformationen in ihre verschiedenen Ortsfrequenzen, ähnlich wie es im menschlichen visuellen System geschieht. Im nächsten Abschnitt erfolgt eine Erläuterung der Ortsfrequenzen im menschlichen visuellen System.

2.2.8 Visuelle Ortsfrequenzen

Das frühe visuelle System besitzt räumliche Ortskanäle, die ein Bild in seine einzelnen Frequenzkomponenten zerlegen (Blakemore & Campbell, 1969). Diese visuellen Ortsfrequenzen spielen eine entscheidende Rolle in der Art und Weise, wie sichtbare Informationen im menschlichen Organismus verarbeitet und interpretiert werden. Niedrige (LSF) und hohe Ortsfrequenzen (HSF) enthalten dabei unterschiedliche Aspekte der in einem Bild enthaltenen Informationen. LSF enthalten Informationen über die globale, detaillose Form eines Objekts, während HSF die detaillierten Aspekte, wie Kanten und Konturen, beinhalten (Perfetto et al., 2020). Die Ortsfrequenzen zeigen dabei die räumlichen Abstufungen von Helligkeit und Dunkelheit in einem visuellen Reiz auf und werden in Zyklen pro Grad (*Cycles per Degree*, cpd) gemessen. Cpd bezieht sich dabei auf die Anzahl der Zyklen, die innerhalb eines Grades des Sehwinkels liegen (Burgess et al., 1981). Die Einheit Zyklen pro Gesicht (*Cycles per Face*, cpf) bezieht sich speziell auf die Anzahl der sich wiederholenden Muster von Helligkeit und Dunkelheit innerhalb einer bestimmten Breite, die durch ein Gesicht im Bild repräsentiert werden und stellt somit einen Maßstab für die Emotionswahrnehmung von Gesichtsausdrücken dar (Blais et al., 2012). Je höher die Ortsfrequenz, desto mehr Zyklen pro Gesicht sind vorhanden und desto detailreicher werden die Bildinformationen dargestellt. Einfache Veränderungen an gezeigten Ortsfrequenzen von Bildern können dabei zu drastischen Veränderungen in der Wahrnehmung führen (Perfetto et al., 2020).

Die räumliche Unterteilung von visuellen Informationen ist ein elementarer Bestandteil der visuellen Wahrnehmung und erstreckt sich über verschiedene Verarbeitungsebenen, von den Photorezeptoren der Retina, bis hin zum primären visuellen Kortex (De Valois & De Valois, 1988; Merigan & Maunsell, 1993; Wandell, 1995). Idealerweise

stehen unserem Gehirn bei neutraler Beobachtung die Informationen aller Skalen simultan zur Verfügung. Durch die Integration der Informationen mehrerer räumlicher Frequenzen ist das menschliche Gehirn in der Lage, komplexe visuelle Darstellungen zu repräsentieren, die mithilfe einer einzelnen räumlichen Darstellung unmöglich wären.

Visuelle Ortsfrequenzinformationen spielen eine entscheidende Rolle bei der Wahrnehmung emotionaler Gesichtsausdrücke (Cesarei & Codispoti, 2013). Menschen variieren dabei grundsätzlich in ihrer Fähigkeit, emotionale Gesichtsausdrücke zu identifizieren, je nachdem, welche visuellen Ortsfrequenzinformationen ihnen zur Verfügung stehen (Becker et al., 2012; Kumar & Srinivasan, 2011). Dies bedeutet, dass Individuen nicht nur unterschiedliche Gesichtsmerkmale (Martinez, 2017), sondern auch unterschiedliche Ortsfrequenzinformationen derselben Gesichtsmerkmale verwenden, um verschiedene Emotionen zu identifizieren (Becker et al., 2012; Kumar & Srinivasan, 2011). Folglich kann ein verzerrter Fokus auf bestimmte Ortsfrequenzinformationen die Identifizierung bestimmter emotionaler Gesichtsausdrücke erschweren. Obwohl eine potenziell veränderte Emotionswahrnehmung bei Patient*innen mit NSSV in der Literatur debattiert wird (siehe: In-Albon et al., 2015; Mitchell et al., 2014; Robin et al., 2012; Seymour et al., 2016), befasste sich bisher keine Untersuchung damit, ob jugendliche Patient*innen visuelle Ortsfrequenzinformationen aus emotionalen Gesichtsausdrücken unterschiedlich nutzen, um Emotionen zu kategorisieren.

2.2.9 Maschinelles Lernen in der Emotionswahrnehmung

Die Einteilung von emotionalen Gesichtsausdrücken in ihre visuellen Ortsfrequenzinformationen hat nicht nur den Vorteil, dass sie die Art und Weise widerspiegelt, wie das menschliche Gehirn visuelle Informationen wahrnimmt (De Valois & De Valois, 1988; Merigan & Maunsell, 1993; Wandell, 1995), sondern sie ermöglicht auch den Einsatz von maschinellen Lernansätzen, die von der neuronalen Verarbeitung im visuellen System inspiriert sind (Rawat & Wang, 2017). Durch die Verwendung dieser Ortsfrequenzinformationen im Training eines *Image Classifiers* kann ein Modell darauf trainiert werden, Emotionen in verschiedenen Ortsfrequenzbereichen aus Gesichtsausdrücken zu erkennen. Auf diese Weise kann eine möglichst genaue Replikation der

Informationsverarbeitungsprozesse bei der menschlichen Emotionswahrnehmung erreicht werden.

Für die Klassifikation von Bildmaterial werden oft *Convolutional Neural Networks* (CNNs) verwendet, die als *Image Classifier* fungieren. CNNs sind eine spezielle Art von künstlichen neuronalen Netzwerken, die besonders gut für die Verarbeitung von Bildern geeignet sind (Rawat & Wang, 2017). Sie bestehen aus einer Reihe von Schichten, die hintereinander angeordnet sind. Jede Schicht führt spezifische Operationen oder Transformationen mit den Bildinformationen durch, die ihr zugeführt werden, und gibt die resultierenden Daten an die nachfolgenden Schichten weiter (He et al., 2016; Rawat & Wang, 2017). *Image Classifier* extrahieren verschiedene Merkmale aus Bildern und ordnen sie einer bestimmten Kategorie zu, indem sie feine Details der Pixelinformationen analysieren und darauf basierend ein passendes Klassenlabel zuweisen (Chong et al., 2009; Sood et al., 2021). Beispielsweise kann das Bild eines emotionalen Gesichtsausdrucks dem Label „traurig“ oder „fröhlich“ zugeordnet werden. Im Laufe der Jahre sind *Image Classifier* immer akkurater geworden und können Bilder mit einer ähnlichen Genauigkeit klassifizieren wie menschliche Beobachter (Russakovsky et al., 2015).

Während Menschen oft unterschiedliche Klassen für die gleichen Bilder konstruieren (Russakovsky et al., 2015), haben CNNs den Vorteil, dass sie besonders gut darin sind, subtile Muster aus komplexen Datensätzen zu identifizieren und diese Muster zu nutzen, um Vorhersagen über neue, bisher unbekannte Datensätze zu generieren (Al-Saffar et al., 2017; Rawat & Wang, 2017). Sollten demzufolge Jugendliche mit NSSV untereinander weitgehend unterschiedliche Ortsfrequenzinformationen für die Emotionserkennung nutzen, können CNNs gegenüber herkömmlichen Methoden besser dazu geeignet sein, den zugrunde liegenden Zusammenhang im Antwortverhalten zu identifizieren und eine potenzielle Abgrenzung von der Informationsverarbeitung der gesunden Kontrollgruppe zu treffen.

CNNs bieten dabei eine leistungsstarke Methode um Unterschiede in der Emotionswahrnehmung zwischen verschiedenen Gruppen zu erkennen (Li & Lima, 2021). Innerhalb dieser Dissertation wird ein *Image Classifier* trainiert, die Unterschiede in der Emotionswahrnehmung zwischen jugendlichen Patient*innen mit NSSV und einer gesunden Kontrollgruppe zu identifizieren. Dabei werden separate Datensätze beider Gruppen verwendet, die auf einer bivariaten Entscheidungsaufgabe zur Emotionser-

kennung basieren und verschiedene Ortsfrequenzinformationen von emotionalen Gesichtsausdrücken enthalten. Nach dem Training an den Gruppendatensätzen werden die Modelle auf ihre Fähigkeit getestet, emotionale Gesichtsausdrücke zu erkennen, wobei die Ergebnisse für jede Gruppe individuell ausgewertet werden. Signifikante Unterschiede in der Modellgenauigkeit zwischen den Modellen werden als Hinweis auf Unterschiede in der Emotionswahrnehmung zwischen den Gruppen interpretiert. Somit bieten die Kombination von Ortsfrequenzinformationen und CNNs nicht nur die Möglichkeit, den menschlichen Emotionsverarbeitungsprozess nachzuahmen, sondern auch komplexe Zusammenhänge zu identifizieren, die durch herkömmliche Analysen möglicherweise verborgen bleiben würden.

2.3 Forschungsziel

Das Ziel der vorliegenden Dissertation ist die Erforschung einer potentiell veränderten Emotionswahrnehmung bei jugendlichen Patient*innen mit NSSV mithilfe einer experimentellen Modulation von visuellen Ortsfrequenzinformationen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Wahrnehmung emotionaler Gesichtsausdrücke. Vorrangig soll ergründet werden, ob die jugendlichen Patient*innen sich in ihrer Emotionswahrnehmung von einer gesunden Kontrollgruppe unterscheiden. Zu diesem Zweck wird ein *Image Classifier* trainiert, um anhand der für die Emotionserkennung relevanten Ortsfrequenzinformationen beider Gruppen Aufschlüsse über eine veränderte Emotionswahrnehmung der Patient*innen zu erlangen. Zusätzlich soll untersucht werden, welche spezifischen Gesichtsmerkmale von den Patient*innen im Vergleich zu der gesunden Kontrollgruppe bei einer veränderten Emotionswahrnehmung genutzt werden.

Ein weiterer Aspekt dieser Forschungsarbeit befasst sich mit der Untersuchung eines möglichen Einflusses verschiedener komorbider Erkrankungen und Emotionsverarbeitungsprozesse auf die Emotionswahrnehmung der jugendlichen Patient*innen mit NSSV. Hierbei wird untersucht, ob eventuelle Unterschiede in verschiedenen Bereichen der Emotionsverarbeitung und der emotionalen Kompetenz oder der Psychopathologie eine potentiell veränderte Emotionswahrnehmung in der Patient*innengruppe erklären können.

Zusammenfassend hat die Dissertation das Ziel zu eruieren, ob bereits während der Emotionswahrnehmung Unterschiede zwischen den gesunden Kontrollproband*innen

und den Patient*innen mit NSSV auftreten und worin diese begründet liegen. Sollten die Patient*innen bereits zu Beginn der Emotionsverarbeitung unterschiedliche Informationen aus emotionalen Gesichtsausdrücken fokussieren, könnte dies darauf hinweisen, dass ihre Emotionsregulation von Anfang an divergiert. Die Ergebnisse tragen somit dazu bei, die grundlegenden Mechanismen der Emotionsverarbeitung bei Patient*innen mit NSSV besser zu verstehen und bieten potenziell wichtige Implikationen für die Entwicklung von Therapieansätzen und Präventionsstrategien.

2.4 Hypothesen der Dissertation

Zur Untersuchung der Emotionswahrnehmung von jugendlichen Patient*innen mit NSSV wurden verschiedene Hypothesen aufgestellt. Hierbei sollte zunächst untersucht werden, ob sich die Patient*innen mit NSSV in ihrer Emotionswahrnehmung von einer gesunden Kontrollgruppe unterscheiden und wie sich diese veränderte Emotionswahrnehmung in der Verwendung spezifischer Gesichtsinformationen manifestiert. Darüber hinaus sollten potenzielle Einflussgrößen auf die veränderte Emotionswahrnehmung identifiziert werden. Im Folgenden werden die aufgestellten Hypothesen im Detail erläutert:

Explorative Forschungshypothesen:

Hypothese 1: Wird die Modellgenauigkeit eines *Image Classifiers* bei der Klassifikation von emotionalen Gesichtsausdrücken von der Gruppenzugehörigkeit, der gezeigten Emotion im Bildmaterial sowie der emotionalen Valenz des Gesichtsausdrucks beeinflusst?

- [1.1] Unterscheidet sich die Modellgenauigkeit eines an Patient*innendaten trainierten Modells von der Modellgenauigkeit eines an Kontrollproband*innen trainierten Modells?
- [1.2] Variiert die Modellgenauigkeit abhängig von der gezeigten Emotion (fröhlich vs. traurig)?

[1.3] Variiert die Modellgenauigkeit abhängig von der emotionalen Ausprägung/Valenz des präsentierten Gesichtsausdrucks (emotional vs. neutral)?

[1.4] Existieren signifikante Interaktionseffekte zwischen mindestens zwei der unabhängigen Variablen (Modell, Emotion, Valenz) auf die Modellgenauigkeit?

Hypothese 2: Welche Gesichtsinformationen werden von den Gruppen bei einer voneinander abweichenden Emotionswahrnehmung genutzt?

Konfirmatorische Hypothesen:

Hypothese 3: Die Patient*innengruppe unterscheidet sich von der gesunden Kontrollgruppe in ihrer Emotionsverarbeitung und in der Ausprägung komorbider Erkrankungen in folgenden Bereichen:

[3.1] Im Vergleich zur Kontrollgruppe weisen die Patient*innen signifikant erhöhte Werte im *Structured Clinical Interview for DSM-IV - Borderline-Teil* (SKID II) im Bereich der Merkmale einer BPD auf.

[3.2] Die Patient*innen zeigen im Vergleich zu der Kontrollgruppe erhöhte Depressionswerte im *Becks-Depressions-Inventar Revision* (BDI-II).

[3.3] Die Patient*innen weisen im Vergleich zu der Kontrollgruppe vermehrt Dissoziationssymptome in der *Skala dissoziativen Erlebens bei Jugendlichen* (SDE-J) auf.

[3.4] Die Patient*innen zeigen im Vergleich zu der Kontrollgruppe erhöhte Alexithymiewerte im *Alexithymia Questionnaire for Children* (AQC).

- Sie weisen vermehrt Schwierigkeiten auf, Emotionen zu identifizieren (DIF).
- Sie weisen vermehrt Schwierigkeiten auf, Emotionen zu beschreiben (DDF).
- Sie berichten vermehrt über external orientiertes Denken (EOT).

[3.5] Die Patient*innen zeigen im Vergleich zu der Kontrollgruppe eine geringere emotionale Kompetenz im Emotionale Kompetenz Fragebogen (EKF-S & EKF-S+).

- Sie sind schlechter darin, ihre eigenen Emotionen zu erkennen (EE).
- Sie sind schlechter darin, die Emotionen anderer Menschen zu erkennen (EA).
- Sie haben größere Schwierigkeiten in der Regulation und Kontrolle eigener Emotionen (RK).
- Sie weisen eine verringerte emotionale Expressivität auf (EX).
- Sie haben Schwierigkeiten in der Regulation und im Umgang mit den Gefühlen anderer Menschen (RA).
- Sie haben eine veränderte Einstellung zu Gefühlen bei sich und anderen (EU).

[3.6] Die Patient*innen weisen im Vergleich zu der Kontrollgruppe vermehrt Emotionsregulationsschwierigkeiten, gemessen anhand der *Difficulties in Emotion Regulation Scale* (DERS), auf.

- Sie haben größere Schwierigkeiten, ihre eigenen negativen emotionalen Reaktionen zu akzeptieren (N).
- Unter Stress fällt es ihnen schwerer sich zielgerichtet zu verhalten (V).
- Sie haben größere Schwierigkeiten unter Stress ihre impulsiven Verhaltensweisen zu kontrollieren (I).
- Sie weisen einen Mangel an emotionaler Aufmerksamkeit auf (A).
- Ihnen stehen weniger Emotionsregulationsstrategien zur Verfügung (E).
- Sie haben eine geringere emotionale Klarheit (K).

[3.7] Die Patient*innen zeigen, gemessen anhand der *Emotion Reactivity Scale* (ERS), im Vergleich zu der Kontrollgruppe eine erhöhte emotionale Reaktivität.

- Sie sind sensitiver gegenüber Emotionen (ERS Sensitivität).
- Sie erleben Emotionen intensiver (ERS Intensität).
- Erlebte Emotionen sind persistenter (ERS Persistenz).

Hypothese 4: Der Einfluss der Komorbiditäten und Emotionsverarbeitung auf die in Hypothese 2 identifizierten Relevanzanteile der Gesichtsregionen zur Emotionserkennung variiert in Abhängigkeit davon, welche Gesichtscluster (Clustertyp: C1, C2, C3) für die Emotionserkennung verwendet werden.

- [4.1] Es existiert ein negativer linearer Zusammenhang zwischen dem Gesichtscluster C1 und ein positiver linearer Zusammenhang zwischen den Gesichtsclustern C2 und C3 und der Ausprägung der Alexithymie (AQC).
- [4.2] Es existiert ein negativer linearer Zusammenhang zwischen dem Gesichtscluster C1 und ein positiver linearer Zusammenhang zwischen den Gesichtsclustern C2 und C3 und der Ausprägung der Depression (BDI-II).
- [4.3] Es existiert ein negativer linearer Zusammenhang zwischen dem Gesichtscluster C1 und ein positiver linearer Zusammenhang zwischen den Gesichtsclustern C2 und C3 und der BPD-Symptomatik (SKID II).
- [4.4] Es existiert ein negativer linearer Zusammenhang zwischen dem Gesichtscluster C1 und ein positiver linearer Zusammenhang zwischen den Gesichtsclustern C2 und C3 und der Dissoziationssymptomatik (SDE-J).
- [4.5] Es existiert ein negativer linearer Zusammenhang zwischen dem Gesichtscluster C1 und ein positiver linearer Zusammenhang zwischen den Gesichtsclustern C2 und C3 und der emotionalen Reaktivität (ERS).
- [4.6] Es existiert ein negativer linearer Zusammenhang zwischen dem Gesichtscluster C1 und ein positiver linearer Zusammenhang zwischen den Gesichtsclustern C2 und C3 und der Emotionsregulation (DERS).
- [4.7] Es existiert ein positiver linearer Zusammenhang zwischen dem Gesichtscluster C1 und ein negativer linearer Zusammenhang zwischen den Gesichtsclustern C2 und C3 und der emotionalen Kompetenz (EKF-S & EKF-S+).

3. Methode

In diesem Kapitel wird der Ablauf der Bubble-Studie beschrieben, beginnend mit der Stichprobenbeschreibung und dem Studiendesign, sowie dem konkreten Studienablauf. Nachfolgend werden die verwendeten Messinstrumente, sowie die statistische Analyse dargestellt.

3.1 Studienablauf und Studiendesign

Die Bubble-Studie wurde von der Ethikkommission der Universität Regensburg gemäß den Bestimmungen des § 15 Abs. 1 der Berufsordnung für die Ärzte Bayerns genehmigt. Die Genehmigung wurde am 27. Januar 2021 erteilt und trägt die Nummer: 21-2177-101. Darüber hinaus wurde die Studie im deutschen Register klinischer Studien (DRKS) registriert. Die Registrierungsnummer lautet DRKS00026252.

3.1.1 Probandenrekrutierung

Die Probandenrekrutierung erfolgte zwischen Juni 2021 und Januar 2023 und umfasste adoleszente Jugendliche mit NSSV und gesunde Kontrollproband*innen ohne psychische Vorerkrankungen mit biologisch weiblichem Geschlecht. Die Rekrutierung der Patientengruppe erfolgte über die Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie (KJPP) Regensburg der Universität Regensburg am Bezirksklinikum Regensburg, sowie durch Aushänge in der Universität Regensburg und in Kinderarzt- und Psychotherapeutenpraxen. Inkludiert wurden Patient*innen aus ambulanten, teilstationären und stationären Settings. Die Rekrutierungsaufrufe der Kontrollgruppe erfolgten über die Verteilung von Flyern in der Regensburger Innenstadt, der Medizinischen Einrichtungen des Bezirks Oberpfalz (Medbo) Regensburg und an diversen Schulen und Jugendeinrichtungen, sowie über das Versuchsverwaltungs-System für wissenschaftliche Studien der Universität Regensburg und soziale Medien. Nach erfolgtem Einverständnis zur Kontaktaufnahme der Patient*innen-gruppe wurden die potenziellen Teilnehmer*innen und deren Erziehungsberechtigte telefonisch über den Studienablauf, sowie die Ein- und Ausschlusskriterien und die

Vergütung informiert und eine Terminvereinbarung wurde getroffen. Erst nach zusätzlichem schriftlichem Einverständnis der Sorgeberechtigten, sowie der Studienteilnehmer*innen begann die Datenerhebung.

Als Einschlusskriterium für die Experimentalgruppe galt die Diagnose von NSSV gemäß DSM-5 Klassifikation (APA, 2013). Hierbei galt die Voraussetzung einer fünfmalig wiederkehrenden selbstverletzenden Verhaltensweise während der letzten zwölf Monate. Als Ausschlusskriterium zählte ein Intelligenzquotient (IQ) < 80, sowie komorbide Erkrankungen von psychotischen Störungen, Autismus, bipolarer Störung, Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung und hirnorganischen Erkrankungen, da diese einen möglichen konfundierenden Einfluss auf das Antwortverhalten der Patient*innengruppe darstellten. Die Patient*innengruppe wurde aus verschiedenen Versorgungsbereichen, darunter ambulante, teilstationäre und stationäre Settings, rekrutiert. Zur Inklusion in die finale Patient*innengruppe wurden abschließend die Expertendiagnosen aus der KJPP, unter Abgleich der Diagnostik innerhalb der Bubble-Studie verwendet. Für einen Einschluss in die Kontrollgruppe durften keine psychiatrischen und neurologischen Vorerkrankungen und keine behandlungsbedürftige psychische Erkrankung vorliegen. Zusätzlich durften keine aktuellen oder vergangenen ambulanten, teilstationären oder vollstationären psychiatrischen oder psychotherapeutischen Interventionen vorliegen.

3.1.2 Stichprobenumfang

Poweranalysen für Proband*innenzahlen bei CNNs sind in der Forschung eher unüblich. Grundsätzlich gilt, dass die Leistung eines *Image Classifiers* mit etwa 150 bis 500 Bildern pro Kategorie eine gute Modellgenauigkeit liefert (Shahinfar et al., 2020). Die erforderliche Anzahl an Proband*innen für aussagekräftige Ergebnisse bezüglich der Einflussfaktoren komorbider Erkrankungen und Emotionsverarbeitungsprozesse auf die Emotionswahrnehmung wurde mittels einer a priori Poweranalyse mithilfe des Programms G*Power (Version 3.1.9.4) berechnet. Die Analyse berücksichtige ein Fixed-Effekt-Modell und beinhaltete 11 Prädiktoren: Gruppenzugehörigkeit, BDI-II, AQC, SKID II, SDE-J, ERS, DERS, EKF-S, EKF-S+, Alter und Schulart für die Analyse eines gemischten linearen Modells (LMM). Studien zur Emotionswahrnehmung bei Patient*innen mit NSSV mittels der Bubble-Technik existieren bisher nicht, weshalb eine

andere Patient*innengruppe als Grundlage für die Berechnung herangezogen wurde. Die empirische Studie mit einer an Schizophrenie erkrankten Patient*innengruppe konnte eine große Effektstärke von $f^2 = 0,68$ mit der Bubble-Technik identifizieren (Lee et al., 2011). Mit einer Power von $1 - \beta = 0,95$ und einem Signifikanzniveau von $\alpha = ,05$ konnte somit eine optimale Gesamtstichprobe von $N = 48$ identifiziert werden. Das Fixed-Effekt-Modell repräsentiert eine konservativere Schätzungsmethode im Vergleich zu einer dedizierten Poweranalyse für LMMs (Hilbert et al., 2019). Diese Wahl wurde getroffen, um eine angemessene Berücksichtigung der ungewöhnlich hohen Effektstärke zu gewährleisten und einer zu geringen statistischen Power innerhalb dieser Dissertation vorzubeugen. Da Schizophrenie und NSSV sehr unterschiedliche psychiatrische Auffälligkeiten aufweisen (APA, 2013), wurde eine zusätzliche Poweranalyse unter den gleichen Voraussetzungen durchgeführt, wobei der Effekt einer Studie zur Emotionswahrnehmung bei Patient*innen mit NSSV verwendet wurde. Hierbei ergab die a priori Poweranalyse mit einer Power von $1 - \beta = 0,80$ und einer mittleren Effektstärke von $f^2 = 0,16$ (Lynch et al., 2006), eine Stichprobengröße von 58 Proband*innen pro Gruppe. Die Proband*innenrekrutierung wurde mit dem Ziel durchgeführt, eine ausreichend konservative Stichprobengröße zu erreichen. Aufgrund von zeitlichen Einschränkungen wurde die Rekrutierung der Proband*innen abgeschlossen, nachdem die erforderliche Stichprobengröße erreicht wurde. Dabei überstieg die letztendliche Stichprobe den liberal geschätzten Wert, erreichte jedoch nicht die Anzahl, die durch die konservative Poweranalyse vorgegeben wurde.

3.1.3 Untersuchungsablauf

Der Untersuchungsablauf der Bubble-Studie untergliederte sich in zwei Testzeiträume, welche entweder konsekutiv oder an zwei unterschiedlichen Tagen absolviert werden konnten und individuell etwa zweieinhalb Stunden in Anspruch nahmen. Eine grafische Darstellung des Untersuchungsablaufs ist in Abbildung 3 zu finden. Zu Beginn wurden zwei diagnostische Interviews mit den Proband*innen durchgeführt, gefolgt von Fragebögen zur Psychopathologie und Emotionsverarbeitung. Eine genaue Auflistung der Fragebögen und Interviews kann Kapitel 3.2 (siehe Tabelle 1) entnommen werden. Nach Beendigung der Diagnostik und Selbstauskunftsfragebögen durchliefen die Proband*innen den Freiburg-Vision-Test (FrACT₁₀), um Einflüsse durch

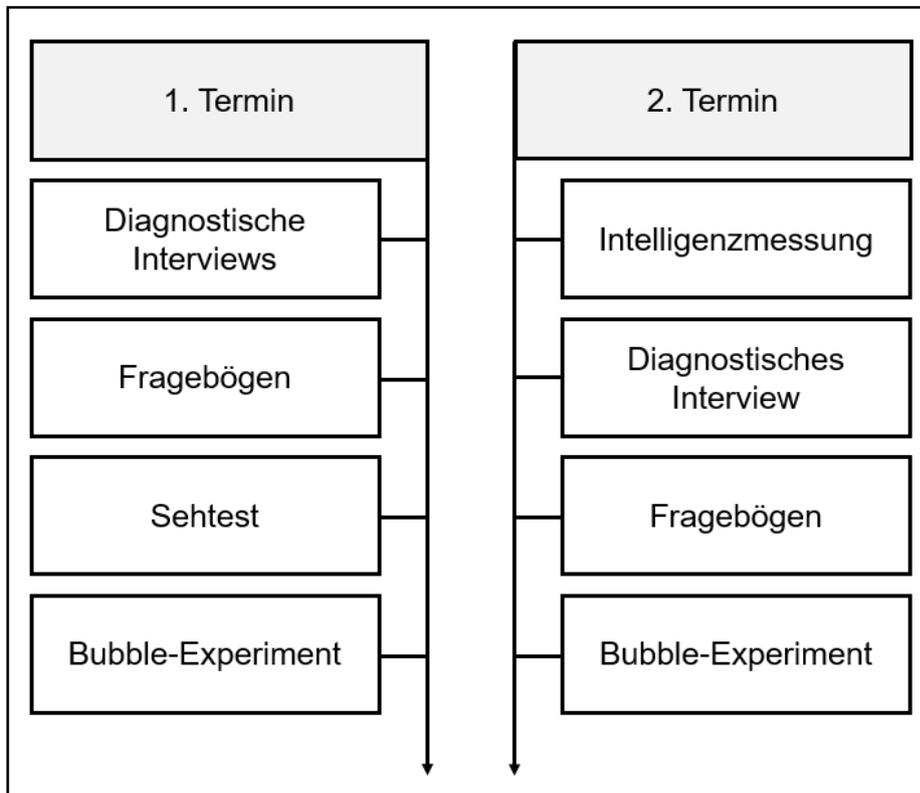
mangelhafte Sehfähigkeit auszuschließen (Bach, 2006). Eine genaue Beschreibung des FrACT₁₀ ist unter 3.2.2 zu finden. Folgend wurden die Proband*innen in das Bubble-Experiment eingewiesen und durchliefen zwei Übungsdurchgänge. Das Bubble-Experiment nahm je Termin etwa eine Stunde in Anspruch und konnte individuell von den Proband*innen pausiert werden. Die Proband*innen erhielten die Möglichkeit, die auszufüllenden Fragebögen während selbstgewählter Pausen im Bubble-Experiment zu absolvieren, um Ermüdungserscheinungen durch repetitive Antwortoptionen im Experimentaldesign zu reduzieren. Von einem Einfluss der Fragebogenbearbeitung auf das Antwortverhalten der Proband*innen im Bubble-Experiment wurde nicht ausgegangen. Ausschließlich der Depressionsfragebogen wurde zusammen mit den diagnostischen Interviews zur Diagnosestellung vor dem Bubble-Experiment unter dem Beisein der Versuchsleiterin durchgeführt, um Einflüsse der belastenden Fragebögen innerhalb des Experiments auszuschließen. Das Bubble-Experiment unterteilte sich in zwei Experimentalteile, welche im Folgenden als traurige und fröhliche Bedingung klassifiziert werden. Um Reihenfolgeeffekte auszuschließen, wurde über die Proband*innen randomisiert, mit welcher Bedingung begonnen wurde. Eine genauere Darstellung der Bubble-Methode findet sich im Kapitel 3.2.3.

Der zweite Testzeitpunkt begann mit einer Intelligenzmessung. Diese wurde ausgespart, sofern die IQ-Werte der Proband*innen aus deren Klinikakten entnommen werden konnten. Der Ablauf der Fragebogendiagnostik erfolgte äquivalent zum ersten Testzeitpunkt. Vor dem Bubble-Experiment erhielten die Proband*innen erneut eine Instruktion und durchliefen zwei Übungsdurchgänge zur verbleibenden Experimentalbedingung. Als Aufwandsentschädigung erhielten die Proband*innen einen Wertgutschein in Höhe von 25€.

Aufgrund der anhaltenden Coronapandemie trugen die Proband*innen und Versuchsleiter*innen während des gesamten Erhebungszeitraumes FFP2-Masken. Selbst nach Lockerung der Maskenrichtlinien in den Gesundheitseinrichtungen wurde die Maskenpflicht innerhalb der Studie beibehalten, um Störeffekte durch die veränderte Sichtbarkeit von Gesichtern im diagnostischen Setting zu vermeiden.

Abbildung 3

Schematische Darstellung des Erhebungsablaufs der Bubble-Studie



Anmerkung. Der Erhebungsablauf konnte nach Wunsch von den Proband*innen individuell angepasst werden.

3.2 Beschreibung der Messinstrumente

Die Bubble-Studie ist in einen experimental-behavioralen Teil, sowie einen Selbstauskunfts- und Interviewteil untergliedert. Im Folgenden werden die Selbstauskunftsfragebögen, sowie die diagnostischen Interviews beschrieben. Zur Qualitätssicherung der Erhebungsinstrumente wurde eine Reliabilitätsanalyse mit Cronbach's α (Cronbach, 1951) durchgeführt. Die in der Studie verwendeten Fragebögen und Interviews werden in Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1*Fragebogen- und Interviewdiagnostik der Bubble-Studie*

Erhebungszeitpunkt	Messbereiche	Messinstrumente	Referenzen
Termin 1	Psychiatrische Diagnostik im Kindes- und Jugendalter	M.I.N.I. KID Mini-International Neuropsychiatric Interview for Children and Adolescents	Sheehan et al., 2010
	Borderline-Persönlichkeitsstörung	SKID II Strukturiertes klinisches Interview nach DSM-4 Kriterien; Borderline-Teil	First & Gibbon, 2004
	Alexithymie	AQC Alexithymia Questionnaire for Children	Rieffe et al., 2006
	Dissoziation	SDE-J Skala dissoziativen Erlebens bei Jugendlichen	Armstrong et al., 1997
	Emotionale Reaktivität	ERS Emotion Reactivity Scale	Nock et al., 2008
	Schwierigkeiten in der Emotionsregulation	DERS Difficulties in Emotion Regulation Scale	Gratz & Roemer, 2004
	Sehfähigkeit	FrACT₁₀ Freiburger Visual Acuity Test	Bach, 2007
Termin 2	Ausschluss von Intelligenzminderung	CFT 20-R Grundintelligenztest; Skala 2-Revision, Teil 1	Weiß, 2006
	Depression	BDI-II Beck-Depressions-Inventar Revision	Beck et al., 1996
	NSSV Suizidalität	SITBI-G Self-Injurious Thoughts and Behavior Interview	Nock et al., 2007
	Emotionale Kompetenz	EKF-S Emotionale Kompetenz Fragebogen	Rindermann, 2009
	Emotionale Kompetenz	EKF-S+ (Zusatzskalen) Emotionale Kompetenz Fragebogen	Rindermann, 2009
	Persönlichkeitsakzentuierungen	PSSI Persönlichkeits-Stil- und Störungsinventar	Kuhl & Kazén, 2009

Anmerkung. Das PSSI ist Teil einer unabhängigen Forschungsfrage und wird ausschließlich zur Vollständigkeit der Diagnostik aufgeführt.

3.2.1 Fragebögen und diagnostische Interviews

3.2.1.1 *Mini-International Neuropsychiatric Interview for Children and Adolescents*

Das *Mini-International Neuropsychiatric Interview for Children and Adolescents* (M.I.N.I KID; Sheehan et al., 2010) erfasst die 30 häufigsten klinisch relevanten Erkrankungen und deren Subtypen in der pädiatrischen Psychiatrie. Das M.I.N.I KID ist ein standardisiertes diagnostisches Kurzinterview für psychiatrische Störungen bei Kindern und Jugendlichen nach DSM-IV und ICD-10 Kriterien und ist die kindgerechte Version des *Mini-International Neuropsychiatric Interview* (Sheehan et al., 1998). Die Durchführungszeit bei klinischen Proband*innengruppen liegt bei etwa 45 Minuten. Bei einer Validierungsstudie mit 190 ambulanten Patient*innen und 36 Kontrollproband*innen zwischen 6 und 17 Jahren konnten Interrater- und Retest-Reliabilitäten von Cohen's Kappa [κ] = ,64 - 1,00 identifiziert werden (Sheehan et al., 2010). Laut Cohen ist eine Übereinstimmung zwischen ,61 - ,80 als erheblich und eine Übereinstimmung von ,81 - 1,00 als nahezu perfekt zu interpretieren (McHugh, 2012). Die Validierung wurde mithilfe der *Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School Aged Children-Present and Lifetime Version* durchgeführt (K-SADS-PL; Kaufman et al., 1997) und identifizierte substanzielle bis exzellente Übereinstimmungen zwischen den beiden Fragebögen für alle Diagnosen (*area under curve* [AUC] = ,81 - ,96, $k = ,56 - ,87$), außer bei psychotischen Erkrankungen (AUC = ,94; $k = ,41$; Sheehan et al., 2010). Das M.I.N.I KID weist eine gute Sensitivität (,61 - 1,00) und eine gute bis exzellente Spezifität (,73 - 1,00) für die DSM-IV Diagnosen auf. Zusammenfassend lässt sich das M.I.N.I KID als ein reliables und valides Diagnoseinterview im Bereich der Kinder- und Jugendpsychiatrie beschreiben.

3.2.1.2 *Self-Injurious Thoughts and Behavior Interview*

Das halbstrukturierte *Self-Injurious Thoughts and Behavior Interview* (SITBI-G; Nock et al., 2007) umfasst das Vorhandensein, die Häufigkeit und die Merkmale von suizidalem und NSSV. Das Spektrum der abgefragten Merkmale umfasst Suizidgedanken, Suizidplanung, suizidale Gesten, Suizidversuche, Gedanken an selbstverletzendes Verhalten und selbstverletzendes Verhalten. Das englische Originalinterview

zeigt bei Jugendlichen ($N = 94$) im Alter zwischen 12 und 19 Jahren eine hohe Interrater-Reliabilität (durchschnittliches $\kappa = ,99$) und eine gute Retest-Reliabilität (durchschnittliches $\kappa = ,70$) nach sechs Monaten. Die Konstruktvalidität wurde mit Korrelationen zu anderen Fragebögen (u.a. dem K-SADS-PL), mit einem durchschnittlichen $\kappa = ,54$ bei Suizidgedanken und einem durchschnittlichen $\kappa = ,65$ bei Suizidversuchen, als gut befunden. Die deutsche Version des SITBI-G (Fischer et al., 2014) zeigt bei Jugendlichen (12 bis 19 Jahre) moderat gute Retest-Reliabilität für Suizidalität mit einem $\kappa = ,64$ und einem $\kappa = ,60$ bei NSSV. Die Interrater-Reliabilität für die DSM-5-Diagnosen ergab eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den Diagnostikern von $\kappa = ,77$ bis 1,00 in allen Bereichen des SITBI-G. Die Konstruktvalidität zeigt im Vergleich zu dem *Self-Harm Behavior Questionnaire* (Gutierrez et al., 2001) eine sehr gute Übereinstimmung für NSSV ($\kappa = ,89$) und Suizidversuche ($\kappa = ,86$). Eine mäßige bis gute Übereinstimmung wurde für das Vorliegen von Suizidplänen ($\kappa = ,58$) und Suizidgedanken ($\kappa = ,75$) festgestellt. Eine schwache Übereinstimmung ($\kappa = ,37$) wurde für das Vorhandensein von suizidalen Gesten identifiziert. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das SITBI-G ein reliables und valides Interview zur Erfassung von NSSV und Suizidalität darstellt.

3.2.1.3 Grundintelligenztest Skala 2-Revision

Die Grundintelligenztest Skala 2-Revision (CFT 20-R; Weiß, 2006) erfasst sprachfrei die Grundintelligenz mittels figuraler Aufgaben bei Kindern und Jugendlichen zwischen 8 und 19 Jahren. Die CFT 20-R besteht aus zwei gleich aufgebauten Testteilen mit je vier Untertests. Die Untertests beinhalten Aufgaben über Reihenfortsetzen, Klassifikationen, Matrizen und topologische Schlussfolgerungen. Die Approximation eines Intelligenzquotienten lässt sich bereits mittels einer Testhälfte berechnen. Da für den Einschluss in die Bubble-Studie ein ausreichendes Verständnis der Instruktionen notwendig war, wurden Proband*innen mit einem IQ < 80 ausgeschlossen. Hierfür war die Kurzform der CFT 20-R (Testteil 1) ausreichend. Diese beinhaltet 56 Items (Reihenfortsetzen: 15 Items; Klassifikationen: 15 Items; Matrizen: 15 Items; topologische Schlussfolgerungen: 11 Items), wobei die Testzeit bei Kindern und Jugendlichen in der Einzelmessung bei durchschnittlich 25 Minuten lag. Die CFT 20-R wurde anhand

von 4.300 Schülern im Alter zwischen 8,5 und 19 Jahren normiert. Die Retest-Reliabilität nach drei Monaten kann mit einem Pearson's Korrelationskoeffizienten $[r] = ,80$ als ausgezeichnet gewertet werden. Die interne Konsistenz des Testteil 1 über die verschiedenen Altersgruppen, sowie des Gesamttests der Normstichprobe, können mit einem $\alpha = ,89$ bis $,95$ als exzellent gewertet werden. Intelligenz gilt als stärkster Prädiktor für schulische Leistungen (Gygi et al., 2017). Um als valides Messinstrument zu gelten, muss die CFT 20-R mit den schulischen Leistungen korrelieren. Die CFT 20-R korreliert mit einem $r = ,50$ mit den mathematischen Schulleistungen ($N = 855$) und zeigt ähnliche Korrelationswerte zu anderen Intelligenztests (Roth et al., 2015). Demzufolge ist die CFT 20-R als ein guter Referenzwert für den Intelligenzquotienten der Studienteilnehmer*innen zu sehen. Da die Intelligenzmessung ausschließlich der Einschussdiagnostik in die Bubble-Studie diene, wurde von einer Durchführung der Intelligenzdiagnostik abgesehen, sofern bereits klinikinterne Intelligenzmessungen der teilnehmenden Patient*innen vorlagen.

3.2.1.4 *Structured Clinical Interview for DSM-IV - Borderline-Teil*

Das *Structured Clinical Interview for DSM-IV* (SKID II; First & Gibbon, 2004) ist ein halbstrukturiertes klinisches Interview, welches ein Hilfsmittel für die Diagnosestellung nach DSM-IV Kriterien darstellt. Für die Fragestellung der Bubble-Studie wurde ausschließlich der Teil zur Diagnose einer BPD in die Diagnostik implementiert. Mithilfe von semi-strukturierten Fragen werden die neun relevanten Kriterien für die Diagnose einer Borderline Persönlichkeitsstörung abgefragt und auf einer Skala zwischen 0 = „nicht erfüllt“, 1 = „unterschwellig erfüllt“, 2 = „erfüllt“ und ? = „Information nicht ausreichend“ kategorisiert. Die Durchführungszeit beträgt etwa 15 Minuten. Für die Diagnose muss unter anderem ein durchdringendes Muster von Instabilität in zwischenmenschlichen Beziehungen, im Selbstbild und in der Affektlage gegeben sein und eine ausgeprägte Impulsivität vorherrschen (APA, 2013). Reliabilitätstestungen wurden anhand von 69 Patient*innen im Alter von 19 - 70 Jahren durchgeführt und das Interview weist eine substantielle Interrater-Reliabilität von Cohen's $\kappa = ,78$ auf. Der Borderline-Teil des SKID II besitzt in der Normstichprobe eine moderate Interrater-Reliabilität bei einem $\kappa = ,78$ (Ekselius et al., 1994). In einer jugendlichen Stichprobe mit 101 ambulanten Patient*innen zwischen 15 und 25 Jahren konnte eine sehr gute

interne Konsistenz von Cronbach's $\alpha = ,88$ identifiziert werden. Die Retest-Reliabilität kann nach zwei Wochen mithilfe des Intraklassen-Korrelationskoeffizienten $[ICC] = ,87$ als exzellent gewertet werden (Chanen et al., 2008). Der Borderline-Teil des SKID II weist eine gute Sensitivität ($,65$) und eine exzellente Spezifität ($,85$) auf. Die allgemeine Diagnosegenauigkeit des Borderline-Teils liegt bei 80% (Chanen et al., 2008). In der hier vorliegenden Stichprobe konnte eine sehr gute interne Konsistenz von $\alpha = ,93$ identifiziert werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das SKID II auch im Jugendalter ein reliables und valides Messinstrument für die Diagnosestellung einer BPD darstellt.

3.2.1.5 Beck-Depressions-Inventar Revision

Das Beck-Depressions-Inventar Revision (BDI-II; Beck et al., 1996; deutsche Version: Kühner et al., 2007) beurteilt anhand von 21 Items den Schweregrad einer diagnostizierten depressiven Episode (Beispielitem 1: „Traurigkeit“: 0 = „Ich bin nicht traurig.“; 1 = „Ich bin oft traurig.“; 2 = „Ich bin ständig traurig.“; 3 = „Ich bin so traurig oder unglücklich, dass ich es kaum aushalte.“). Insgesamt können Proband*innen Summenwerte zwischen 0 und 63 erreichen. Ein Gesamtwert von 0 - 8 weist dabei auf das Nichtvorhandensein einer klinisch relevanten Depression hin, 9 - 13 Punkte weisen auf eine minimale depressive Ausprägung hin und ab 14 - 19 Punkten beginnt eine leichte Depression. Ab 20 Punkten liegt eine mittelschwere und ab 29 Punkten liegt eine schwere depressive Episode vor. Die Bearbeitungszeit des BDI-II beträgt etwa fünf Minuten. Innerhalb der hier beschriebenen Stichprobe wurde das Item „Verlust an sexuellem Interesse“, aufgrund der Unangemessenheit für Kinder ab 12 Jahren und dessen schlechter Trennschärfe, gestrichen (Besier et al., 2007). Das Weglassen eines Items ist laut Manual zulässig und hat auf die Berechnung des Gesamtwerts keinen Einfluss (Beck, 1961). Die Interne Konsistenz in der deutschen Normstichprobe von 111 jugendlichen Patient*innen zwischen 15 und 18 Jahren ist mit einem $\alpha = ,92$ als sehr gut zu bewerten (Besier et al., 2007). Das BDI-II diskriminiert, gemessen an den Summenwertunterschieden, gut zwischen den unterschiedlichen Schweregraden der Depression und ist sensitiv gegenüber Änderungen in der Ausprägung der depressiven Symptomatik. In der untersuchten Stichprobe konnte eine sehr gute interne Konsistenz mit einem $\alpha = ,98$ identifiziert werden.

3.2.1.6 Skala dissoziativen Erlebens bei Jugendlichen

Die Skala dissoziativen Erlebens bei Jugendlichen (SDE-J) aus dem Heidelberger Dissoziations-Inventar (Brunner et al., 1999) ist ein Instrument zur dimensionalen Erfassung dissoziativer Symptomatologie und ist die deutsche Version der *Adolescent Dissociative Experiences Scale* (Armstrong et al., 1997). Die SDE-J erfasst auf 30 Items den Gesamtmittelwert dissoziativen Erlebens. Die Antworten werden auf einer Skala von 0 = „nie“ bis 10 = „immer“ gegeben (Beispielitem 13: „Ich erkenne mich im Spiegel nicht wieder.“). Innerhalb der englischen Normstichprobe mit 102 jugendlichen Patient*innen im Alter von 12 bis 18 Jahren konnte sowohl eine exzellente Split-Half Reliabilität (Spearman-Brown [r] = ,92), als auch eine exzellente interne Konsistenz (α = ,93) identifiziert werden (Armstrong et al., 1997). Ähnliche Werte wurden in der Stichprobe von gesunden Jugendlichen ($N = 60$) zwischen 12 und 17 Jahren identifiziert ($r = ,92$; $\alpha = ,92$). Innerhalb der deutschen Normstichprobe ($N = 643$) von Jugendlichen im Alter zwischen 11 und 19 Jahren konnte eine sehr gute interne Konsistenz von $\alpha = ,91$ identifiziert werden. Auch in der klinischen Stichprobe ($N = 250$) von Jugendlichen im Alter zwischen 11 und 18 Jahren konnte eine exzellente interne Konsistenz von $\alpha = ,94$ ermittelt werden (Brunner et al., 1999). Innerhalb dieser Stichprobe konnte eine ausgezeichnete interne Konsistenz von $\alpha = ,98$ berechnet werden. Insgesamt ist die SDE-J ein reliables und valides Verfahren zur Evaluation von dissoziativem Erleben bei Kindern und Jugendlichen.

3.2.1.7 Alexithymia Questionnaire for Children

Der *Alexithymia Questionnaire for Children* (AQC; Rieffe et al., 2006; deutsche Version: Jarvers et al., 2022) ist die an Kinder und Jugendliche angepasste Version der *Toronto Alexithymia Scale-20* (TAS-20; Bagby et al., 1994). Der Fragebogen beinhaltet 20 Items auf drei Subskalen, mit denen die Schwierigkeiten Emotionen zu identifizieren (DIF), die Schwierigkeiten Emotionen zu beschreiben (DDF) und external orientiertes Denken (EOT) bei Jugendlichen erfasst werden. Die Bearbeitungsdauer liegt bei etwa fünf Minuten. Antworten (Beispielitem 14: „Ich weiß oft nicht, warum ich wütend bin.“) werden auf einer dreistufigen Antwortskala (0 = „Trifft nicht zu“, 1 = „Trifft manchmal zu“, 2 = „Trifft oft zu“) erfasst und zu einem Summenmittelwert zusammengefasst. Je

höher der Summenmittelwert, desto höher ist die Alexithymieausprägung. Bisher wurden von den Autoren keine spezifischen Cut-Off Werte für den AQC bestimmt, jedoch existiert innerhalb des TAS-20 eine prozentuelle Unterteilung in hoch- und niedrig-alexithymisch. Hoch-alexithymisch sind hierbei Proband*innen mit einem Summenmittelwert oberhalb des 66. Perzentils und niedrig-alexithymisch sind Proband*innen unterhalb des 33. Perzentils (Franz et al., 2008). Innerhalb der englischen Normstichprobe mit Kindern zwischen 9 und 15 Jahren konnte eine gute interne Konsistenz von Cronbach's $\alpha = ,75$ für die Subskalen DIF und DFF identifiziert werden, während die Subskala EOT nicht die Kriterien für eine akzeptable innere Konsistenz erfüllt, wobei die innere Konsistenz bei jüngeren Kindern ($M = 11,2$ Jahre; $\alpha = ,07$) wesentlich schlechter als bei älteren Kindern ($M = 13,7$ Jahre; $\alpha = ,38$) ausfällt (Rieffe et al., 2006). Sowohl die Subskala DIF, als auch die Subskala DFF korrelieren positiv mit der *Somatic Check List* (SCL; Rieffe et al., 2002), einer von Rieffe und Kolleg*innen erstellten und validierten Checkliste für somatische Beschwerden. Dies spricht für eine gute Vorhersagevalidität der Subskalen. Die Subskala EOT konnte keine signifikante Korrelation mit der SCL aufweisen. Zusätzlich zeigt sich bei dieser Subskala eine unzureichende Faktorhomogenität, wodurch die Reduktion des AQC's um diese Skala debattiert wird. Im deutschsprachigen Raum wird der AQC momentan validiert. Innerhalb der untersuchten Stichprobe zeigt sich eine gute interne Konsistenz mit einem Cronbach's $\alpha = ,89$. Bis auf die Subskala EOT besitzen auch die Subskalen eine gute bis sehr gute interne Konsistenz (DIF: $\alpha = ,91$; DFF: $\alpha = ,89$; EOT: $\alpha = ,49$).

3.2.1.8 Emotionale Kompetenz Fragebogen

Der Emotionale Kompetenz Fragebogen (EKF-S; Rindermann, 2009) erfasst mittels 62 Items auf vier Grundskalen emotionale Fähigkeiten und Einstellungen zu Emotionen. Die erste Grundskala bezieht sich auf das Erkennen eigener Emotionen (EE), wobei die Fähigkeit gemeint ist, eigene Gefühle wahrzunehmen und zu verstehen. Die zweite Grundskala bezieht sich auf das Erkennen von Emotionen bei anderen (EA). Hierbei handelt es sich um die Fähigkeit, die Gefühle anderer durch deren Verhalten, sprachlichen Äußerungen, Mimik und Gestik wahrzunehmen und zu verstehen und dies in Abhängigkeit der jeweiligen Situation. Die dritte Grundskala befasst sich mit der Regulation und Kontrolle eigener Gefühle (RK) und beschreibt die Fähigkeit, eigene

Gefühle steuern und regulieren zu können. Die vierte Grundskala beschreibt die Emotionale Expressivität, bzw. Ausdrucksfähigkeit (EX), wobei die Fähigkeit und Bereitschaft gemeint sind, Gefühle auszudrücken. Auf zwei Zusatzskalen (EKF-S+) mit 36 Items werden zudem die Regulation und der Umgang mit Gefühlen bei anderen (RA) und die Einstellung zu Emotionen (EU) gemessen. Die erste Zusatzskala befasst sich hierbei mit der Fähigkeit, mit den Gefühlen anderer umzugehen, sie beeinflussen und modulieren zu können. Die zweite Zusatzskala misst die positiven Einstellungen zu Gefühlen bei der eigenen Person und bei anderen, das Interesse an und die Wertschätzung von Gefühlen, die Bereitschaft, sich mit ihnen zu beschäftigen und sie verstehen zu wollen. Die Items werden auf einer fünfstufigen Likert-Skala von 1 = „stimmt überhaupt nicht“ bis 5 = „stimmt vollständig“ präsentiert (Beispielitem 1: „In brenzligen Situationen versuche ich, Ruhe zu bewahren.“), und die Bearbeitungszeit liegt zwischen zehn und 20 Minuten. Innerhalb der deutschen Normstichprobe mit 638 Kindern und jungen Erwachsenen ist die innere Konsistenz bei dem Selbsteinschätzungsfragebogen mit $\alpha = ,93$ als exzellent zu bewerten. Die interne Konsistenz der Subskalen liegt zwischen $\alpha = ,86$ bis $,92$ und kann durchgehend als exzellent gewertet werden. Die Retest-Reliabilität nach einem Jahr kann anhand Pearsons' $r = ,69$ als gut gewertet werden. Validierungsmessungen liegen bisher nicht vor. In der hier vorliegenden Stichprobe konnte der EKF-S eine sehr gute interne Konsistenz von $\alpha = ,97$ hervorbringen (Subskalen EE: $\alpha = ,95$; EA: $\alpha = ,94$; RK: $\alpha = ,84$; EX: $\alpha = ,96$). Auch der EKF-S+ wies eine sehr gute interne Konsistenz von $\alpha = ,94$ auf (Zusatzskalen RA: $\alpha = ,94$; EU: $\alpha = ,87$).

3.2.1.9 *Difficulties in Emotion Regulation Scale*

Der *Difficulties in Emotion Regulation Scale* (DERS; Gratz & Roemer, 2004) ist ein multidimensionaler Selbstauskunftsfragebogen und erfasst mit 36 Items auf sechs Subskalen Schwierigkeiten in der Emotionsregulation. Die Subskalen lauten: Nicht-Akzeptanz emotionaler Reaktionen (N), Probleme mit zielorientiertem Verhalten (V), Impulskontrollprobleme (I), Mangel an emotionaler Aufmerksamkeit (A), eingeschränkter Zugang zu Emotionsregulationsstrategien (E), und Mangel an emotionaler Klarheit (K). Die fünfstufige Antwortskala reicht von 1 = „fast nie“ bis 5 = „fast immer“, dabei

stehen höhere Werte für zunehmende Emotionsregulationsschwierigkeiten (Beispielitem 7: „Ich weiß genau, wie ich mich fühle.“). In der englischen Erstvalidierungsstudie mit 357 Teilnehmern zwischen 18 und 55 Jahren, konnte eine hohe interne Konsistenz von $\alpha = ,93$ identifiziert werden (Gratz & Roemer, 2004). Auch die sechs Subskalen weisen eine hohe interne Konsistenz auf ($\alpha \geq ,80$). Für die prognostische Validität wurde die Korrelation zwischen dem DERS und selbstverletzendem Verhalten, einer häufig vorkommenden Verhaltensweise bei emotionaler Dysregulation, untersucht. Sowohl in der weiblichen ($n = 260$, $r = ,20$) als auch in der männlichen ($n = 97$; $r = ,26$) Stichprobe, konnte eine signifikante Korrelation mit selbstverletzendem Verhalten identifiziert und somit die prognostische Validität bestätigt werden. In einer deutschen Normstichprobe mit 324 gesunden Jugendlichen ($M = 15,15$) und 97 jugendlichen Patient*innen ($M = 16,25$), konnte eine exzellente interne Konsistenz sowohl in der gesunden Stichprobe ($\alpha = ,91$), als auch in der klinischen Stichprobe ($\alpha = ,95$) identifiziert werden (Gutzweiler & In-Albon, 2018). In der hiesigen Stichprobe konnte eine hohe interne Konsistenz von $\alpha = ,98$ berechnet werden (Subskalen N: $\alpha = ,92$; V: $\alpha = ,93$; I: $\alpha = ,92$; A: $\alpha = ,84$; E: $\alpha = ,95$; K: $\alpha = ,95$). Der DERS ist demnach ein reliables und valides Messinstrument für Schwierigkeiten in der Emotionsregulation auch im Kindes- und Jugendalter.

3.2.1.10 *Emotion Reactivity Scale*

Die *Emotion Reactivity Scale* (ERS; Nock et al., 2008; deutsche Version: Kandsperger et al., 2021) erfasst auf 21 Items und drei Subskalen die Selbsteinschätzung der eigenen emotionalen Reaktivität. Die emotionale Reaktivität gliedert sich in die emotionale Sensitivität gegenüber einem breiten Spektrum von Reizen, die Intensität und die Persistenz der erlebten Emotionen. Eine hohe emotionale Reaktivität zählt als Prädisposition für Schwierigkeiten in der Emotionsregulation (Nock et al., 2008). Die Items (Beispielitem 7: „Ich fühle mich oft sehr ängstlich.“) werden auf einer Antwortskala von 0 = „trifft gar nicht auf mich zu“ bis 4 = „trifft völlig auf mich zu“ beantwortet. Der Gesamtsummenwert liegt zwischen 0 und 84, und die Bearbeitungsdauer liegt bei etwa fünf Minuten. In der Normstichprobe von 87 Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit NSSV zwischen 12 und 19 Jahren zeigte sich mit einem Cronbach's $\alpha = ,94$ eine hohe interne Konsistenz. Die einzelnen Subskalen weisen jeweils auch eine sehr gute

interne Konsistenz auf (Sensitivität: $\alpha = ,88$; Intensität: $\alpha = ,86$; Persistenz: $\alpha = ,81$). Für die Validierungsmessungen wurde die *Behavioral Inhibition/behavioral Activation Scale* (BIS/BAS; Carver & White, 1994) herangezogen. Der BIS-Teil misst auf sieben Items die emotionale Reaktivität auf aversive Ereignisse und die Korrelation der ERS mit den BIS-Items ($r = ,37$) spricht für eine gute konvergente Validität (Nock et al., 2008). Die interne Konsistenz in der hier beschriebenen Stichprobe ist mit einem $\alpha = ,96$ als ausgezeichnet zu bewerten (Subskalen Sensitivität: $\alpha = ,92$; Intensität: $\alpha = ,93$; Persistenz: $\alpha = ,86$). Die ERS ist somit ein reliabler und valider Selbstausskunftsfragebogen für die emotionale Reaktivität bei Jugendlichen mit NSSV.

3.2.2 Freiburg Vision Test

Um eine Verunreinigung der Datenlage aufgrund von fehlender Sehschärfe auszuschließen, wurde vor dem Bubble-Experiment der FrACT₁₀ (Bach, 2006) durchgeführt. Hierbei wurde ein Landolt C in acht verschiedenen Orientierungen innerhalb von 18 Durchgängen präsentiert. Die Aufgabe der Proband*innen war es, die jeweilige Ausrichtung der Lücke des Landolt C zu identifizieren. Je nach Antwortverhalten wurde das Landolt C in Größe reduziert oder gesteigert. Hierdurch kann für alle Proband*innen der Schwellenwert der Sehfähigkeit identifiziert werden. Die Blickdistanz wurde auf 60 cm festgelegt, um dem Experimentalaufbau gleichzukommen und Einflüsse von Kurzsichtigkeit auszuschließen. Ein *Minimum Angle of Resolution* (logMAR) von 0,00 wird als Maßstab für normale Sehfähigkeit definiert. Ein Wert geringer als 0,00 beschreibt eine Sehschärfe über 100 %. Ein Wert bis 0,40 beschreibt eine minimale Beeinträchtigung der Sehkraft. Werte zwischen 0,50 und 1,00 benennen leichte Beeinträchtigungen der Sehkraft. Schwere Beeinträchtigungen zeigen sich ab einem logMAR-Wert von 1,10 und führten zu einem Ausschluss aus der Bubble-Studie.

3.2.3 Bubble-Methode

Bei der sogenannten Bubble-Methode handelt es sich um ein Verfahren, das ausschlaggebende visuelle Informationen aus präsentierten Bildern isoliert (Gosselin & Schyns, 2001). Die präsentierten Stimuli werden von zweidimensionalen mittelgrauen

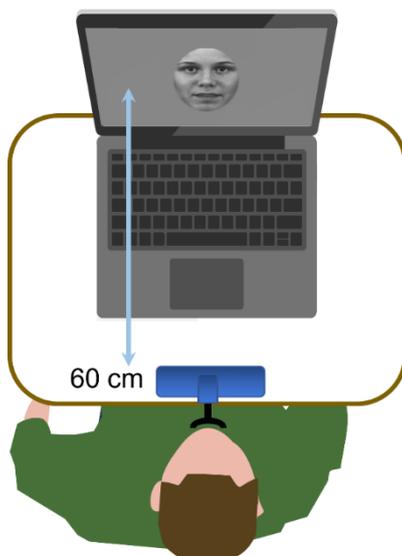
Masken überlappt und von zufällig angeordneten gauß'schen Fenstern – *den Bubbles* – durchbrochen. Hierdurch steht den Proband*innen nur ein zufällig zusammengestellter Teilbereich der Gesichtsinformationen für Entscheidungsprozesse zur Verfügung. Im Folgenden wird die Entwicklung und Darstellung des Stimulusmaterials und der Experimentalaufbau beschrieben.

3.2.3.1 Apparatur

Die Stimuli wurden auf einem HP Elitebook 850 6G Notebook mithilfe der Psychophysical Toolbox Version 3 (PTB-3; Brainard, 1997), unter der Matlab-Version 2020b dargestellt. Die PTB-3 ist ein Softwarepaket, welches für die Erstellung von visuellen und neurowissenschaftlichen Experimenten konstruiert wurde. Die Bildschirmauflösung betrug 190 x 1080 Pixel bei einer Bildwiederholungsfrequenz von 60 Hz. Ein Betrachtungsabstand von 60 cm wurde mithilfe einer Kinnstütze sichergestellt. Abbildung 4 zeigt den Experimentalaufbau.

Abbildung 4

Experimentalaufbau des Bubble-Experiments



Anmerkung. Die Proband*innen stützten ihr Kinn auf eine speziell angefertigte Kinnstütze und gaben ihre Antworten mithilfe der Zeigefinger beider Hände.

3.2.3.2 Bildmaterial

Die im Experiment präsentierten Stimuli wurden der Datenbank „*Karolinska Directed Emotional Faces*“ entnommen (Lundqvist et al., 1998). Die Stimuli zeigen frontale Videoaufnahmen von Männern und Frauen im Alter von 20 - 30 Jahren, deren Gesichter sich von neutralen zu emotionalen Gesichtsausdrücken verändern. Hierbei wurden 80 Videos, jeweils 40 fröhliche Gesichtsausdrücke und 40 traurige Gesichtsausdrücke, extrahiert. Die Videosequenzen der emotionalen Ausdrücke wurden anhand einer Stichprobe mit 96 Proband*innen zwischen 18 und 30 Jahren validiert (Calvo et al., 2018). In der Validierungsstudie der Videosequenzen zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Erkennungsgenauigkeit zwischen den Emotionen „Fröhlichkeit“ und „Traurigkeit“. Fröhlichkeit wurde mit einer mittleren Genauigkeit von 98,5 % richtiger Antworten erkannt, während die Antwortgenauigkeit bei traurigen Gesichtsausdrücken bei 80,7 % lag. Bei den fröhlichen Gesichtern erleichterten die geöffneten Lippen, hochgezogenen Mundwinkel und Wangen die Emotionserkennung.

Um eine systematische Verzerrung des Antwortverhaltens aufgrund der unterschiedlichen Schwierigkeitsgrade bei der Erkennung der emotionalen Gesichtsausdrücke innerhalb dieser Studie zu vermeiden, wurden Videoframes aus dem Stimulusmaterial extrahiert, bei denen die Emotionen gerade so erkennbar waren. Hierzu identifizierten zwei studentische Hilfskräfte unabhängig voneinander einzelne Videoframes, in denen die Emotionen für sie gerade so erkennbar waren. Neutrale Gesichtsausdrücke wurden zusätzlich aus den Start-Videoframes der jeweilig gezeigten Emotion extrahiert. Hierdurch wurde für jede Bedingung ein neutraler Gesichtsausdruck und ein emotionaler Gesichtsausdruck derselben Person generiert. Die Frames wurden aus den Videos extrahiert und auf gleich große Ovale zugeschnitten, wodurch Informationen über Kopfform, Ohren und Haare eliminiert wurden. Für bessere Vergleichbarkeit wurden die entstandenen Bilder mithilfe der *Spectrum, Histogram, and Intensity Normalization and Equalization Toolbox* (SHINE-Toolbox; Willenbockel et al., 2010) auf eine einheitliche mittlere Helligkeit und Kontrastform abgestimmt. Einflüsse von Bildeigenschaften, die nicht emotionsbezogen, jedoch für die Klassifikation nutzbar wären, wurden hierdurch ausgeschlossen. Daraufhin bewerteten acht studentische Hilfskräfte unabhängig voneinander die Valenz der entstandenen Stimuli, um die Vergleichbarkeit der Emotionen zu gewährleisten. Das Valenzrating beinhaltete eine Skala von -5 (sehr

negative Emotion) bis +5 (sehr positive Emotion). Die Bilder wurden nach der Valenzbewertung sortiert und die Stimuli mit den höchsten Werten wurden entfernt. Für das Hauptexperiment wurden somit 30 Bilder pro Kategorie inkludiert. Die durchschnittliche emotionale Wertigkeit dieser Bilder betrug -1,39 für traurige, 1,16 für fröhliche und -0,11 für neutrale Ausdrücke. Die 90 verwendeten Bilder zeigten 48 weibliche und 42 männliche Gesichter.

Anschließend wurden die entstandenen Stimuli mithilfe von Laplace-Pyramiden über die Software *MATLAB Pyramid Tools* (matlabPyrTools; Simoncelli, 2015) in sechs Ortsfrequenzebenen zerlegt. Laplace-Pyramiden sind linear invertierbare Bild Darstellungen aus einer Reihe von Bandpassfiltern, sowie einem niederfrequenten Residuum, welches der letzten Ebene in der gauß'schen Pyramide entspricht (Denton et al., 2015). Bandpassfilter isolieren Ortsfrequenzen innerhalb eines bestimmten Bereichs und minimieren Frequenzen außerhalb dieses Bereichs, wodurch jede Ebene nur Informationen aus einem bestimmten Ortsfrequenzspektrum beinhaltet. Auf jeder Ebene der Laplace-Pyramiden wurde die Auflösung der Ortsfrequenzbilder um den Faktor zwei verringert und auf die ursprüngliche Größe interpoliert. Daraufhin wurden die Intensitätswerte des interpolierten Bildes von den Ursprungsbildern subtrahiert. Hierdurch erfasste jede Ebene die in einem bestimmten Spektrum vorhandene Bildstruktur. Die daraus resultierenden Differenzbilder beinhalteten räumlich nicht überlappende Frequenzen von feiner bis grober Bildauflösung, mit räumlichen Frequenzen von 106 bis 3,313 cpf, in den Maßstäben 1 bis 5. Differenzbilder mit ausschließlich niedrigen Ortsfrequenzen wirken dabei für das menschliche Auge unscharf und flächig, während Differenzbilder mit hohen Ortsfrequenzen detailreich sind und gut erkennbare Umrisse beinhalten. In dieser Studie wurde die sechste Schicht mit dem niederfrequenten Residuum entfernt, da sie keine diagnostisch relevanten Bildinformationen enthielt.

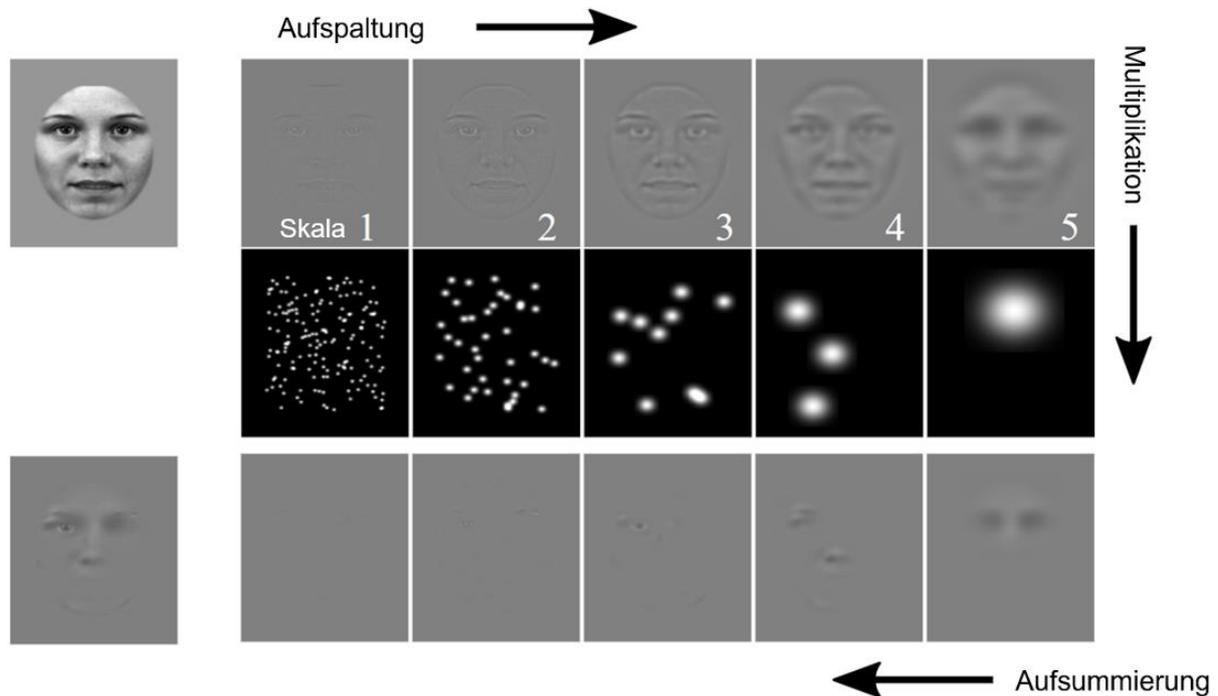
Die Differenzbilder wurden in einem Bildausschnitt von 8 x 8 Grad des visuellen Winkels zentriert und durch gauß'sche Fenster – *den Bubbles* – durchbrochen. Die Bubbles wurden aus zweidimensionalen gauß'schen Glocken konstruiert, deren Größe dem zweifachen der Wellenlänge der mittleren Ortsfrequenz pro Skala bei einem Vollbreite-Halbmaximum-Parameter (FWHM) entspricht. Der FWHM beschreibt die Differenz zweier Werte unabhängiger Variablen, bei der die abhängige Variable die Hälfte ihres Maximalwertes erreicht und ist ein Maß für die Breite der gauß'schen Glocke

(Kumar Reddy & Sagar, 2015). Gosselin und Schyns (2001) wählten bei der Entwicklung der Bubble-Technik Gauß-Glocken, da ihre Form glatt und symmetrisch ist (Marr, 2010) und somit für leichte Vergleichbarkeit sorgt. Die Ortsfrequenzen verdoppelten sich mit jeder Skala, was zu einer Verdopplung des Durchmessers der gauß'schen Glocke führte und sich die Fläche jedes Bubbles somit um das Vierfache vergrößerte. Aufgrund dessen wurde die Anzahl der Bubbles zwischen den einzelnen Skalen um den Faktor vier verringert und gegebenenfalls auf die nächste Ganzzahl gerundet. Anschließend folgte eine elementweise Multiplikation (*Element-wise Multiplication*) der Bubbles mit den Differenzbildern, wodurch sie die Bildstruktur in den ausgewählten Ortsfrequenzbereichen abdeckten. Die Platzierung der Bubbles auf den Differenzbildern erfolgte zufällig, wobei die Gauß-Glocke innerhalb eines Bereichs von $\pm 2,86$ Grad relativ zur Bildmitte positioniert werden musste. Abschließend wurden die durch Bubbles durchbrochenen Differenzbilder für jede Skala zu einem Gesamtbild, auch als Composite-Bild bezeichnet, zusammengefügt.

Zum Experimentalstart enthielt das präsentierte Composite-Bild 120 Bubbles in dem Differenzbild mit der größten räumlichen Frequenz (Skala 1). Auf den darauffolgenden Skalen wurden die Bubbles entsprechend größer und in ihrer Anzahl reduziert. Die Anzahl der Bubbles wurde für jeden Durchgang auf das Leistungsniveau der Proband*innen adjustiert und eine Schwellenwertschätzung mithilfe des *Quick, Efficient, and Sensitive Testing-Verfahrens* durchgeführt (QUEST; Watson & Pelli, 1983). Das QUEST-Verfahren ist ein adaptives, psychometrisches Verfahren, welches die erforderliche Reizintensität identifiziert, um eine korrekte Antwortreaktion der Proband*innen mit einer Wahrscheinlichkeit von ,75 hervorzurufen. Eine grafische Darstellung der Stimulusgenerierung ist Abbildung 5 zu entnehmen.

Abbildung 5

Darstellung der Stimulusgenerierung



Anmerkung. Aufspaltung: Gesichtsbilder wurden in fünf sich nicht überlappende räumliche Ortsfrequenzbilder unterteilt. Multiplikation: Pixelweise Multiplikation der Ortsfrequenzbilder mit den Differenzbildern. Aufsummierung: Zusammenführung der von den Bubbles durchbrochenen Differenzbildern zu einem Gesamtbild (Composite-Bild).

3.2.3.3 Pilottestung

Die Ursprungsstudie von Gosselin und Schyns (2001) wurde mithilfe von erwachsenen Proband*innen durchgeführt, wodurch sich die Kalibrierung der freigelegten Bubbles zum Experimentalstart als potenziell unpassend für Kinder erwies. Eine präzise Festlegung der Bubbleanzahl zum Experimentalbeginn ist von großer Wichtigkeit, da bei inakkurater Festsetzung zahlreiche Durchgänge notwendig werden, um an den Schwellenwert zu gelangen, bei dem die jugendlichen Proband*innen 75 % richtige Antworten erreichen. Um das Experimentaldesign auf das Entwicklungsniveau von Kindern anzupassen, wurde eine Pilottestung mithilfe einer zwölfjährigen Probandin durchgeführt und die Anzahl der Bubbles auf Skala 1 im Hauptexperiment auf die durchschnittlich benötigten Bubbles der Probandin auf Skala 1 festgelegt. Hierdurch wurde ein Startwert von 120 Bubbles auf Skala 1 für das Hauptexperiment ermittelt.

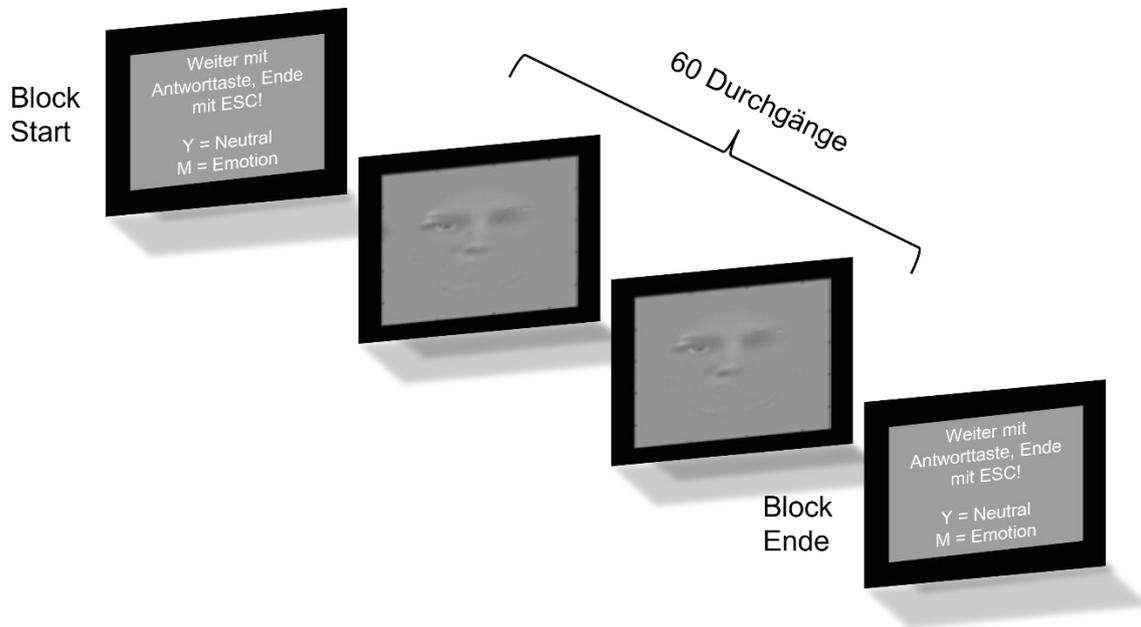
3.2.3.4 Experimentaldesign

Die aufsummierten Ortsfrequenzbilder wurden den Proband*innen als Composite-Bild präsentiert und für die Emotionsidentifizierungsaufgabe zur Verfügung gestellt. Insgesamt absolvierten die Proband*innen zwei Aufgabenblöcke an einem Tag oder an zwei aufeinanderfolgenden Tagen. Zwischen beiden Experimentaltagen lagen durchschnittlich 5,78 Tage, mit einem maximalen Intervall von 50 Tagen. Ein Block beinhaltete neutrale und traurige (traurige Bedingung) und der zweite Block fröhliche und neutrale Gesichtsausdrücke (fröhliche Bedingung). Die Aufgabe bestand darin zu unterscheiden, ob das präsentierte Gesamtbild einen neutralen oder emotionalen Gesichtsausdruck aufwies. Die Hälfte der Proband*innen begann dabei mit der fröhlichen Bedingung, während die andere Hälfte mit der traurigen startete. Die Konfiguration der Antworttasten blieb zwischen den Bedingungen gleich und wurde nur über die Proband*innen hinweg randomisiert. Eine Entscheidung zur Emotionalität konnte via Tastendruck („Y“ und „M“) auf einer Computertastatur eingegeben werden, die Tastendrucke erfolgten dabei mit den Zeigefingern beider Hände. Der Experimentalaufbau wird detailliert in Abbildung 6 dargestellt.

Damit sich die Proband*innen mit dem Stimulusmaterial vertraut machen konnten, wurden vor dem Experimentalstart die in dem jeweiligen Block verwendeten Gesichtsausdrücke in Papierform präsentiert. Für das Familiarisieren mit den Stimuli wurde keine Zeitbegrenzung gesetzt. Nachdem sich die Proband*innen ausreichend mit dem Stimulusmaterial vertraut gemacht hatten, durchliefen sie zusätzlich einen Übungsblock, um den Experimentalablauf kennenzulernen. Erst nachdem sich die Proband*innen deren Aufgabe sicher waren, wurde das Hauptexperiment gestartet. Der Übungsblock bestand aus zwei Kurzblöcken mit jeweils 10 Durchgängen und entsprach dem exakten Aufbau des Hauptexperiments. Für das Hauptexperiment wurden die Proband*innen instruiert, mindestens 15 Blöcke pro Bedingung zu absolvieren oder sich mindestens eine Stunde mit der Experimentalaufgabe zu befassen. Hierbei gab es kein Abbruchkriterium.

Abbildung 6

Experimentaldesign des Bubble-Experiments



Anmerkung. Beispielhafter Experimentalblock – äquivalent für die traurige und fröhliche Bedingung.

3.3 Datenanalyse und Auswertungsmethoden

Die Analyse der Experimentaldaten erfolgte unter Einsatz der *PyTorch: Tensors and Dynamic Neural Networks in Python-Toolbox* (PyTorch 2.0.0; Paszke et al., 2019) in der Python-Entwicklungsumgebung (Version 3.9.16), und mithilfe der PTB-3 Toolbox unter der Matlab-Version 2020b. Die Datenverarbeitung der Ortsfrequenzbilder wurde mithilfe eines benutzerdefinierten Servers für rechenintensive Parallelverarbeitungen durchgeführt, welcher mit 124 GB RAM, einer AMD Ryzen 9 7950X 16-Core-CPU und zwei Nvidia Geforce 4090-Karten ausgestattet war. Die Auswertung der Bubble-Daten wurde mittels maschineller Lernverfahren durchgeführt und wird im Folgenden näher beschrieben.

3.3.1 *Residual Network for 50 Layers*

Zur Beantwortung der Hypothese 1 und deren Subhypothesen wurde ein maschineller Lernansatz verwendet, bei dem die *Residual Network for 50 Layers* (ResNet50)-Architektur als Ausgangspunkt für die Analyse der Datensätze aus dem Bubble-Experiment diente. Das ResNet50 ist ein tief gestaffeltes CNN, welches für die Bildklassifikation entwickelt wurde (He et al., 2016). Die Architektur des ResNet50 umfasst eine Eingangsschicht, gefolgt von 48 Faltungsschichten (*Convolutional Layers*). In den ersten Faltungsschichten werden kleine Filter verwendet, um grundlegende visuelle Merkmale, wie Kanten und einfache Strukturen, zu extrahieren. Spätere Faltungsschichten kombinieren Informationen aus den vorherigen Schichten, um komplexe Merkmale, wie beispielsweise Emotionen in Gesichtsausdrücken, zu erfassen.

Die Besonderheit des ResNet50 sind die sogenannten Residualblöcke, die mithilfe von *Skip Connections* bestimmte Faltungsschichten umgehen können. Dieses Verfahren ermöglicht eine bessere Anpassung des Modells an die vorliegenden Daten. Zwischen den Faltungsschichten sind Pooling-Schichten eingefügt, die die räumlichen Dimensionen der Merkmale reduzieren und gleichzeitig die Anzahl der Parameter verringern. Diese Vorgehensweise trägt dazu bei, eine sinnvolle Klassifikation der Eingangsdaten zu erreichen.

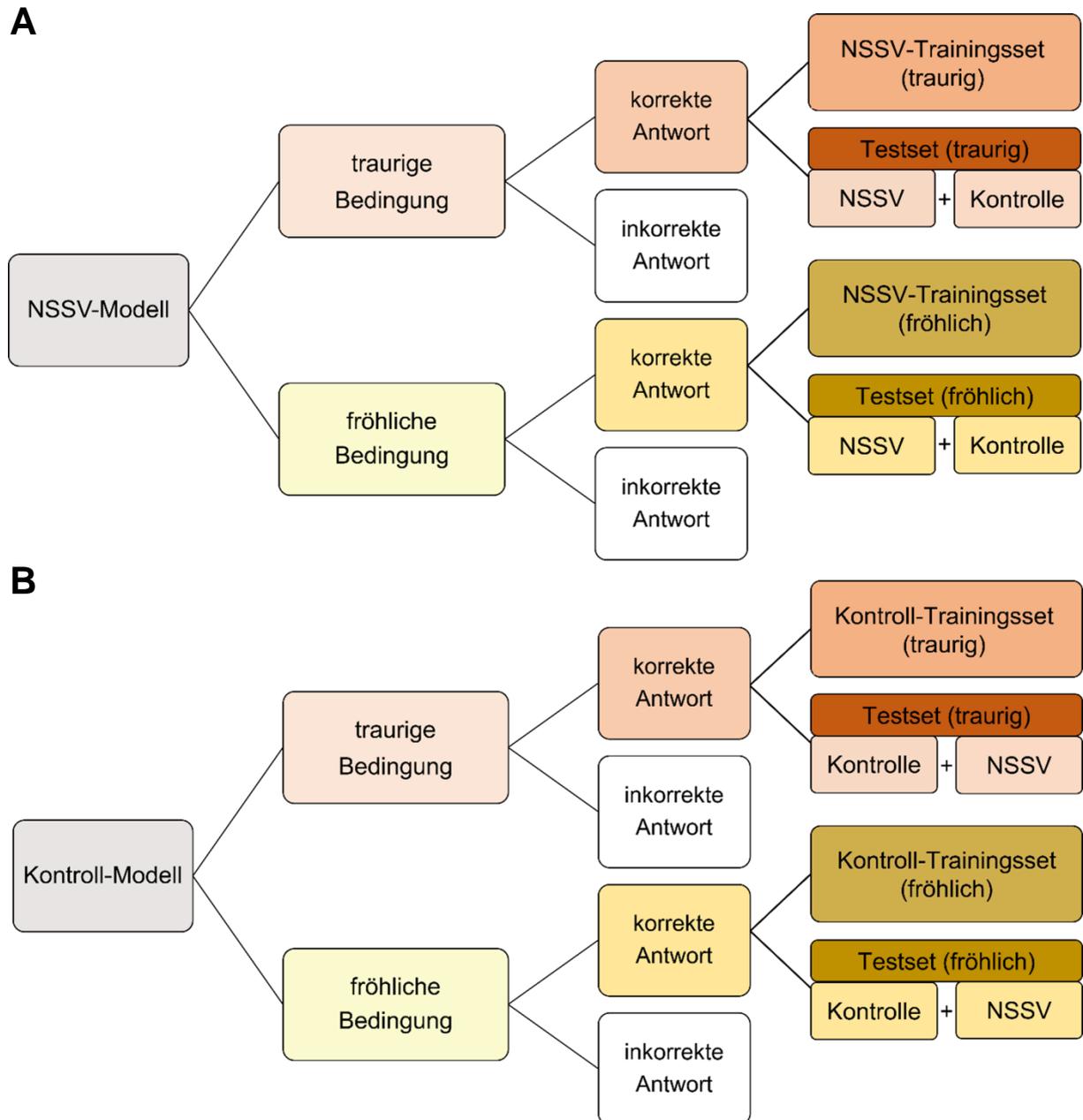
Am Ende der CNN-Architektur befinden sich die voll vernetzten Schichten (*Fully Connected Layers*), die die extrahierten Merkmale für die abschließende Klassifikation verwenden. Die Softmax-Aktivierungsfunktion berechnet die Wahrscheinlichkeit, mit der das Eingangsbild einer bestimmten Klasse zugeordnet wird (Albawi et al., 2017; He et al., 2016). Die in dieser Dissertation verwendeten Modelle wurden im Rahmen eines überwachten Lernansatzes (Nasteski, 2017) trainiert, bei dem die korrekten Klassifikationen der eingelesenen Bilddaten bekannt sind und somit die Klassifikationsgenauigkeit der Lernmodelle akkurat ermittelt werden kann. Um die ResNet50-Modelle zu trainieren, wurden ausschließlich diejenigen Composite-Bilder ausgewählt, die bei den Proband*innen zu einer korrekten Antwortreaktion geführt haben.

Um eine präzise Anpassung der ResNet50-Architektur an den spezifischen Ortsfrequenzinformationen zur Erkennung von Gesichtsausdrücken unter verschiedenen emotionalen Bedingungen zu gewährleisten, erfolgte das Training des CNNs viermalig für die binäre Klassifikation „emotional vs. neutral“. Dabei wurde das ResNet50 jeweils mit den Daten der traurigen und fröhlichen Bedingung der Patient*innengruppe

(NSSV-Modell) und äquivalent mit den Daten der Kontrollgruppe (Kontroll-Modell) trainiert. Für jeden dieser Datensätze wurden die korrekt klassifizierten Composite-Bilder der Hälfte der Proband*innen einem Trainingsset zugeordnet. Das Testset umfasste die zweite Hälfte des jeweiligen Datensatzes sowie den Testdatensatz der anderen Gruppe unter derselben Bedingung. Diese Aufteilung ermöglichte Submodelle und demzufolge eine unabhängige Bewertung der Modelleleistung für jede Bedingung und Gruppe, bei gleichzeitiger Kontrolle der Vergleichbarkeit der Composite-Bilder zwischen den Gruppen. Eine grafische Darstellung der Modellzusammensetzungen kann Abbildung 7 entnommen werden.

Abbildung 7

Zusammensetzung der Trainings- und Testdatensätze der Image Classifier



Anmerkung. Sowohl das NSSV- als auch das Kontrollmodell umfassen Submodelle für jede Bedingung (traurig und fröhlich). Innerhalb dieser Modelle sind äquivalente Testsets für jede Bedingung enthalten, die aus denselben Composite-Bildern beider Gruppen bestehen.

Das ResNet50 ist ein vortrainierter *Image Classifier*, der auf umfangreichen Bildklassifikationsdatensätzen beruht (He et al., 2016). Im Rahmen der Bubble-Studie wurde diese vortrainierte Struktur speziell an die vorliegenden Datensätze angepasst

und weitertrainiert. Dabei wurden keine Schichten des Modells fixiert. Stattdessen wurde nur die Klassifikationsschicht an die spezifische binäre Klassifikationsaufgabe für "traurig vs. neutral" und "fröhlich vs. neutral" angepasst. Die Composite-Bilder wurden dabei mit einer Größe von 224 x 224 Pixel in die Eingangssicht des ResNet50 eingelesen. Die Einstellungen für das Training der Modelle umfasste die Verwendung des *Adaptive Moment Estimation Algorithms (Adam — PyTorch 2.0; Kingma & Ba, 2017)* als Standardoptimierer. Die Betawerte wurden standardmäßig auf $\beta_1 = 0,9$, $\beta_2 = 0,99$ und das Epsilon auf 10^{-8} festgelegt. Die Lernrate wurde auf 0,001 gesetzt, und es erfolgte keine Anpassung der Verlustfunktion durch eine L2-Regularisierung (*Weight decay* = 0). Die Batch-Größe wurde auf 64 festgelegt, wobei 64 Bilder gleichzeitig durch das CNN propagiert werden, bevor die Gewichte des Netzes angepasst werden. Alle Modelle wurden über 100 Epochen hinweg trainiert, wobei eine Epoche einen vollständigen Durchlauf durch den Trainingsdatensatz darstellt. Die Kreuzentropieverlustfunktion (*Cross-Entropy Loss Function*) wurde zur Berechnung des Modellfehlers verwendet. Zudem wurden Data-Augmentationstechniken verwendet, um die Modellgeneralisierung zu verbessern. Dies umfasste zufällige affine Transformationen der Composite-Bilder, einschließlich der Skalierung mit einem Vergrößerungsfaktor von 0,9 bis 1,1 der Originalbildgröße, der Translation um den Faktor 0,13 relativ zur Bildgröße in horizontaler und vertikaler Richtung und der horizontalen Spiegelung der Composite-Bilder mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,5. Für die Auswertung der jeweiligen Modelleistung wurde die Evaluationsmatrix „Genauigkeit“ als abhängige Variable (AV) verwendet. Diese Matrix misst den Prozentsatz der korrekten Vorhersagen des Modells im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Datenpunkte im Testdatensatz. Letztendlich wurden ein- und mehrfaktorielle Varianzanalysen (ANOVAs) mit den unabhängigen Variablen (UV) „Modell“ (NSSV- vs. Kontroll-Modell), „Emotion“ (fröhlich vs. traurig), „Valenz“ (neutrale vs. emotionale Gesichtsausdrücke) und „Gruppendatensatz“ (Kontroll- vs. Patient*innentestdatensatz) durchgeführt und deren Auswirkungen auf die AV „Genauigkeit“ untersucht. Die Effektstärke wurde mittels des generalisierten Eta^2 (η^2G) ermittelt (Bakeman, 2005).

Um Einblicke in die Datenqualität der Bubble-Ergebnisse zu gewinnen, bevor diese zum Training der ResNet50-Modelle verwendet wurden, wurden ein- und mehrfaktorielle ANOVAs mit den UVs „Gruppe“ (NSSV- vs. Kontrollgruppe), „Emotion“ und „Valenz“ durchgeführt. Dabei wurde deren Einfluss auf die AVs „Anzahl der benötigten Bubbles auf Skala 1“ und „Effizienz“ untersucht. Aufgrund des adaptiven Designs des

Bubble-Experiments führten inkorrekte Antworten zu einer höheren Anzahl an freigelegten Gesichtsinformationen und somit zu einer vereinfachten Emotionserkennung. Eine höhere Anzahl an Bubbles würde demzufolge daraufhin deuten, dass sich das für das Modelltraining verwendete Stimulusmaterial zwischen den Gruppen, den Emotionen oder der Valenz signifikant unterscheidet. Signifikante Unterschiede in der benötigten Anzahl an freigelegten Gesichtsinformationen zwischen den Gruppen könnten demnach sowohl stark divergierende Emotionserkennungsfähigkeiten zwischen den Gruppen widerspiegeln, aber auch durch einseitige Antwortstrategien oder absichtliche Täuschungen hervorgerufen werden. Infolgedessen würden verzerrte Stimuli in das Modelltraining eingehen und die Interpretierbarkeit der Modellergebnisse limitieren.

Die AV „Effizienz“ spiegelt unterdessen die Antwortgenauigkeit abhängig von den freigelegten Bubbles wider und signalisiert, wie effizient diese freigelegten Gesichtsinformationen genutzt wurden. Ein höherer Wert für die Effizienz würde bedeuten, dass weniger Bubbles für eine bestimmte Antwortgenauigkeit erforderlich waren. Dies könnte darauf hindeuten, dass eine bestimmte Proband*innengruppe wesentliche Gesichtsinformationen effizienter verarbeitete oder dass das verwendete Stimulusmaterial zwischen den Emotionen oder der Valenz unterschiedlich aussagekräftig war, so dass weniger visuelle Informationen ausreichten, um genaue Antworten zu erzielen.

3.3.2 *Layer-wise Relevance Propagation*

Zusätzlich zu der übergeordneten Auswertung der Modelleleistungen wurden *Layer-wise Relevance Propagation* (LRP)-Analysen durchgeführt, um die Bedeutung der individuellen Ortsfrequenzinformationen für die Modellentscheidungen zu untersuchen und somit die Hypothese 2 der Dissertation zu beantworten. LRP ist ein Framework, das die Fähigkeit eines neuronalen Netzwerks zur Vorhersage eines Stimulus, wie beispielsweise die Identifikation eines emotionalen Gesichtsausdrucks, aufschlüsselt und in die diagnostisch relevanten Bereiche des Stimulus unterteilt (Binder et al., 2016). Beispielsweise könnten bei der Identifikation fröhlicher Gesichter die Grübchen eine größere Relevanz für die Modellentscheidungen haben als andere Bereiche, wie das Kinn, wodurch die LRP diesen Gesichtsregionen größere Relevanzanteile zuschreiben würde. Die LRP verwendet ein Verfahren namens Rückpropagierung, bzw.

Fehlerrückführung (*Backpropagation*). Dies ist eine gängige Methode zum Trainieren neuronaler Netzwerke in überwachten Lernverfahren, bei denen der gewünschte Ausgabewert für jede Eingabe bekannt ist. Mithilfe eines Gradientenabstiegsverfahrens passt die LRP die Datenpunkte optimal an das Modell an (Montavon et al., 2019).

Die LRP-Analyse wurde mit der *Zennit Explains Neural Networks in Torch Framework* (Zennit; Version 0.5.1) und unter Verwendung der Standardkonfigurationen durchgeführt. Zur Relevanzberechnung einzelner Merkmale wurde die Epsilon-Plus-Flat-Regel angewendet. Der Epsilon-Wert wurde standardmäßig auf 10^{-6} festgelegt und es wurde keine spezifische Normalisierung auf die Relevanz angewendet.

Für die LRP wurden die Submodelle der traurigen Bedingung beider Gruppenmodelle verwendet, da hierin die deutlichsten Unterschiede zwischen den Modellgenauigkeiten ersichtlich waren. Hierbei wurde für jede Versuchsperson, die nicht für das Training der Modelle verwendet wurde, ein LRP-Bild unter Verwendung des NSSV-Submodells und ein zweites unter Verwendung des Kontroll-Submodells generiert. Daraufhin wurden die individuellen LRP-Bilder durch einen Gaussfilter, mit einer Filtergröße von 9 x 9 Pixel und einer Standardabweichung von 3 Pixel, geglättet. Mittels der LRP wurde der Relevanzanteil für die korrekte Klassifikation der traurigen Emotion pro Versuchsperson, Modell und Pixel ermittelt. Anschließend wurden abhängige t-Tests durchgeführt, um für jeden Pixel, jede Versuchsperson und jedes Modell den Unterschied im Mittelwert zwischen den Submodellen zu berechnen. Diese Analyse ermöglichte die Untersuchung eines statistisch signifikanten Unterschieds zwischen den Relevanzanteilen (AV) des NSSV- und Kontroll-Submodells.

Zur Korrektur des Signifikanzniveaus wurde eine Bonferroni-Korrektur (Sedgwick, 2012) auf die entstandenen t-Werte angewendet, um ein zweiseitiges Signifikanzniveau von 0,05 zu erreichen. Zusätzlich wurde eine Cluster-Korrektur mit einem Permutationstest durchgeführt, wobei die Anzahl der benachbarten signifikanten Pixel berücksichtigt wurde, um so zuverlässige Cluster von signifikanten Unterschieden zu identifizieren.

Um die Beziehung zwischen den identifizierten Clustern und den komorbiden Erkrankungen sowie den Emotionsverarbeitungsprozessen für alle Proband*innen zu modellieren, wurden individuelle Modelle mittels der ResNet50-Architektur für jede Versuchsperson unter der traurigen Bedingung trainiert. Hierbei wurde für jede Versuchsperson die Hälfte der Composite-Bilder für das Modelltraining verwendet, die andere Hälfte diente als Testset. Die Modellkonfigurationen blieben identisch. Daraufhin

wurde für jedes entstandene Versuchspersonen-Modell eine LRP durchgeführt und der mittlere Relevanzanteil über die Pixel für jedes der Cluster ermittelt. Der mittlere Relevanzanteil für jedes Cluster gibt dabei an, wie stark die Merkmale innerhalb jedes Clusters zur Vorhersage der Emotionsklassifikation beigetragen haben. Ein hoher Relevanzanteil deutet darauf hin, dass die Gesichtsmerkmale in diesem Cluster einen wichtigen Beitrag für die Emotionserkennung des *Image Classifiers* geleistet haben, während niedrige Werte darauf hindeuten, dass die Merkmale innerhalb dieses Clusters weniger wichtig für die Emotionsklassifikation waren. Diese personenspezifischen mittleren Relevanzanteile pro Cluster wurden für nachfolgende statistische Analysen herangezogen, deren Einzelheiten unter Kapitel 3.3.4 beschrieben werden.

3.3.3 Statistische Auswertung der Interview- und Fragebogendiagnostik

Die Analyse der erhobenen Fragebogendaten erfolgte unter Einsatz zweier Statistiksoftware-Programme, IBM SPSS Statistics für Windows (Version 26.0, IBM Corp., 2019) und RStudio (Version 2022.12.0+353). Für alle Berechnungen wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha = ,05$ festgelegt. Die Reliabilitätsgüte der verwendeten Fragebögen wurde anhand der internen Konsistenz ermittelt und wurde in Kapitel 3.2.1 berichtet. Die im Rahmen der Analyse aufgefundenen fehlenden Werte auf Fallebene für die jeweiligen Fragebögen und diagnostischen Interviews, lagen zwischen 4,8 % - 7,1 % bei ERS, DERS, SKID II und EKF-S+. Im EKF-S traten mit 14,3 % auf Fallebene die meisten fehlenden Werte auf. Die restlichen diagnostischen Untersuchungsbögen wiesen keine fehlenden Fälle auf. Die SDE-J wurde nachträglich in die Diagnostik aufgenommen. Unter Reduktion der sechs Proband*innen, denen die SDE-J nicht vorgelegt wurde, ließen sich keine fehlenden Werte auf Fallebene identifizieren.

Im Rahmen der Analyse aufgefundene fehlende Werte auf Variablenebene unterschritten die 5 %-Schwelle bei den Fragebögen EKF-S, EKF-S+, ERS und DERS. Zu Beginn der Datenerhebung war ein Kopierfehler bei den ersten sechs SKID II Kurzinterviews aufgetreten, wodurch das Interview nicht vollständig durchgeführt werden konnte. Die fehlenden Werte auf Fallebene lagen dennoch unter 5 %. Ein SITBI-G wurde aufgrund von Belastungsreaktionen bei einer Probandin nicht durchgeführt. Die übrigen Fragebögen und Interviews wurden vollständig ausgefüllt.

Der *Missing Completely at Random*-Test (MCAR, R. J. A. Little, 1988) wies auf ein zufälliges Fehlen von Werten fast aller Fragebögen hin (EKF-S: $\chi^2(667) = 693,07$, $p = ,235$; ERS: $\chi^2(100) = 65,17$, $p = ,997$; DERS: $\chi^2(175) = 177,68$, $p = ,429$; SKID II: $\chi^2(9) = 12,84$, $p = ,170$). Aufgrund der geringen Anzahl und komplett zufällig aufgetretenen fehlenden Werte auf Variablenebene von ERS, DERS, EKF-S und SKID II, wurden deren fehlende Werte mittels des Erwartungs-Maximierungs-Algorithmus (EM) ersetzt (Moon, 1996). Der EM ist ein iteratives Verfahren, welches eine Maximum-Likelihood-Schätzung von Parametern erzeugt, wenn die zugrundeliegende Verteilung der Beobachtung einem gemeinsamen Muster entspricht. Die Anwendung des EM-Verfahrens wird bei einem Anteil von bis zu 5 % fehlender Werte auf Variablenebene empfohlen (T. D. Little et al., 2014).

Der MCAR-Test konnte kein zufälliges Fehlen der Items des Fragebogens EKF-S+ ($\chi^2(111) = 154,90$ $p = ,004$) identifizieren, weshalb kein EM-Verfahren für die Ersetzung der fehlenden Werte der Fragebogendaten angewendet wurde. Laut Manual ist eine standardisierte Auswertung des Fragebogens gestattet, sofern maximal zwei Items pro Subskala fehlen (Rindermann, 2009), weshalb eine Auswertung nach Manual durchgeführt wurde. Bei genauerer Prüfung konnten im EKF-S+ keine Items identifiziert werden, welche von mehr als einer Person ausgelassen wurden. Zudem zeigte sich, dass keine Items von mehr als einer Person mit extrem niedrigen oder hohen Werten beantwortet wurden und die Verteilung der Extremwerte war für beide Gruppen gleich. Daher wird nicht von einer Verzerrung der datenspezifischen Ausprägungen der Gruppen ausgegangen und ein Gruppenvergleich ist weiterhin zulässig. Fragebogendaten, welche ein vollständiges Fehlen auf Fallebene aufwiesen, entweder aufgrund von späterer Inklusion der Fragebögen in die Testbatterie oder aufgrund probandenspezifischer Gründe, wurden nicht durch das EM-Verfahren ersetzt, sondern aus der Analyse exkludiert. Datenpunkte, welche die dritte Standardabweichung überschritten, wurden als Ausreißer identifiziert und aus dem Datensatz entfernt.

Zu Beginn wurden die Daten deskriptiv hinsichtlich ihrer Stichprobencharakteristika ausgewertet. Zudem wurde ein Mann-Whitney-U-Tests zur Analyse von altersbedingten Gruppenunterschieden durchgeführt und zwei einseitige t-Tests zur altersbezogenen Äquivalenzbestimmung der Gruppen durchgeführt. Ein exakter Test nach Fischer wurde zum Vergleich der Schulzugehörigkeit und Händigkeit zwischen den Gruppen verwendet.

Die Evaluation der Gruppenunterschiede in den Fragebogenergebnissen (Hypothese 3) und des FrACT₁₀ der Patient*innen und Kontrollproband*innen wurden mithilfe von t-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Hierfür wurden die Voraussetzungen der Normalverteilung der Daten, Intervallskalierung, sowie der Varianzgleichheit überprüft. Bei Ungleichheit der Varianzen wurde alternativ auf den Welch's t-Test zurückgegriffen. Bei fehlender Normalverteilung wurde die Analyse mittels des Mann-Whitney-U-Tests durchgeführt. Für die Durchführung des Mann-Whitney-U-Tests ist eine ordinale Skalierung der abhängige Variable ausreichend. Die Effektstärke der parametrischen Tests wurde mittels Hedge's g ermittelt. Für den Mann-Whitney-U-Test wurde Pearson's r für die Effektstärke berechnet. Alle Ergebnisse mit Mehrfachvergleichen wurden einer Korrektur mittels der Falschentdeckungsrate (FDR) unterzogen (Benjamini & Hochberg, 1995) und die p -Werte entsprechen dieser Korrektur.

3.3.4 Analyse der Fragebogendaten in Bezug auf die identifizierten Cluster

Unter Hypothese 4 wurde postuliert, dass der Einfluss der Komorbiditäten und Emotionsverarbeitung auf die Relevanzanteile der Gesichtsregionen zur Emotionserkennung in Abhängigkeit davon variiert, welche Gesichtscluster (Clustertyp: C1, C2, C3) für die Emotionserkennung verwendet werden. Dabei ist aus Hypothese 2 bekannt, dass das Gesichtscluster C1 vermehrt von den Kontrollproband*innen zur Emotionserkennung genutzt wurde, während C2 und C3 vermehrt von den Patient*innen zur Emotionswahrnehmung verwendet wurden. Somit sollte bei einer veränderten Emotionswahrnehmung der Patient*innen mit NSSV ein positiver linearer Zusammenhang zwischen den Fragebögen zur Komorbiditätssymptomatik, Emotionsregulationsschwierigkeiten und emotionaler Reaktivität und den Gesichtsclustern C2 und C3 bestehen (Hypothesen 4.1 – 4.6), sowie ein negativer linearer Zusammenhang zwischen der emotionalen Kompetenz und Cluster C1 (Hypothese 4.7). Für die Evaluation dieser Hypothese wurden LMMs durchgeführt, wobei der Einfluss der komorbiden Erkrankungen und der individuellen Emotionsverarbeitungsprozesse auf die signifikanten Cluster der LRP (C1, C2 und C3) untersucht wurde. Hierfür wurde pro Versuchsperson ein Modell mit den Datensätzen der traurigen Bedingung gerechnet und personenspezifisch

sche Relevanzwerte für jedes Cluster ermittelt. Im Durchschnitt konnten für das personenspezifische Trainings- und Testdatenset 399 ± 93 Bilder pro Proband*in extrahiert werden. Eine genauere Darstellung der Relevanzwertgenerierung kann Kapitel 3.3.2 entnommen werden. Im Folgenden wird die statistische Vorgehensweise zur Auswertung der LMMs in Bezug auf die Relevanzwerte beschrieben.

Die LMMs wurden mittels des R-Pakets „*Linear Mixed-Effects Models using Eigen and S4*“ (lme4, Bates et al., 2015) durchgeführt und unter Verwendung der *Restricted Maximum Likelihood (REML)*-Methode geschätzt. In den LMMs wurden die individuellen Unterschiede zwischen den Proband*innen berücksichtigt, indem jede Versuchsperson als zufälliger Effekt im Modell aufgenommen wurde und somit eine individuelle Konstante (*random intercept*) je Person ermöglicht wurde. Die AV repräsentierte die Relevanzanteile aller Cluster der personenspezifischen LRP-Analysen, während die festen Effekte (*fixed effects*) die komorbiden Erkrankungen, die Gruppenzugehörigkeit und die Emotionsverarbeitungsfragebögen, sowie die Innersubjektvariable Clustertyp (C1, C2, C3) und die jeweiligen Interaktionen mit den Fragebögenwerten (BDI-II, AQC, SKID II, SDE-J, ERS, DERS, EKF-S, EKF-S+) beinhaltete. Bei dem verwendeten Modell handelte es sich um ein Intercept-Only-Modell, da der zufällige Steigungskoeffizient (*random slope*) der Variable „Clustertyp“ aufgrund einer zu geringen Konvergenz aus dem Modell ausgeschlossen wurde. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = ,05$ festgelegt.

Die Voraussetzungen der LMMs wurden folgendermaßen überprüft: Zur Homoskedastizitätsprüfung wurden Streudiagramme der Residuen gegen die vorhergesagten Werte erstellt. Die Residuen stellen die Differenzen zwischen den beobachteten und den vom Modell vorhergesagten Werten dar. Die Unabhängigkeit der Fehlerwerte wurde mittels Streudiagrammen der Residuen gegen die Reihenfolge der Beobachtungen überprüft. Die Normalverteilung der Residuen wurde grafisch anhand von Quantil-Quantil-Diagrammen (Q-Q Diagramme) untersucht, wobei die Verteilung der Residuen mit einer theoretischen Normalverteilung verglichen wurde. Die statistische Überprüfung der Normalverteilung erfolgte zudem mittels des Shapiro-Wilks-Tests. Zusätzlich wurden Streudiagramme erstellt, in denen separat für jede UV der Zusammenhang mit der AV betrachtet wurde.

Vorab wurden die kategoriellen Prädiktoren Clustertyp (C1, C2, C3) und Gruppe als Faktoren definiert, wobei C1 als Referenzkategorie diente. Hierdurch wurden die Kontrastkoeffizienten so berechnet, dass sie den Effekt der Clustertypen C2 und C3 im

Vergleich zur Referenzgruppe (C1) widerspiegeln. Das Cluster C1 wurde als Referenz gewählt, da die Kontrollproband*innen diesen Gesichtsbereich bevorzugt für eine akkurate Emotionserkennung nutzten. Daher diente C1 als Bezugspunkt für eine als gesund betrachtete Emotionswahrnehmung.

Kontinuierliche Prädiktoren wurden zusätzlich z-standardisiert und zentriert, um das Modell robust gegenüber Multikollinearitätsverletzungen zu gestalten. Die Multikollinearitätsprüfung wurde mittels des generalisierten Varianzinflationsfaktors (*Generalized Variance Inflation Factor, GVIF*) für alle zentrierten Prädiktoren durchgeführt. Keiner der Prädiktoren wies einen $GVIF^{(1/(2 \cdot Df))}$ -Wert ≥ 10 auf, was auf eine akzeptable Abwesenheit von schwerwiegender Multikollinearität hinweist (Fox & Monette, 1992; Valdés-Souto & Naranjo-Albarrán, 2021). Aufgrund der hohen internen Konsistenz des gesamten AQC-Fragebogens wurde von einer Exklusion der Subskala EOT, trotz unzureichender interner Konsistenz, abgesehen. Stattdessen wurde der Gesamtscore des AQC als Prädiktor in das LMM aufgenommen. Da altersbedingte Entwicklungsunterschiede einen potenziell konfundierenden Einfluss auf die Analysen haben können (Herba et al., 2006; Reitsema et al., 2022), wurde das Alter der Proband*innen als Kovariate in die Analysen aufgenommen. Zusätzlich wurde die besuchte Schulart als Kovariate in die Analyse integriert, da sich im Gruppenvergleich signifikante Gruppenunterschiede zeigten. Hierfür wurde die Kategorie „Andere“ aus der Analyse entfernt und die Schularten in eine hierarchische Reihenfolge gebracht. Um die Interpretierbarkeit der Ergebnisse zu verbessern, wurden die Werte der AV multipliziert, indem jeder personenspezifische Relevanzanteil der Cluster C1, C2 und C3 um den Faktor 100.000 skaliert wurde. Durch die Skalierung konnten die Beta- und Standardfehlerwerte in eine besser interpretierbare Größenordnung gebracht werden. Zunächst wurde ein vollständiges Modell inklusive aller Prädiktoren durchgeführt. Für eine genauere Analyse der Prädiktoren wurde im Anschluss eine Unterteilung des EKF-S+ in seine Subskalen vorgenommen und es fand eine Modelloptimierung statt, indem jene Variablen identifiziert und isoliert wurden, deren Beitrag zur Erklärung der Varianz im Modell minimal war. Nachdem die Modelloptimierung durch die Reduktion der Prädiktoren abgeschlossen war, ergab sich ein signifikanter Effekt des EKF-S. Basierend auf diesem Ergebnis wurde ein weiteres Modell berechnet, indem alle Subkomponenten der emotionalen Kompetenz (EKF-S & EKF-S+) berücksichtigt wurden und das Modell wurde ebenfalls durch eine Prädiktorenreduktion optimiert. Hierdurch sollte der

genaue Effekt jeder emotionalen Kompetenzkomponente auf die Emotionswahrnehmung identifiziert werden, um die exakten Einflussfaktoren zu bestimmen. Es erfolgte ein Modellvergleich anhand des Log-Likelihood Fit Index (LLFI), sowie mittels des Akaike-Informationskriteriums (AIC). Zur Vergleichsanalyse der Modelle wurde zusätzlich ein χ^2 -Test durchgeführt, um signifikante Unterschiede zwischen den Modellen zu überprüfen.

3.4 Zusammenfassung der angewandten Methodik

Die vorliegende Studie widmete sich der Untersuchung zweier essenzieller Aspekte der Emotionsverarbeitung. Zum einen wurde experimentell die Emotionswahrnehmung von jugendlichen Patient*innen mit NSSV im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe untersucht. Die Untersuchung erfolgte mittels der Bubble-Methode, welche die für die Emotionserkennung relevanten Gesichtsinformationen aus spezifischen Ortsfrequenzbereichen isoliert. Darüber hinaus wurde ein Machine-Learning-Verfahren angewandt, um Unterschiede in der Emotionswahrnehmung auf verschiedenen Ebenen zu identifizieren und folgend die aus den isolierten Informationen resultierenden gruppenspezifischen Muster der Emotionswahrnehmung zu untersuchen. Zum anderen wurden verschiedene Fragebogendaten zur Erfassung möglicher Einflussfaktoren komorbider Erkrankungen und abweichender Emotionsverarbeitungsprozesse erfasst und deren Relevanz für die Nutzung der jeweiligen Gesichtskluster zur Emotionswahrnehmung untersucht. Im folgenden Abschnitt werden die erzielten Ergebnisse präsentiert.

4. Ergebnisdarstellung

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Bubble-Studie präsentiert, beginnend mit der Stichprobenbeschreibung, gefolgt von der Darstellung der experimentellen Befunde und der diagnostischen Resultate.

4.1 Stichprobenbeschreibung

Insgesamt erteilten 98 Patient*innen mit NSSV aus dem ambulanten, stationären und teilstationären Versorgungsbereich der KJPP des Bezirkskrankenhauses Regensburg ihr Einverständnis zur Kontaktaufnahme durch das Forschungspersonal. 87,8 % der potenziellen Teilnehmer*innen konnten erfolgreich von den Versuchsleiterinnen kontaktiert werden und 60,1 % der kontaktierten Patient*innen willigten in die Studienteilnahme ein.

Insgesamt nahmen 98 Proband*innen an der Bubble-Studie teil, die sowohl der Patient*innen als auch der Kontrollgruppe angehörten. Zwei Proband*innen wurden aufgrund fehlender Teilnahme am Zweitermin ausgeschlossen, eine weitere Probandin entzog nachträglich ihr Einverständnis. Sechs weitere Proband*innen wurden aus der finalen Stichprobe ausgeschlossen, da ihre Performanz im Bubble-Experiment keine Analyse der für die Emotionserkennung relevanten Gesichtsmerkmale zuließ. Vier Proband*innen wurden aus der Studie ausgeschlossen, da sie die festgelegten Kriterien nicht erfüllten. Die endgültige Stichprobe umfasste $N = 85$ Proband*innen im Alter zwischen 12 und 19 Jahren. Die soziodemografischen Charakteristika der Gruppen können der Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2*Soziodemografische Charakteristika*

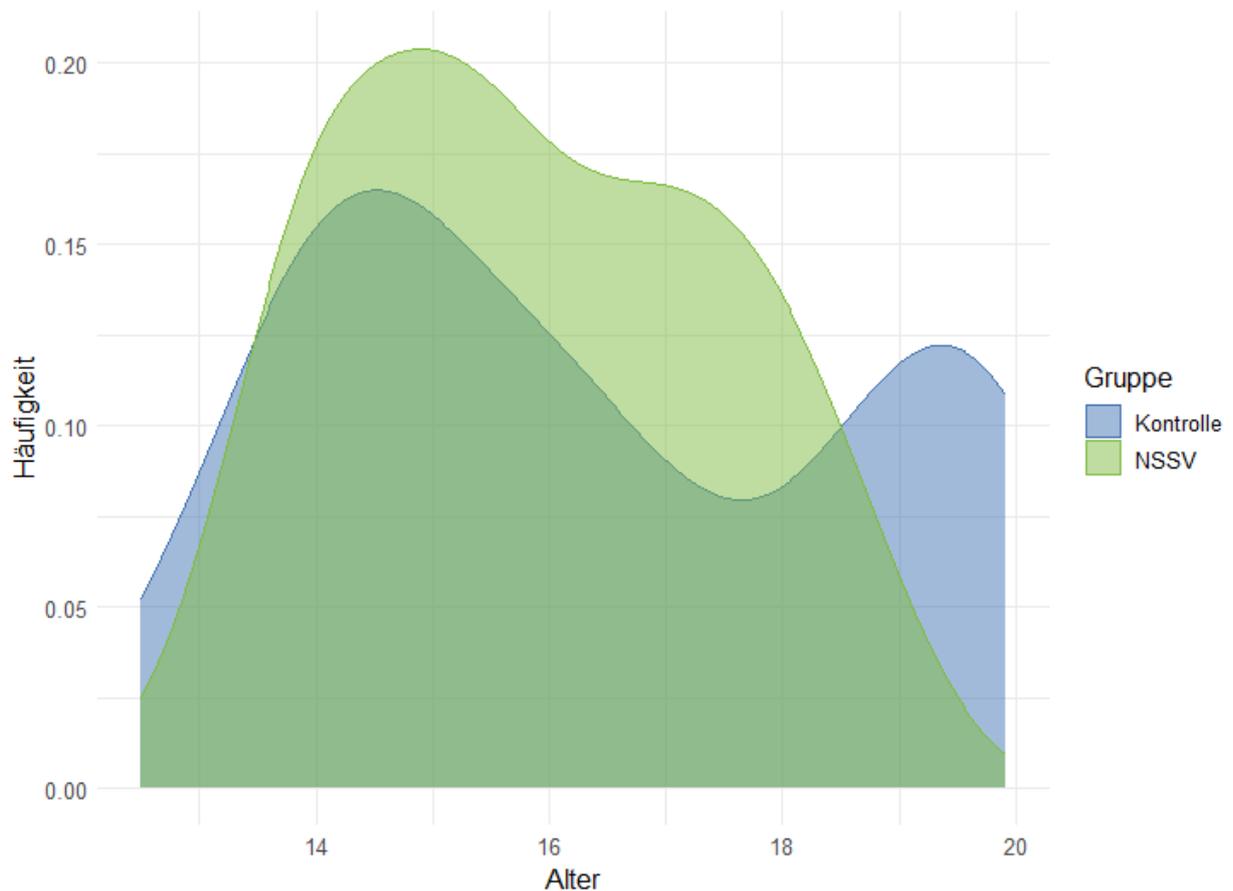
Gruppe	NSSV			Kontrolle		
	<i>N (%)</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N (%)</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Biologisches Geschlecht						
weiblich	42 (100)			43 (100)		
männlich	0 (0)			0 (0)		
Soziales Geschlecht						
weiblich	41 (97,6)			43 (100)		
männlich	1 (2,4)			0 (0)		
Alter	42 (100)	15,84	1,60	43 (100)	16,41	2,35
Schulart						
Mittelschule	5 (11,9)			0 (0)		
Realschule	16 (38,1)			9 (20,9)		
Gymnasium	17 (40,5)			18 (41,9)		
Ausbildung	1 (2,4)			0 (0)		
FOS/BOS	1 (2,4)			3 (7,0)		
Studium	1 (2,4)			13 (30,2)		
Andere	1 (2,4)			0 (0)		
Händigkeit						
rechtshändig	36 (85,7)			39 (90,7)		
linkshändig	5 (11,9)			4 (9,3)		
beidhändig	1 (2,4)			0 (0)		

Um die Vergleichbarkeit der Gruppen sicherzustellen, wurden die Altersdifferenzen und die Unterschiede in der besuchten Schulart zwischen den beiden Gruppen analysiert. Hierbei identifizierte ein Levene's Test für Varianzhomogenität eine signifikante Varianzungleichheit in der Altersvariable zwischen den Gruppen ($F(1,83) = 8,71$, $p = ,004$). Ein Shapiro-Wilk-Test zeigte, dass das Alter keiner Normalverteilung folgte ($W = 0,94$, $p < ,001$). Folgend konnte mithilfe eines Mann-Whitney-U-Test keine signifikanten Altersunterschiede zwischen den Gruppen ($U = 809,00$, $p = ,409$, $r = ,09$) identifiziert werden. Aufgrund dieser Ergebnisse wurden zwei einseitige t-Test (*two*

one sided tests, TOST) zur Äquivalenzbestimmung durchgeführt. Der TOST t-Test konnte bei einem $\alpha = ,05$ keine Äquivalenz zwischen den Gruppen nachweisen ($t(74,18) = 3,56$, $p < ,001$, für den unteren Grenzwert; $t(74,18) = -1,06$, $p = ,148$, für den oberen Grenzwert). Eine grafische Darstellung der Altersverteilung auf Jahre und Monate gerechnet, kann Abbildung 8 entnommen werden.

Abbildung 8

Altersverteilung nach Gruppenzugehörigkeit



Um etwaige Unterschiede in Bezug auf die besuchte Schulart zwischen den Gruppen zu untersuchen, wurde zunächst ein χ^2 -Test zwischen der Gruppenzugehörigkeit und der besuchten Schulart durchgeführt. Da in der Analyse acht Zellen eine erwartete Zellhäufigkeit < 5 aufwiesen, wurde daraufhin der exakte Test nach Fischer angewendet. Das Ergebnis von Fischer's exaktem Test ($p < ,001$) zeigte einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Gruppenzugehörigkeit und der besuchten Schulart. Parallel dazu wurde bezüglich der Händigkeit ein χ^2 -Test durchgeführt, bei dem ebenfalls in vier Zellen eine erwartete Zellhäufigkeit < 5 festgestellt wurde. Daraufhin wurde der exakte Test nach Fischer angewandt. Dieser identifizierte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Gruppenzugehörigkeit und der Händigkeit ($p = ,607$).

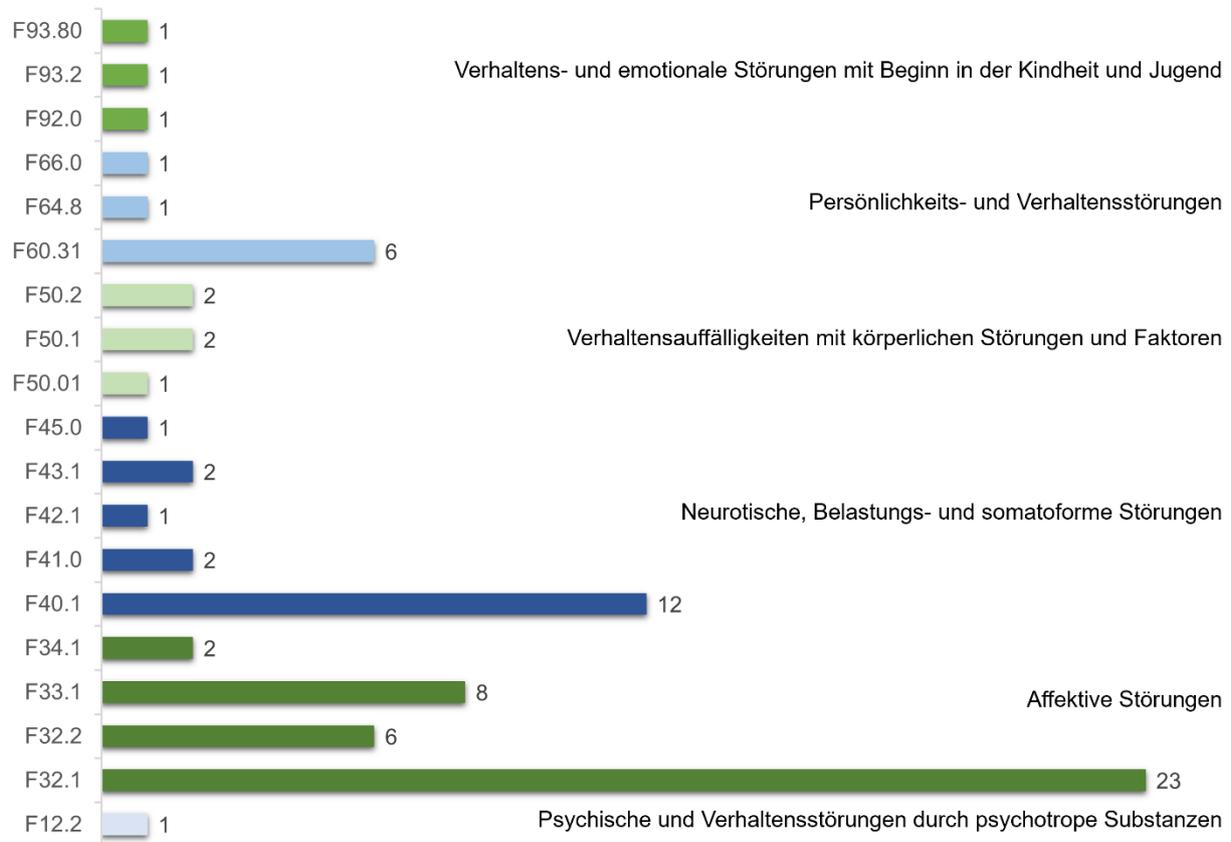
Um Einflüsse durch Wahrnehmungseinschränkungen im Bubble-Experiment zu verhindern, wurden die Gruppen hinsichtlich ihrer Sehfähigkeit untersucht. Zwei Proband*innen wiesen im FrACT₁₀ eine leichte Beeinträchtigung ihrer Sehkraft auf, die übrigen Proband*innen hatten, unter Berücksichtigung von korrigierter Sehfähigkeit (Kontaktlinsen oder Brille), eine Sehkraft von ≥ 100 %. Die Gruppen (NSSV: $M = 0,16$, $SD = 0,13$; Kontrolle: $M = 0,10$, $SD = 0,16$) unterschieden sich nicht signifikant in ihrer Sehfähigkeit ($t(79,80) = -1,90$, $p = ,061$).

4.1.1 Patient*innencharakteristika

Die Proband*innen der Patient*innengruppe wurden mit bis zu drei Begleiterkrankungen diagnostiziert, vornehmlich von affektiver oder phobischer Art. Eine genaue Aufschlüsselung der gesicherten Diagnosen ist Abbildung 9 zu entnehmen.

Abbildung 9

Diagnosen der Patient*innengruppe nach ICD-10 Kriterien

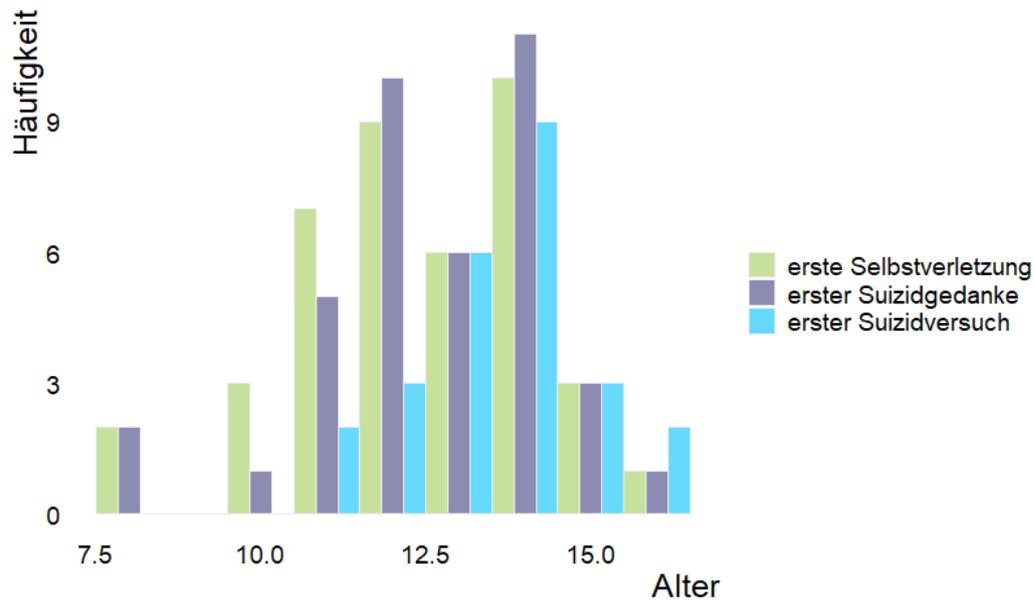


Anmerkung. Die Diagnosestellung fand unter Abgleich der M.I.N.I KID Diagnosen und der klinikinternen Expertendiagnosen statt. Patient*innen konnten mehrere Diagnosen erhalten und es wurde nicht zwischen Haupt- und Nebendiagnosen differenziert.

Das Durchschnittsalter der Patient*innen bei der ersten Selbstverletzung betrug 12,44 Jahre ($SD = 1,82$) und die ersten Suizidgedanken traten durchschnittlich im Alter von 12,48 Jahren ($SD = 2,12$) auf. Ein Ausreißer wurde aus der Variable „erster Suizidgedanke“ entnommen. Den ersten Suizidversuch unternahmen die Patient*innen durchschnittlich im Alter von 13,56 Jahren ($SD = 1,33$). Eine grafische Darstellung des Erstauftrettsalter von suizidalem und NSSV in der Patient*innengruppe ist Abbildung 10 zu entnehmen. Die Anzahl an suizidalen und selbstverletzenden Verhaltensweisen über die Lebensspanne ist in Abbildung 11 illustriert. Für die in Abbildung 11 durchgeführte Analyse wurden drei Ausreißer aus den Variablen „Suizidgedanken Lebenszeit“ und „NSSV Gedanken Lebenszeit“, ein Ausreißer aus der Variable „Suizidversuche Lebenszeit“ und drei Ausreißer aus der Variable „NSSV Lebenszeit“ entfernt.

Abbildung 10

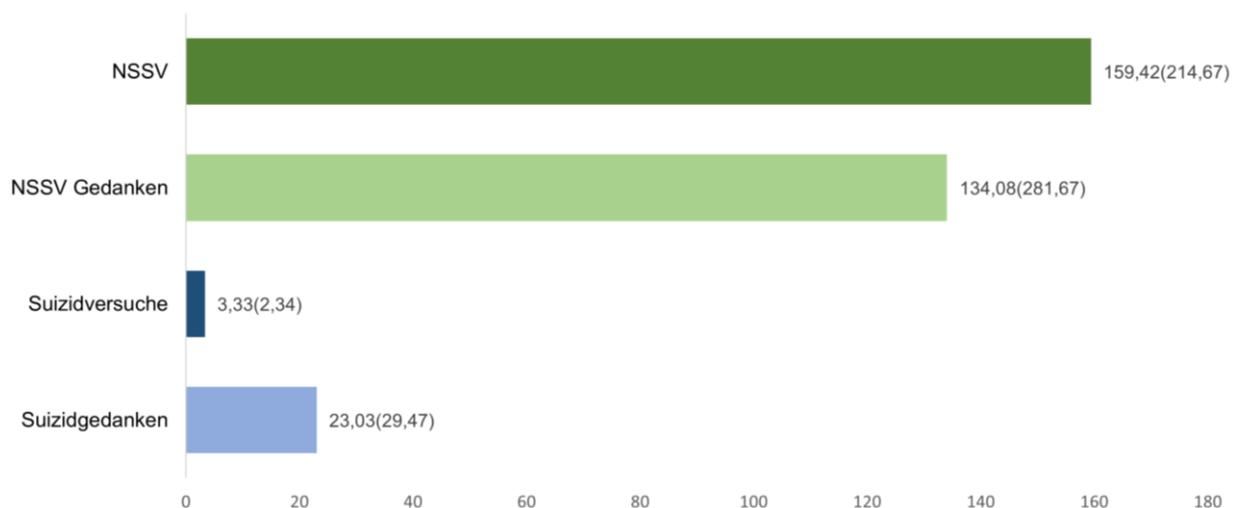
Erstauftretsalter von NSSV, Suizidgedanken und erstem Suizidversuch



Anmerkung. NSSV: $N = 41$, Suizidgedanken: $N = 39$, Suizidversuch: $N = 25$

Abbildung 11

Anzahl suizidaler und selbstverletzender Verhaltensweisen über die Lebenszeit



Anmerkung. NSSV-Variablen: $N = 37$, Suizidgedanken: $N = 37$, Suizidversuch: $N = 25$. Nummerierungen entsprechen Mittelwerten und Standardabweichungen.

4.2 Hypothesengeleitete Ergebnisdarstellung

Die Proband*innen durchliefen durchschnittlich 19,29 Blöcke im Bubble-Experiment (19,48 Durchgänge in dem traurigen und 19,11 Durchgänge in dem fröhlichen Experimententeil). Die Experimentalgruppe unterschied sich dabei nicht in der Anzahl der durchlaufenen Blöcke von der Kontrollgruppe (traurige Bedingung: $t(83) = 0,83$, $p = ,411$; fröhliche Bedingung: $t(83) = 1,74$, $p = ,086$).

Um die Vergleichbarkeit der im Bubble-Experiment generierten Patienten- und Kontrolldatensätze für die Bildklassifikation zu gewährleisten, wurde die Anzahl der benötigten Bubbles auf der ersten Ortsfrequenzskala für die Emotionserkennung zwischen den Gruppen, den Emotionen und der Valenz verglichen. Eine höhere Anzahl an Bubbles auf dieser Skala deutet auf eine erhöhte Anzahl inkorrektur Antworten hin, was aufgrund der adaptiven Schwellenwertbestimmung zu mehr freigelegten Gesichtsbereichen führt, die für die Emotionswahrnehmung zur Verfügung gestellt werden. Dies könnte einen konfundierenden Einfluss auf den Vergleich der Modelle haben und die Interpretation der Ergebnisse beeinflussen, weshalb hierfür statistisch kontrolliert wurde.

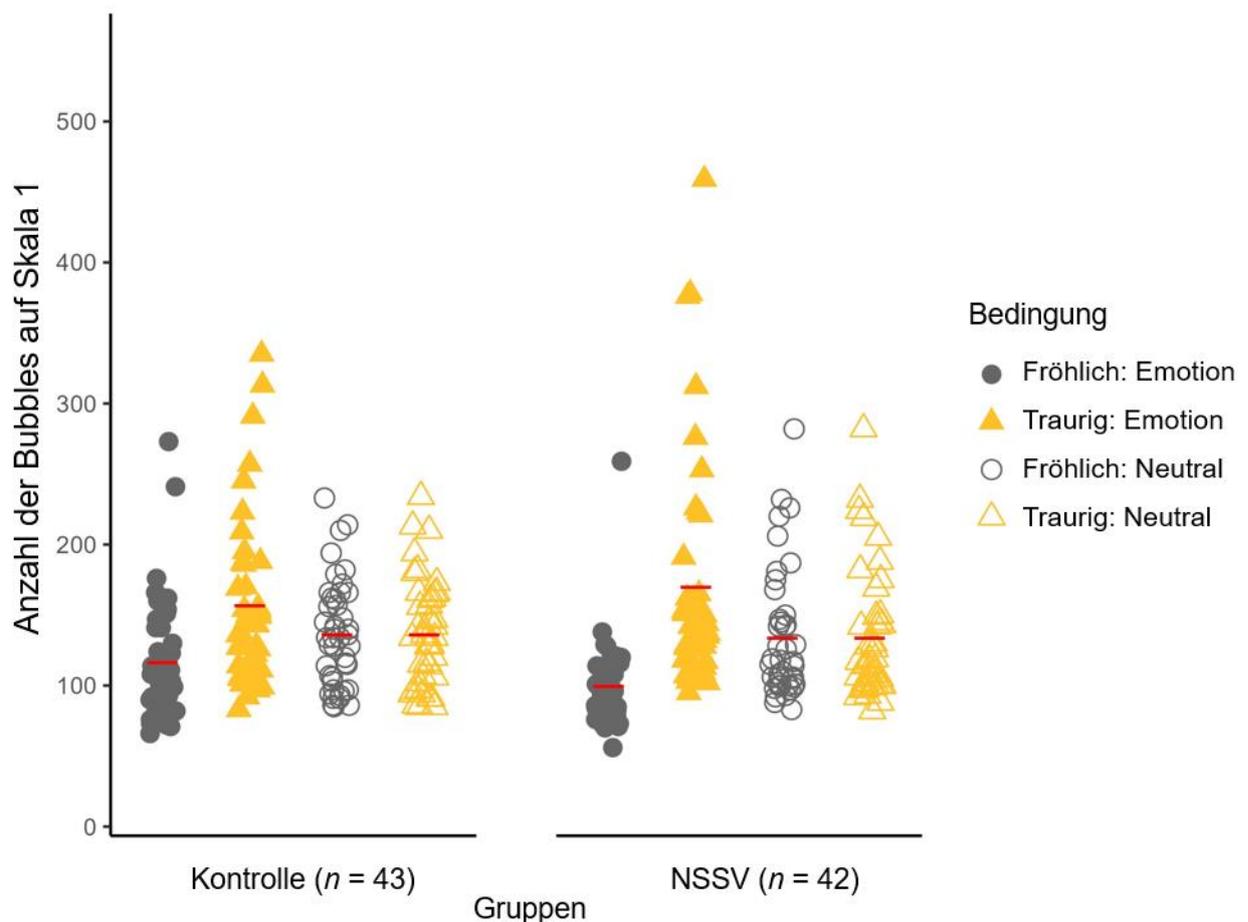
Es konnte kein signifikanter Einfluss der Gruppe auf die Anzahl der Bubbles identifiziert werden ($F(1,83) = 0,06$, $p = ,802$, $\eta^2G < ,001$), wodurch sich die Größe der freigelegten Gesichtsregionen innerhalb der Datensätze des NSSV- und Kontroll-Modells nicht signifikant voneinander unterschieden. Zudem unterschieden sich die freigelegten Ortsfrequenzinformationen nicht zwischen den emotionalen und neutralen Gesichtsausdrücken (Valenz: $F(1,83) = 2,45$, $p = ,121$, $\eta^2G < ,001$). Es konnte jedoch ein signifikanter Effekt der Emotion auf die Anzahl der Bubbles ($F(1,83) = 44,75$, $p < ,001$, $\eta^2G = ,072$) identifiziert werden, wobei die Proband*innen im Allgemeinen mehr Bubbles benötigten, um traurige Gesichtsausdrücke im Vergleich zu fröhlichen zu erkennen. Aufgrund der fehlenden Interaktion der Emotionsvariable mit der Gruppenvariable ($F(1, 83) = 3,39$, $p = ,069$, $\eta^2G = ,006$) beeinflusst dieser Effekt den Vergleich des NSSV- und Kontroll-Modells im CNN nicht. Auch der Interaktionseffekt von Gruppe und Valenz ($F(1, 83) = 0,71$, $p = ,400$, $\eta^2G < ,001$) blieb ohne Signifikanz.

Jedoch konnte eine signifikante Interaktion zwischen Emotion und Valenz ($F(1, 83) = 44,46$, $p < ,001$, $\eta^2G = ,072$) identifiziert werden, wobei alle Proband*innen mehr Bubbles benötigten um neutrale Gesichtsausdrücke im Vergleich zu fröhlichen

Gesichtsausdrücken korrekt zu identifizieren und weniger Bubbles um neutrale Gesichtsausdrücke im Vergleich zu traurigen Gesichtsausdrücken korrekt zu identifizieren. Aufgrund der fehlenden Dreifachinteraktion von Gruppe, Emotion und Valenz ($F(1,83) = 3,38, p = ,070, \eta^2G = ,006$) unterscheiden sich die Datensätze nicht gruppenspezifisch, wodurch repräsentative und unverzerrte Datensätze in das Modelltraining der NSSV- und Kontroll-Modelle einfließen. Eine grafische Darstellung der von den Proband*innen benötigten Bubbles zur Emotionserkennung ist der Abbildung 12 zu entnehmen.

Abbildung 12

Gruppenunterschiede in der benötigten Bubbleanzahl zur Emotionserkennung



Anmerkung. Die Grafik zeigt die Anzahl der freigelegten Ortsfrequenzbereiche (Bubbles) der Gesichtsstimuli auf Skala 1 nach der individuellen Schwellenwertschätzung für jede Versuchsperson und Bedingung. Es werden die zwei Bedingungen: "Fröhlich" und "Traurig" dargestellt. Innerhalb der "Fröhlich"-Bedingung werden sowohl fröhliche (Emotion) als auch neutrale Gesichtsausdrücke betrachtet. In der "Traurig"-Bedingung werden entsprechend traurige (Emotion) und neutrale Gesichtsausdrücke visualisiert.

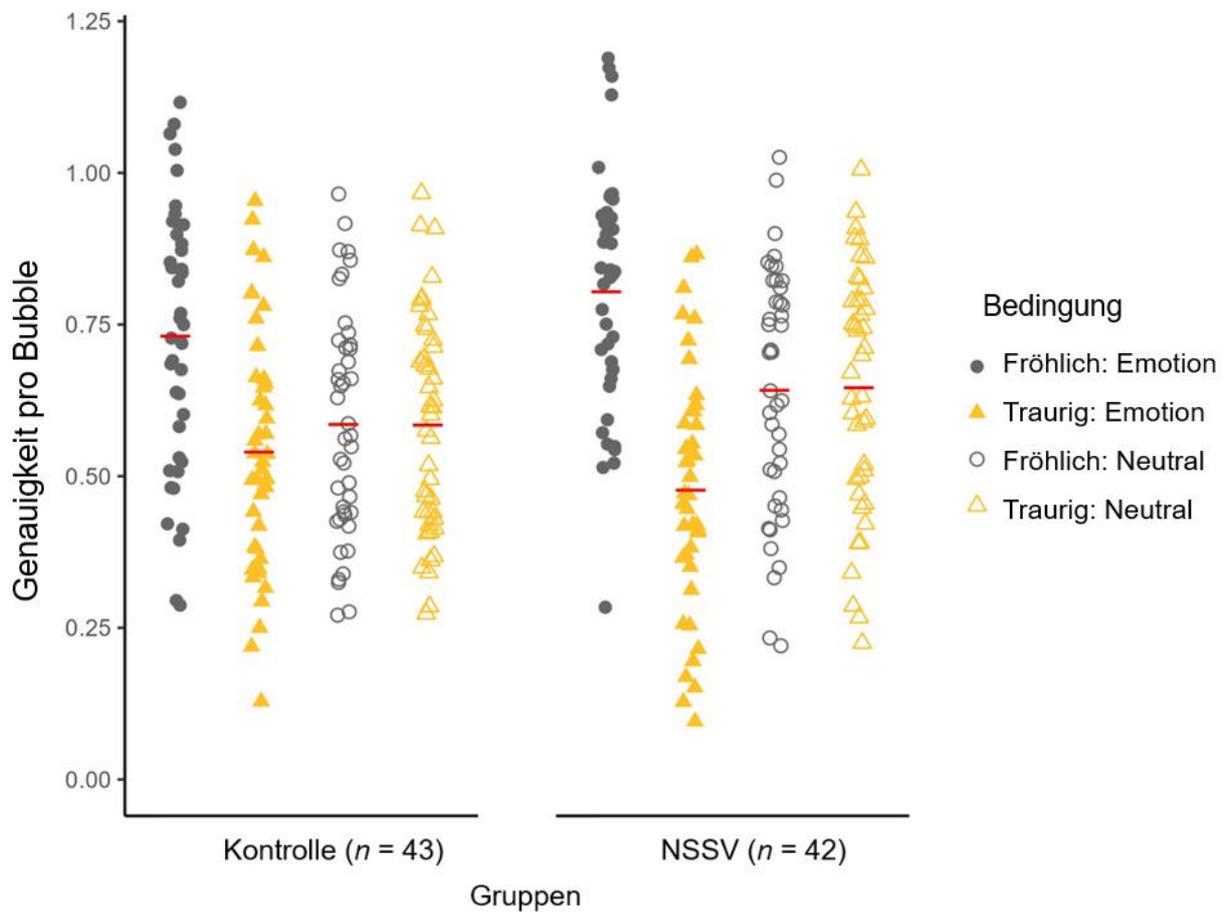
Um zu untersuchen, wie effizient die Bubbles von den Proband*innen zur Emotionsklassifikation genutzt wurden, wurde zusätzlich der Einfluss der Bubbleanzahl auf die Antwortgenauigkeit ermittelt. Unterschiede in der effizienten Nutzung der Ortsfrequenzinformationen, bei vergleichbarem Stimulusmaterial, deuten dabei auf Gruppenunterschiede in der Emotionswahrnehmung hin. Hierbei konnte kein signifikanter Gruppenunterschied in der Effizienz ($F(1,83) = 0,71, p = ,401, \eta^2G = ,006$) identifiziert werden, was bedeutet, dass die Gruppen die Ortsfrequenzinformationen der ersten Ortsfrequenzskala grundsätzlich nicht unterschiedlich effizient nutzten. Es zeigte sich jedoch ein signifikanter Effekt der Valenz ($F(1,83) = 4,15, p = ,045, \eta^2G = ,006$) und der Emotion auf die Effizienz ($F(1,83) = 140,52, p < ,001, \eta^2G = ,102$), wobei alle Proband*innen die präsentierten Gesichtsinformationen bei fröhlichen Gesichtsausdrücken effizienter verarbeiten als bei traurigen, und die Informationen bei emotionalen Ausdrücken effizienter nutzten als bei neutralen Gesichtsausdrücken.

Es konnte zudem kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen der Gruppe und Valenz ($F(1,83) = 3,33, p = ,072, \eta^2G = ,005$) identifiziert werden, wodurch die Gruppen die freigelegten Ortsfrequenzinformationen im Allgemeinen nicht unterschiedlich effektiv nutzten. Jedoch zeigte sich ein signifikanter Interaktionseffekt von Gruppe und Emotion ($F(1,83) = 8,10, p = ,006, \eta^2G = ,007$), wobei die Kontrollgruppe die Bubbles effizienter zur Emotionserkennung trauriger Emotionen nutzte als die Patient*innengruppe und umgekehrt die Patient*innengruppe die Bubbles bei fröhlichen Emotionen. Des Weiteren zeigte sich eine Interaktion von Emotion und Valenz ($F(1,83) = 113,33, p < ,001, \eta^2G = ,104$). Hierbei nutzten alle Proband*innen die freigelegten Bubbles für die Klassifikation fröhlicher Gesichter im Vergleich zu neutralen Gesichtsausdrücken effizienter, als die freigelegten Bubbles für die Klassifikation trauriger Gesichter im Vergleich zu den neutralen Gesichtsausdrücken.

Letztlich konnte eine Dreifachinteraktion zwischen der Gruppe, der Emotion und der Valenz identifiziert werden ($F(1,83) = 7,67, p = ,007, \eta^2G = ,008$). Dabei zeigte sich, dass die Patient*innengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe die Bubbles bei traurigen Gesichtsausdrücken weniger effektiv zur Differenzierung von emotionalen und neutralen Gesichtsausdrücken nutzte, während sie im Vergleich die Bubbles der fröhlichen Bedingung effizienter verwendete. Die Abbildung 13 illustriert den Effizienzvergleich im Antwortverhalten zwischen den Gruppen und den Bedingungen.

Abbildung 13

Antwortgenauigkeit in Abhängigkeit von der Bubbleanzahl auf Skala 1



Anmerkung. Die Grafik zeigt die individuelle Antwortgenauigkeit jeder Versuchsperson in Abhängigkeit von der durch die Schwellenwertbestimmung identifizierten Bubbleanzahl auf Skala 1. Es werden die zwei Bedingungen: "Fröhlich" und "Traurig" dargestellt. Innerhalb der "Fröhlich"-Bedingung werden sowohl fröhliche (Emotion) als auch neutrale Gesichtsausdrücke betrachtet. In der "Traurig"-Bedingung werden entsprechend traurige (Emotion) und neutrale Gesichtsausdrücke visualisiert.

4.2.1 Hypothese 1 – *Image Classifier*

In der explorativen Hypothese 1 wurde untersucht, ob die Modellgenauigkeit eines *Image Classifier*s bei der Klassifikation von emotionalen Gesichtsausdrücken von der Gruppenzugehörigkeit, der gezeigten Emotion (fröhlich oder traurig) sowie der emotionalen Valenz (emotional oder neutral) der gezeigten Gesichtsausdrücke abhängt.

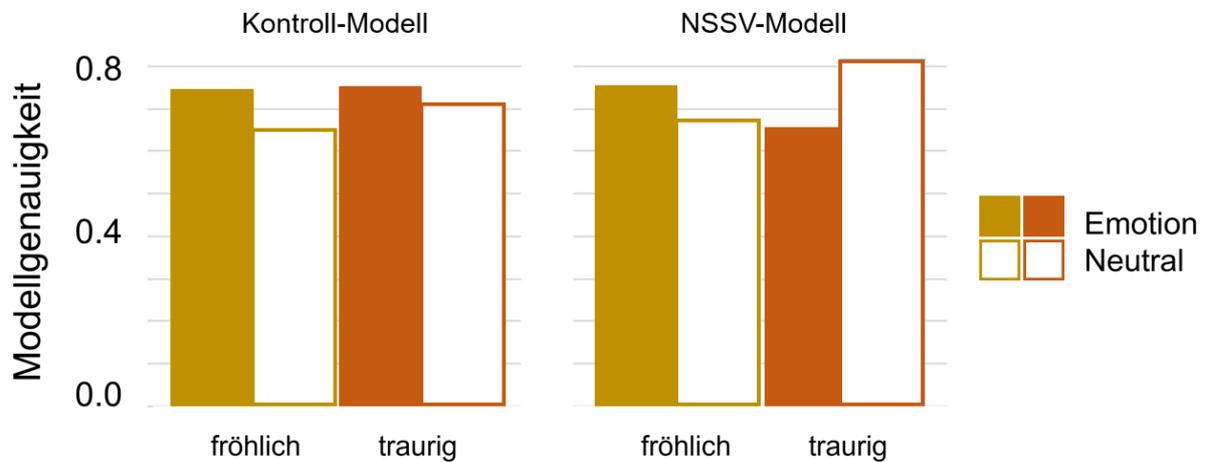
Insgesamt gingen über 33.000 Durchgänge mit korrekt klassifizierten Composite-Bildern pro Gruppe und Valenz in das Modelltraining des *Image Classifiers* ein. Die Analysen zeigten einen signifikanten Effekt des Modells (Hypothese 1.1: $F(1,41) = 7,95$, $p = ,007$, $\eta^2G = ,004$) sowie der Emotion (Hypothese 1.2: $F(1,41) = 312,65$, $p < ,001$, $\eta^2G = ,347$) auf die Antwortgenauigkeit. Es konnte jedoch kein signifikanter Effekt der Valenz (Hypothese 1.3: $F(1,41) = 0,00$, $p = ,979$, $\eta^2G = ,000$) identifiziert werden. Zudem unterschieden sich die Composite-Bilder der Testdatensätze nicht zwischen den Gruppen (Gruppensatz: $F(1,41) = 0,77$, $p = ,387$, $\eta^2G = ,003$).

Bezüglich der Interaktionseffekte (Hypothese 1.4) zeigten sich signifikante Interaktionen zwischen dem Modell und der Emotion ($F(1,41) = 23,25$, $p < ,001$, $\eta^2G = ,015$), wobei traurige Emotionen von dem NSSV-Modell im Vergleich zum Kontroll-Modell weniger akkurat identifiziert werden konnten. Zudem konnte ein Interaktionseffekt zwischen dem Modell und der Valenz ($F(1,41) = 704,87$, $p < ,001$, $\eta^2G = ,536$) identifiziert werden, wobei das NSSV-Modell neutrale Gesichtsausdrücke im Vergleich zu dem Kontroll-Modell akkurater klassifizierte. Darüber hinaus zeigte sich ein Interaktionseffekt zwischen der Emotion und der Valenz ($F(1,41) = 206,00$, $p < ,001$, $\eta^2G = ,526$), wobei neutrale Gesichtsausdrücke grundsätzlich akkurater identifiziert werden konnten, wenn sie mit traurigen Gesichtsausdrücken präsentiert wurden und inakkurater, wenn sie mit fröhlichen verglichen wurden. Es konnten weder Interaktionseffekte zwischen dem Gruppensatz und dem Modell ($F(1,41) = 0,07$, $p = ,795$, $\eta^2G < ,001$), noch dem Gruppensatz und der Valenz ($F(1,41) = 0,21$, $p = ,650$, $\eta^2G = ,002$) oder dem Gruppensatz und der Emotion ($F(1,41) = 0,82$, $p = ,371$, $\eta^2G = ,001$) identifiziert werden, wodurch keine konfundierenden Einflüsse durch die gruppenspezifischen Composite-Bilder existierten.

Dreifachinteraktionen zeigten sich ausschließlich zwischen dem Modell, der Emotion und der Valenz ($F(1,41) = 213,12$, $p < ,001$, $\eta^2G = ,295$), wobei nur das NSSV-Modell schlechter darin war, traurige Emotionen zu identifizieren, wenn sie im Vergleich zu neutralen Gesichtsausdrücken präsentiert wurden. Alle potenziell konfundierenden Interaktionseffekte blieben ohne Signifikanz (Modell x Valenz x Gruppensatz: $F(1,41) = 0,05$, $p = ,821$, $\eta^2G < ,001$; Modell x Emotion x Gruppensatz: $F(1,41) = 0,46$, $p = ,502$, $\eta^2G < ,001$; Valenz x Emotion x Gruppensatz: $F(1,41) = 1,01$, $p = ,322$, $\eta^2G = ,005$). Eine Vierfachinteraktion konnte nicht identifiziert werden ($F(1,41) = 0,35$, $p = ,558$, $\eta^2G < ,001$). Die Modellgenauigkeit aller ResNet50-Modelle ist in Abbildung 14 abgebildet.

Abbildung 14

Grafischer Vergleich der Modellgenauigkeit zur Emotionswahrnehmung



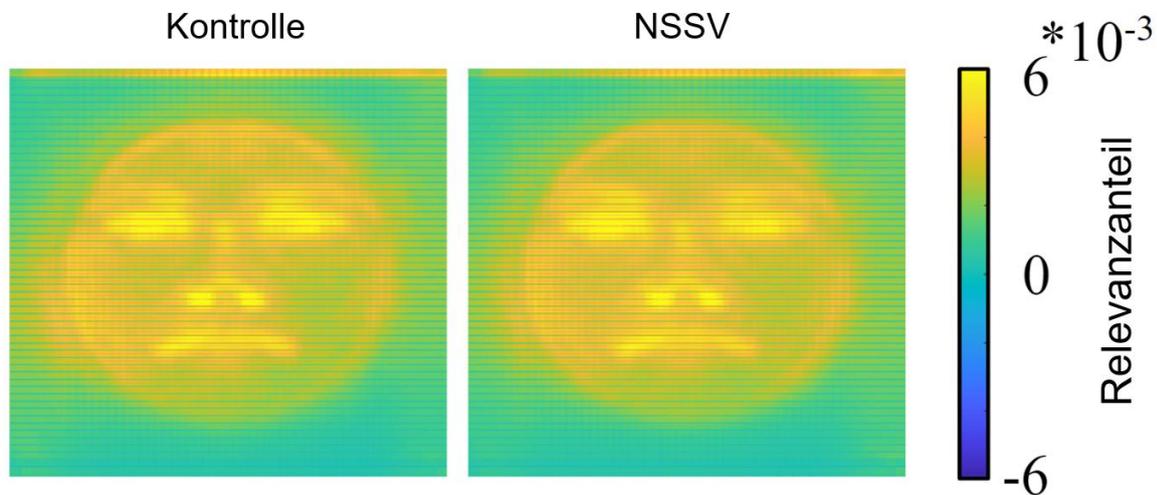
Anmerkung. fröhlich & traurig entsprechen den Bedingungen; Emotion in der fröhlichen Bedingung entspricht fröhlich, Emotion in der traurigen Bedingung entspricht traurig.

4.2.2 Hypothese 2 – *Layer-wise Relevance Propagation*

Hypothese 2 befasste sich mit der Fragestellung, welche Gesichtsinformationen von den jeweiligen Gruppen bei einer voneinander abweichenden Emotionswahrnehmung genutzt werden. Für die Analyse der *Layer-wise Relevance Propagation* wurden die Submodelle der traurigen Bedingung ausgewählt, da sich diesbezüglich die deutlichsten Unterschiede zwischen den Gruppen-Modellen in der Modellgenauigkeit zeigten. Hierbei wurden für alle Proband*innen, die nicht für das Modelltraining einbezogen wurden, individuelle LRP-Bilder für beide Submodelle generiert und somit die relevanten Pixel für die korrekte Emotionsklassifikation identifiziert. Die Abbildung 15 zeigt den Relevanzanteil jedes Pixels zur korrekten Klassifikation der traurigen Gesichtsausdrücke äquivalent für beide Gruppen.

Abbildung 15

Relevanzanteil jedes Pixels zur Klassifikation trauriger Gesichtsausdrücke



Anmerkung. Relevanzanteile wurden über die Proband*innen hinweg gemittelt. Gelbe Pixel entsprechen höheren Relevanzanteilen für die Klassifikation der traurigen Gesichtsausdrücke. Grüne und bläuliche Pixel besitzen geringere Relevanz zur Identifikation der traurigen Emotion.

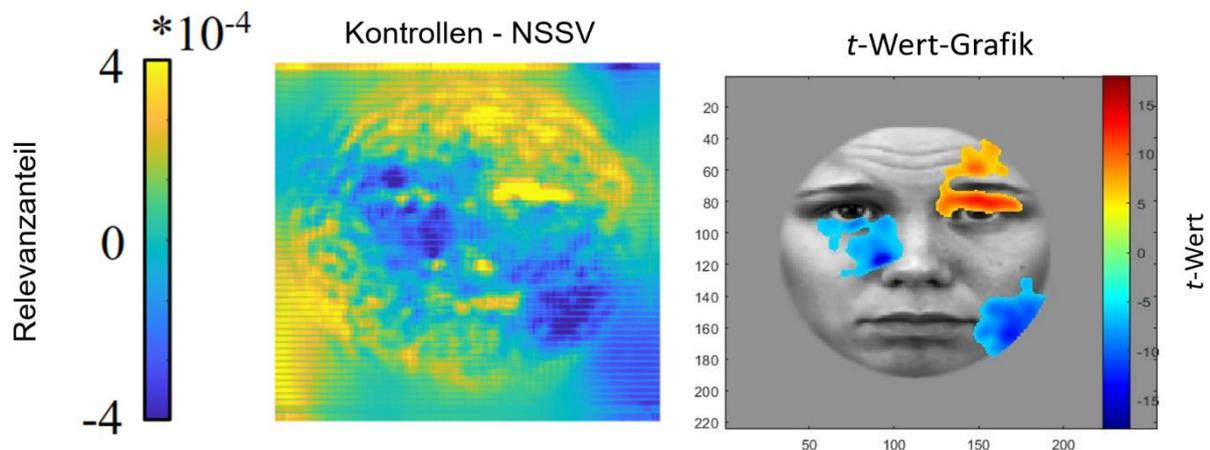
Die unscharfen Gesichtskonturen in Abbildung 15 resultierten aus den geringfügigen Anpassungen des Stimulusmaterials mittels Data-Augmentationstechniken, wie beispielsweise Bildvergrößerungen oder -translationen, welche im Rahmen der Datenvervielfältigung für eine Trainingsoptimierung der ResNet50-Modelle vorgenommen wurden. Diese Pixelzuordnung entspricht tatsächlichen Relevanzanteilen für die Emotionserkennung und stellt keine methodische Fehlklassifikation dar.

Mittels Permutationstests konnten drei signifikante Cluster identifiziert werden, in denen sich die Relevanzanteile für die korrekte Klassifikation der traurigen Gesichtsausdrücke zwischen dem NSSV-Submodell und dem Kontroll-Submodell unterscheiden. C1 ist ein positives Pixel-Cluster mit 1167 Pixel im Bereich der linken Stirnregion und Augenpartie ($p = ,009$). C2 ist ein negatives Pixel-Cluster mit 1110 Pixel im Bereich des rechten unteren Augenlids und des Musculus nasalis ($p = ,037$). C3 entspricht einem negativen Pixel-Cluster mit 1090 Pixel im Bereich des linken Musculus depressor anguli oris ($p = ,044$). In Abbildung 16 werden die Differenzkarte und die t-Wert-Grafik der abhängigen t-Tests präsentiert, welche die Unterschiede in den Relevanzanteilen zwischen dem NSSV- und dem Kontroll-Submodell zur Klassifikation trauriger Gesichtsausdrücke darstellt. Die farbliche Kodierung der Differenzkarte wurden durch Subtraktion der relevanten Pixel des NSSV-Submodells von den relevanten Pixel des Kontroll-Submodells erzeugt. Aus der Differenzkarte wird ersichtlich, dass

die zentralen Gesichtsregionen von Auge, Nase und Mund vornehmlich von dem Kontroll-Modell zur Emotionsklassifikation verwendet wurden, während angrenzende Bereiche vermehrt von dem NSSV-Modell zur Emotionsklassifikation genutzt wurden.

Abbildung 16

Clustergenerierung in der LRP-Analyse: Differenzkarte und t-Wert-Grafik



Anmerkung. Ergebnisse des abhängigen t-Tests pro Pixel, $p < ,05$, Bonferroni-korrigiert. Blaue Pixel werden von den Patient*innen im Vergleich zu den Kontrollproband*innen vermehrt zur Klassifikation trauriger Gesichtsausdrücke verwendet. Gelbe und rote Pixel werden im Vergleich vermehrt von den Kontrollproband*innen zur Klassifikation trauriger Gesichtsausdrücke verwendet.

4.2.3 Hypothese 3 – Fragebögen

Die Hypothese 3 befasst sich mit den Gruppenunterschieden in den Fragebogendaten. Die Patient*innengruppe sollte dabei signifikant höhere Werte in der Ausprägung der BPD-Symptomatik (Hypothese 3.1), Depressionssymptomatik (Hypothese 3.2), Dissoziationssymptomatik (Hypothese 3.3) und Alexithymiesymptomatik (Hypothese 3.4) aufweisen. Zudem sollten sie vermehrt Schwierigkeiten in der Emotionsregulation (Hypothese 3.6) und erhöhte emotionale Reaktivität (Hypothese 3.7) zeigen. Letztlich sollten sie im Vergleich zur Kontrollgruppe eine reduzierte emotionale Kompetenz aufweisen (Hypothese 3.5). Sämtliche Hypothesen konnten diesbezüglich bestätigt werden. Die Ergebnisse der Teststatistik werden in Tabelle 3 aufgeführt und zeigen die signifikanten Gruppenunterschiede in den Haupt- und Subskalen aller Fragebögen.

Tabelle 3

Gruppenunterschiede in den Fragebogendaten

	NSSV		Kontrolle		Teststatistik	p	Effektstärke
	n	M (SD)	n	M (SD)			
ERS Gesamtscore	41	50,78 (18,63)	43	24,10 (14,60)	-7,34 ¹	< ,001 ^{***}	1,60 ³
ERS Sensitivität		24,83 (8,79)		12,31 (7,77)	-6,92 ¹	< ,001 ^{***}	1,51 ³
ERS Intensität		16,18 (7,19)		7,49 (5,20)	-6,32 ¹	< ,001 ^{***}	2,60 ³
ERS Persistenz		9,78 (3,71)		4,26 (3,21)	-7,31 ¹	< ,001 ^{***}	1,59 ³
DERS Gesamtscore	41	129,33 (19,65)	43	68,96 (20,73)	46,00 ²	< ,001 ^{***}	0,82 ⁴
DERS Subskala K		18,68 (4,73)		9,65 (3,63)	142,50 ²	< ,001 ^{***}	0,72 ⁴
DERS Subskala A		20,59 (4,13)		13,60 (4,67)	244,00 ²	< ,001 ^{***}	0,62 ⁴
DERS Subskala I		19,00 (6,02)		9,26 (2,91)	131,50 ²	< ,001 ^{***}	0,73 ⁴
DERS Subskala N		20,63 (5,98)		10,09 (3,93)	13900 ²	< ,001 ^{***}	0,73 ⁴
DERS Subskala V		19,71 (3,76)		12,00 (4,72)	195,00 ²	< ,001 ^{***}	0,67 ⁴
DERS Subskala E		30,73 (6,08)		14,35 (6,60)	100,50 ²	< ,001 ^{***}	0,69 ⁴
AQC Gesamtscore	42	1,19 (0,28)	43	0,53 (0,32)	137,00 ²	< ,001 ^{***}	0,74 ⁴
AQC Subskala DIF		1,35 (0,46)		0,43 (0,44)	185,00 ²	< ,001 ^{***}	0,69 ⁴
AQC Subskala DDF		1,62 (0,39)		0,55 (0,50)	117,50 ²	< ,001 ^{***}	0,76 ⁴
AQC Subskala EOT		0,78 (0,31)		0,59 (0,34)	-2,67 ¹	,009 ^{**}	0,58 ³
EKF-S Gesamtscore	41	2,63 (0,38)	43	3,68 (0,56)	131,00 ²	< ,001 ^{***}	0,73 ⁴
EKF-S Subskala EE		2,29 (0,55)		3,85 (0,71)	95,50 ²	< ,001 ^{***}	0,77 ⁴
EKF-S Subskala EA		3,63 (0,68)		3,93 (0,67)	2,06 ¹	,043 [*]	1,93 ³
EKF-S Subskala RK		2,66 (0,55)		3,62 (0,59)	7,74 ¹	< ,001 ^{***}	1,68 ³
EKF-S Subskala EX		1,94 (0,34)		3,34 (0,85)	8,49 ¹	< ,001 ^{***}	2,14 ³
EKF-S+ Gesamtscore	40	3,38 (0,51)	43	3,84 (0,51)	4,09 ¹	< ,001 ^{***}	0,90 ³
EKF-S+ Subskala RA		3,28 (0,64)		3,62 (0,50)	2,70 ¹	,008 ^{**}	0,59 ³
EKF-S+ Subskala EU		3,48 (0,59)		4,09 (0,60)	367,50 ²	< ,001 ^{***}	0,49 ⁴
BDI-II Gesamtscore	42	35,69 (10,92)	43	4,93 (5,61)	18,00 ²	< ,001 ^{***}	0,84 ⁴
SKID II Gesamtscore	42	10,25 (4,62)	43	0,33 (0,64)	0,00 ²	< ,001 ^{***}	0,89 ⁴
SDE-J Gesamtscore	38	4,41 (2,62)	41	0,97 (1,00)	95,50 ²	< ,001 ^{***}	0,75 ⁴

Anmerkungen. ¹ t-Test, ² Mann-Whitney-U Test, ³ Hedge's *g*, ⁴ Person's *r*, K = Mangel an emotionaler Klarheit, A = Mangel an emotionaler Aufmerksamkeit, I = Impulskontrollprobleme, N = Nicht-Akzeptanz emotionaler Reaktionen, V = Probleme mit zielorientiertem Verhalten, E = eingeschränkter Zugang zu Emotionsregulationsstrategien, DIF = Schwierigkeiten Emotionen zu identifizieren, DDF = Schwierigkeiten Emotionen zu beschreiben, EOT = External orientiertes Denken, EE = Erkennen eigener Emotionen, EA = Erkennen von Emotionen bei anderen, RK = Regulation und Kontrolle eigener Gefühle, EX = Emotionale Expressivität, RA = Regulation und Umgang mit den Gefühlen bei anderen, EU = Einstellungen zu Emotionen; Es wurde eine FDR-Korrektur vorgenommen. ****p* < ,001; ***p* < ,01; **p* < ,05.

4.2.4 Hypothese 4 – gemischte lineare Modelle

Innerhalb der Hypothese 4 wurde postuliert, dass der Einfluss der Komorbiditäten und Emotionsverarbeitung auf die Relevanzanteile der Gesichtsregionen zur Emotionserkennung in Abhängigkeit davon variiert, welcher Clustertyp (C1, C2, C3) für die Emotionserkennung verwendet wird. Aus Hypothese 2 ist bekannt, dass das Gesichtskluster C1 vermehrt von den Kontrollproband*innen zur Emotionserkennung genutzt wurde, während C2 und C3 vermehrt von den Patient*innen zur Emotionswahrnehmung verwendet wurden und die Nutzung des Gesichtsklusters C1 im Vergleich zu den Gesichtsklustern C2 und C3 die Wahrscheinlichkeit einer akkuraten Emotionserkennung trauriger Gesichtsausdrücke erhöht. Demzufolge sollten die Komorbiditäts- und maladaptiven Emotionsverarbeitungsfragebögen negativ mit C1 und positiv mit C2 und C3 assoziiert sein (Hypothesen 4.1 – 4.6), während die emotionale Kompetenz positiv mit C1 und negativ mit C2 und C3 in Verbindung stehen sollte (Hypothese 4.7).

Zur Untersuchung dieser Hypothesen wurden insgesamt fünf Modelle gerechnet. Zunächst wurde ein vollständiges Modell (Gesamtmodell), inklusive aller Prädiktoren (Gruppe, AQC, BDI-II, SKID II, SDE-J, EKF-S, EKF-S+, ERS, DERS, Alter, Schulart), durchgeführt. Bei den Prädiktoren zeigte sich ein signifikanter Effekt des EKF-S+. Für eine genauere Analyse der Prädiktoren wurde daraufhin eine Unterteilung des EKF-S+ in seine Subskalen vorgenommen (EKF-S+ Modell), danach wurde das Modell durch die Reduktion von Prädiktoren optimiert (rEKF-S+ Modell). Im rEKF-S+ Modell konnte anschließend ein signifikanter Effekt des EKF-S identifiziert werden, was zur Erstellung eines weiteren Modells führte, bei dem alle Subkomponenten der emotionalen Kompetenz (EKF-S/S+ Modell) berücksichtigt wurden. Auch dieses Modell wurde durch eine Reduktion der Prädiktoren optimiert (rEKF-S/S+ Modell).

Die Voraussetzungen für die Analyse eines LMMs können für alle Modelle als gegeben angesehen werden. Die Streudiagramme zur Linearitäts- und Homoskedastizitätsprüfung können dem Anhang A (siehe Abbildung 29 und 30) entnommen werden. Die Normalverteilung der Residuen ist für jedes Modell gegeben (rEKF-S/S+ Modell: $W = 1,00$, $p = ,721$; rEKF-S+ Modell: $W = 1,00$, $p = ,772$; EKF-S/S+ Modell: $W = 0,99$, $p = ,615$; EKF-S+ Modell: $W = 1,00$, $p = ,790$; Gesamtmodell: $W = 1,00$, $p = ,660$), die grafische Darstellung der Unabhängigkeit und der Normalverteilung der Fehlertherme kann Anhang A (siehe Abbildungen 31 und 32) entnommen werden. Die Multikollinearität der Prädiktoren ist für alle Modelle als akzeptabel zu interpretieren, wobei die

reduzierten Modelle (rEKF-S+ & rEKF-S/S+) die geringste Multikollinearität aufweisen (Anhang A: siehe Tabelle 6). Alle Modelle weisen sowohl vergleichbare AIC-Werte (rEKF-S+ Modell: AIC = 2669.1; EKF-S+ Modell: AIC = 2699.6; rEKF-S/S+ Modell: AIC = 2707.3; EKF-S/S+ Modell: AIC = 2707.3; Gesamtmodell: AIC = 2698.3), als auch vergleichbare LLFI-Werte auf (rEKF-S+ Modell: LLFI = 1316.6; EKF-S+ Modell: LLFI = 1308.8; rEKF-S/S+ Modell: LLFI = 1303.6; EKF-S/S+ Modell: LLFI = 1303.6; Gesamtmodell: LLFI = 1311.2). Die Modelle unterschieden sich zudem nicht signifikant voneinander (rEKF-S/S+ Modell vs. rEKF-S+ Modell: $\chi^2(2) = 0,00$, $p = 1,00$; rEKF-S/S+ Modell vs. EKF-S/S+ Modell: $\chi^2(34) = 21,38$, $p = ,955$; rEKF-S/S+ Modell vs. EKF-S+ Modell: $\chi^2(25) = 11,02$, $p = ,993$; rEKF-S/S+ Modell vs. Gesamtmodell: $\chi^2(22) = 6,30$, $p = ,999$; rEKF-S+ Modell vs. EKF-S/S+ Modell: $\chi^2(32) = 25,86$, $p = ,770$; rEKF-S+ Modell vs. EKF-S+ Modell: $\chi^2(23) = 15,50$, $p = ,876$; rEKF-S+ Modell vs. Gesamtmodell: $\chi^2(20) = 10,78$, $p = ,952$; EKF-S+ Modell vs. EKF-S/S+ Modell: $\chi^2(9) = 10,36$, $p = ,322$; EKF-S/S+ Modell vs. Gesamtmodell: $\chi^2(12) = 15,08$, $p = ,237$; EKF-S+ Modell vs. Gesamtmodell: $\chi^2(3) = 4,72$, $p = ,193$). Wenngleich sich die Modelle nicht signifikant voneinander unterscheiden, werden aufgrund einer höheren Parsimonität die reduzierten Modelle (rEKF-S/S+ & rEKF-S+) präferiert (Bates et al., 2018) und im Rahmen der Ergebnisdarstellung miteinander verglichen.

4.2.4.1 rEKF-S+ Modell

Innerhalb des rEKF-S+ Modells wurde der EKF-S+ in seine Subskalen RA und EU untergliedert und das Modell wurde daraufhin durch die Reduktion von Prädiktoren optimiert. Die Analyse umfasste insgesamt $N = 76$ Proband*innen, da nur vollständige Fälle in die Auswertung einbezogen wurden. Der Anteil der Varianz, der durch die festen Faktoren erklärt wurde, lag bei $R^2_{\text{marginal}} = ,53$, die Varianz, die durch das gesamte Modell erklärt wurde, betrug $R^2_{\text{conditional}} = ,79$. Etwa 54 % der Gesamtvarianz in der AV konnte auf die Unterschiede zwischen den Proband*innen zurückgeführt werden. Die Relevanzanteile der Cluster wurden für leichtere Interpretierbarkeit um den Faktor 100.000 multipliziert. Die geschätzte Varianz der Residuen wurde vor der Hochskalierung der AV interpretiert, da sie die inhärente Streuung der Daten in ihrem ursprünglichen Maß reflektiert. In diesem Fall zeigte die Varianz, dass die Streuung der Residuen

mit $\sigma^2 = 0,003$ als gering zu bewerten ist, wodurch das Modell die verbleibende Unsicherheit in den Daten als akzeptabel einschätzt. Eine genauere Darstellung der Ergebnisse kann Tabelle 4 entnommen werden.

Tabelle 4

rEKF-S+ Modell: Einfluss der Komorbiditäten und Emotionsverarbeitung auf die Emotionswahrnehmung trauriger Gesichtsausdrücke

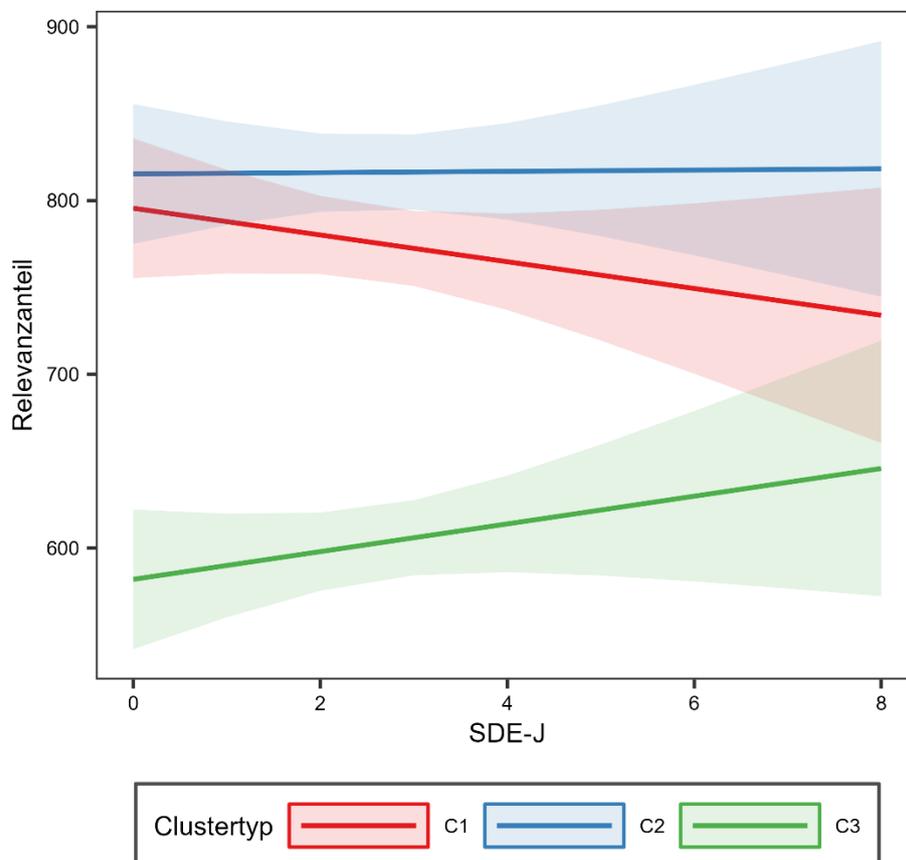
Prädiktoren	Relevanzanteil					
	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>KI</i>	<i>Statistik</i>	<i>p</i>	<i>df</i>
Konstante	795,54	20,37	755,26 – 835,83	39,06	< ,001***	132,08
SDE-J	-7,70	6,64	-20,83 – 5,43	-1,16	,248	132,08
EKF-S	4,19	17,84	-31,16 – 39,54	0,23	,815	110,81
EKF-S+ (EU)	-37,05	12,95	-62,87 – -11,22	-2,86	,006**	70,00
Alter	-17,34	11,02	-39,15 – 4,46	-1,57	,118	131,12
Schulart	-3,46	11,03	-25,28 – 18,36	-0,31	,754	131,03
C2	19,75	19,45	-18,69 – 58,20	1,02	,312	142,00
C3	-213,60	19,45	-252,05 – -175,15	-10,98	< ,001***	142,00
SDE-J × C2	8,07	6,34	-4,46 – 20,60	1,27	,205	142,00
SDE-J × C3	15,68	6,34	3,15 – 28,21	2,47	,015*	142,00
EKF-S × C2	7,24	14,51	-21,44 – 35,92	0,50	,619	142,00
EKF-S × C3	34,04	14,51	5,37 – 62,72	2,35	,020*	142,00
Alter × C2	13,88	10,46	-6,81 – 34,56	1,33	,187	142,00
Alter × C3	31,76	10,46	11,07 – 52,45	3,03	,003**	142,00
Schulart × C2	9,99	10,47	-10,70 – 30,68	0,95	,342	142,00
Schulart × C3	25,40	10,47	4,71 – 46,10	2,43	,016*	142,00

Anmerkung. Die Relevanzanteile (AV) sind um den Faktor 100.000 skaliert. C1 entspricht dem Referenzcluster. Zeigt sich kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen einem Prädiktor und C2 oder C3, bedeutet dies, dass der Zusammenhang zwischen der Referenzkategorie C1 und dem Prädiktor auch für C2 und C3 gilt. KI entspricht dem 95 %-Konfidenzintervall. *** $p < ,001$; ** $p < ,01$; * $p < ,05$.

Innerhalb des rEKF-S+ Modells konnte kein signifikanter Effekt des AQC, BDI-II und SKID II identifiziert werden, wodurch sich die Hypothesen 4.1, 4.2 und 4.3 nicht bestätigen ließen. Hypothese 4.4 konnte hingegen in Teilen bestätigt werden. Diesbezüglich fand sich eine Interaktion zwischen der SDE-J und dem Clustertyp C3, die zeigte, dass sich der negative Zusammenhang zwischen der SDE-J und dem Relevanzanteil von C1, im Cluster C3 ins positive umkehrte (siehe Abbildung 17).

Abbildung 17

Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und der Dissoziationsausprägung

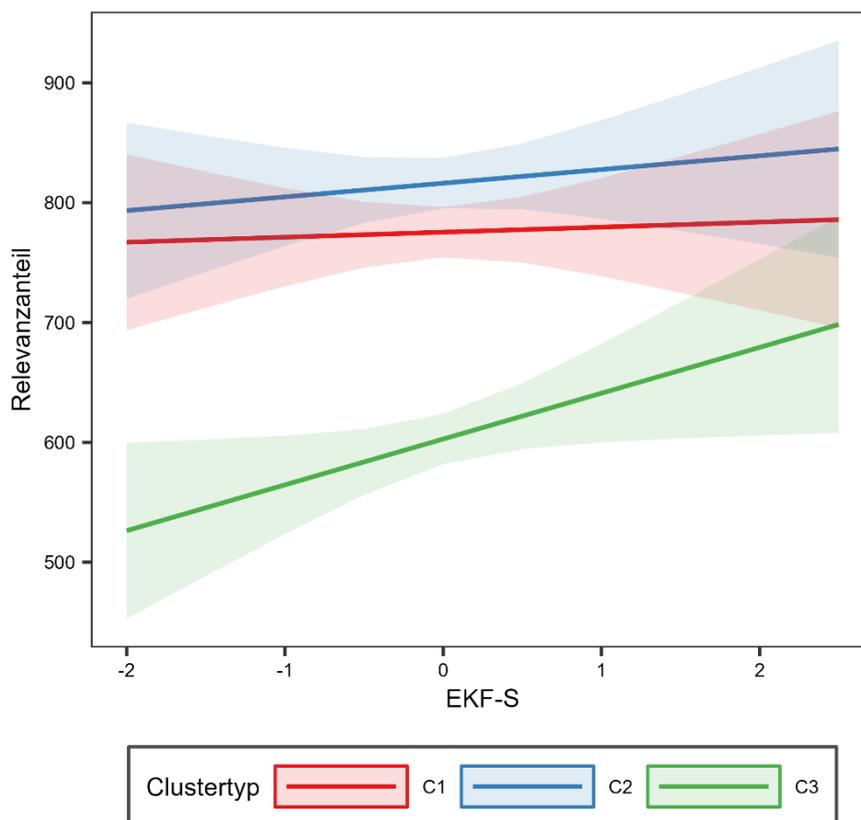


Anmerkung. Die x-Achse zeigt die Skala der Dissoziation, die um den Mittelwert zentriert ist. Ein Einheitenschritt auf dieser Skala entspricht einem Standardabweichungsschritt von der durchschnittlichen Ausprägung der Dissoziation. Die y-Achse zeigt den mittleren Relevanzanteil der Pixel in den Clustern (C1, C2, C3) für die korrekte Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks durch den *Image Classifier*. Der Relevanzanteil gibt an, wie wichtig die Pixel in den jeweiligen Clustern für die Klassifikation sind.

Im Weiteren zeigte sich weder eine Assoziation zwischen der ERS, noch der DERS und den Clustern, wodurch die Hypothesen 4.5 und 4.6 nicht bestätigt werden konnten. Jedoch konnte ein Interaktionseffekt zwischen dem EKF-S und dem Clustertyp C3 identifiziert werden, wobei das Cluster C3 an Relevanz gewinnt, je höher die Ausprägung der emotionalen Kompetenz der Proband*innen ist. Dieser Effekt tritt in gegensätzlicher Richtung zum erwarteten Effekt auf (Hypothese 4.7). Siehe Abbildung 18 für eine grafische Darstellung.

Abbildung 18

Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und der emotionalen Kompetenz

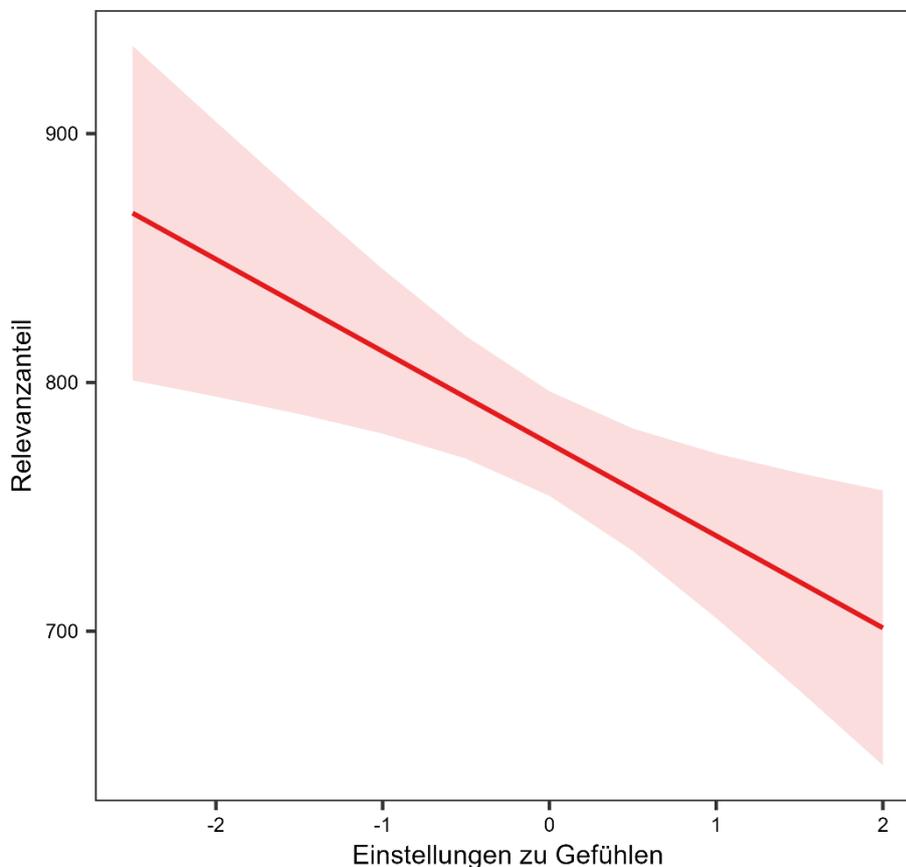


Anmerkung. Die x-Achse zeigt die Skala der emotionalen Kompetenz, die um den Mittelwert zentriert ist. Ein Einheitenschritt auf dieser Skala entspricht einem Standardabweichungsschritt von der durchschnittlichen emotionalen Kompetenzausprägung. Die y-Achse zeigt den mittleren Relevanzanteil der Pixel in den Clustern (C1, C2, C3) für die korrekte Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks durch den *Image Classifier*. Der Relevanzanteil gibt an, wie wichtig die Pixel in den jeweiligen Clustern für die Klassifikation sind.

Bezüglich der Hypothese 4.7 zeigte sich zudem ein signifikanter Effekt der EKF-S+ Subskala (EU) auf die Relevanzanteile, wobei die Relevanz aller Cluster für die Emotionserkennung nachlässt, je höher die Ausprägung auf der EKF-S+ Subskala ist. Dieser Effekt tritt unabhängig vom Clustertyp auf und steht im Gegensatz zur postulierten Hypothese. Eine grafische Darstellung kann Abbildung 19 entnommen werden.

Abbildung 19

Einfluss der Einstellungen zu Gefühlen auf die Emotionserkennung

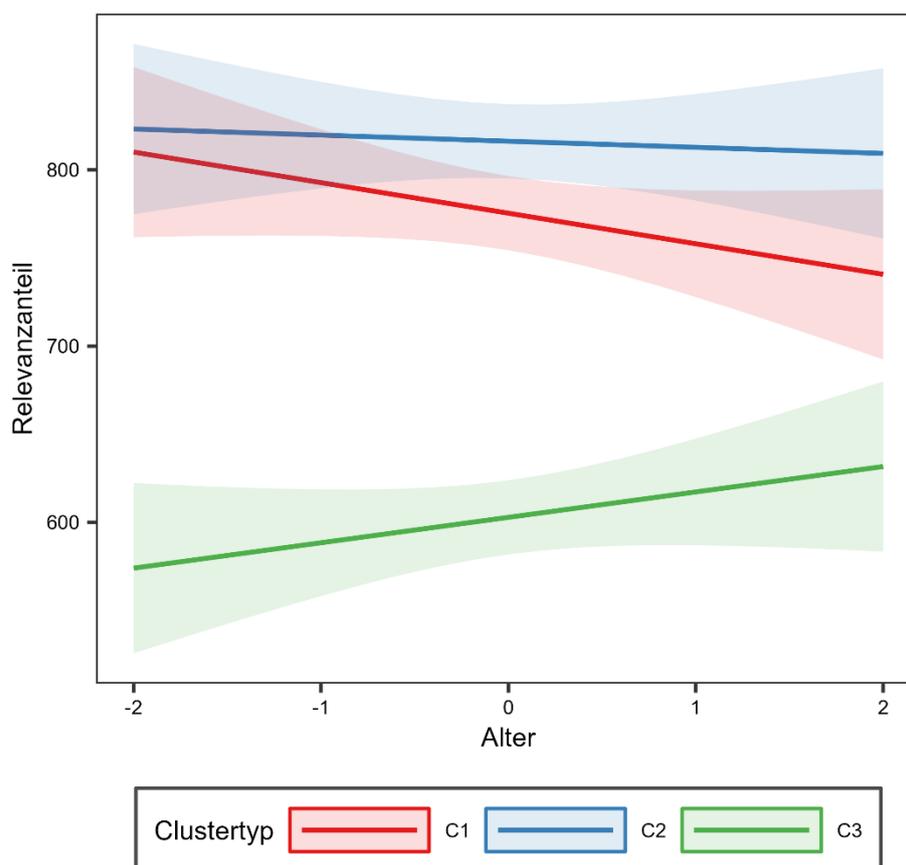


Anmerkung. Die x-Achse zeigt die um den Mittelwert zentrierte Subskala „Einstellungen zu Gefühlen“ des EKF-S+. Ein Einheitschritt auf dieser Skala entspricht einem Standardabweichungsschritt von der durchschnittlichen Ausprägung dieser Subskala. Die y-Achse zeigt den mittleren Relevanzanteil der Pixel im Clustertyp C1 für die korrekte Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks durch den *Image Classifier*. Der Relevanzanteil gibt an, wie wichtig die Pixel in dem Cluster für die Klassifikation sind. Der Zusammenhang zwischen den Relevanzanteilen der Cluster C2 und C3 mit der EKF-S+ Subskala weicht nicht signifikant von dem Zusammenhang des Clusters C1 mit EKF-S+ (EU) ab.

Sowohl das Alter der Proband*innen, als auch die besuchte Schulart wurden als Kontrollvariable in das LMM aufgenommen und beide zeigten signifikante Effekte auf die Emotionswahrnehmung. Dabei konnte ein Interaktionseffekt zwischen dem Alter in Monaten und dem Clustertyp C3 festgestellt werden, wobei sich der negative Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Relevanzanteil von C1 im Cluster C3 umkehrt (siehe Abbildung 20). Bezüglich der Schulart konnte ein weiterer Interaktionseffekt mit dem Cluster C3 identifiziert werden, wobei C3 an Relevanz gewinnt, je höher die besuchte Schulart der Proband*innen ist. Siehe Abbildung 21 für eine grafische Darstellung.

Abbildung 20

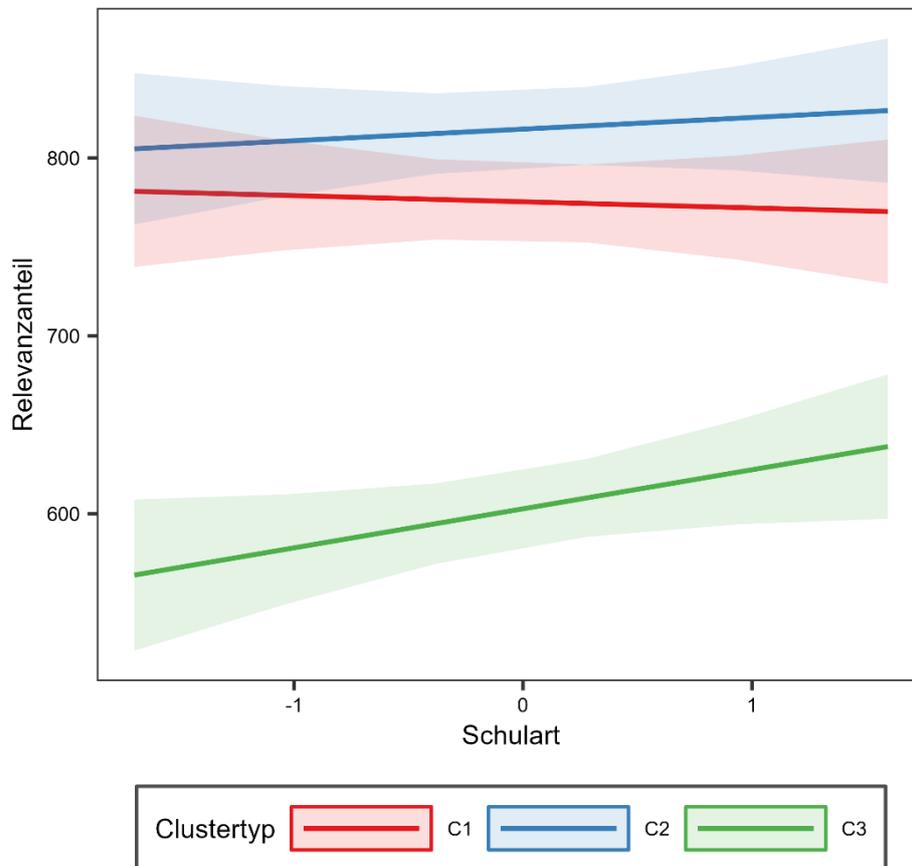
*Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und dem Alter der Proband*innen*



Anmerkung. Die x-Achse zeigt das Proband*innenalter in Monaten. Die Variable ist um den Mittelwert zentriert. Ein Einheitenschritt auf dieser Skala entspricht einem Standardabweichungsschritt vom durchschnittlichen Alter. Die y-Achse zeigt den mittleren Relevanzanteil der Pixel in den Clustern (C1, C2, C3) für die korrekte Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks durch den *Image Classifier*. Der Relevanzanteil gibt an, wie wichtig die Pixel in den jeweiligen Clustern für die Klassifikation sind.

Abbildung 21

Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und der besuchten Schulart

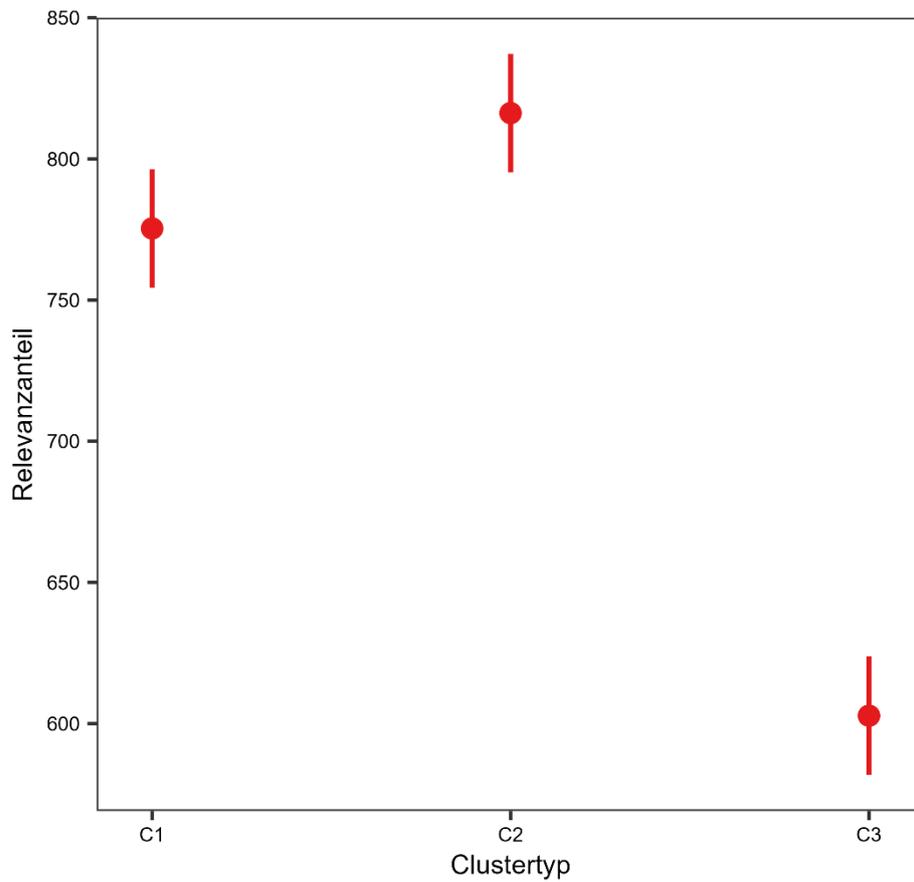


Anmerkung. Die x-Achse zeigt die besuchte Schulart in hierarchischer Anordnung (Mittelschule, Realschule, Ausbildung, FOS/BOS, Gymnasium, Studium). Die Variable ist um den Mittelwert zentriert. Ein Einheitenschritt auf dieser Skala entspricht einem Standardabweichungsschritt von der im Mittel besuchten Schulart. Die y-Achse zeigt den mittleren Relevanzanteil der Pixel in den Clustern (C1, C2, C3) für die korrekte Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks durch den *Image Classifier*. Der Relevanzanteil gibt an, wie wichtig die Pixel in den jeweiligen Clustern für die Klassifikation sind.

Ferner zeigte sich ein signifikanter Unterschied in den Relevanzanteilen der Variable Clustertyp, wobei das Cluster C3 im Vergleich zur Referenzkategorie C1 geringere Relevanz für die Klassifikation trauriger Gesichtsausdrücke aufwies. Der Unterschied in den Relevanzanteilen wird in Abbildung 22 veranschaulicht.

Abbildung 22

Unterschied in den Relevanzanteilen zur Emotionsklassifikation der Cluster



Anmerkung. Die y-Achse zeigt die mittleren Relevanzanteil der Pixel in den Clustern für die korrekte Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks durch den *Image Classifier*. Der Relevanzanteil gibt an, wie wichtig die Clusterregionen für die Klassifikation sind.

4.2.4.2 rEKF-S/S+ Modell

Nachdem das rEKF-S+ Modell einen signifikanten Effekt des EKF-S identifizieren konnte, wurde ein weiteres Modell erstellt, bei dem alle Subskalen des EKF-S sowie seine Zusatzskalen (EKF-S+) individuell in das Modell integriert wurden, um den genauen Zusammenhang zwischen den Komponenten der emotionalen Kompetenz und den Gesichtsklustern zu identifizieren. Darauffolgend wurde das Modell durch die Reduktion von Prädiktoren optimiert. Die Analyse umfasste insgesamt $N = 76$ Proband*innen und der Anteil der Varianz, der durch die festen Faktoren erklärt wurde, lag bei $R^2_{\text{marginal}} = ,55$. Die Varianz, die durch das gesamte Modell erklärt wurde, betrug $R^2_{\text{conditional}} = ,79$. Etwa 54 % der Gesamtvarianz in der AV konnte auf die Unterschiede zwischen den Proband*innen zurückgeführt werden. Die Relevanzanteile der Cluster wurden für leichtere Interpretierbarkeit um den Faktor 100.000 multipliziert. Vor der Hochskalierung der AV wurde die geschätzte Varianz der Residuen interpretiert, welche mit $\sigma^2 = 0,003$ als gering bewertet wurde. Dies deutet darauf hin, dass das Modell die verbleibende Unsicherheit in den Daten als akzeptabel einschätzt. Eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse ist in Tabelle 5 zu finden. Das Gesamtmodell sowie das EKF-S+ Modell und das EKF-S/S+ Modell vor der Extraktion der Prädiktoren mit der geringsten Varianzbeteiligung werden im Anhang B (siehe Tabelle 7, 8 und 9) ausführlich dargestellt.

Tabelle 5

rEKF-S/S+ Modell: Einfluss der Emotionsverarbeitung auf die Emotionswahrnehmung trauriger Gesichtsausdrücke

Prädiktoren	Relevanzanteil					
	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>KI</i>	<i>Statistik</i>	<i>p</i>	<i>df</i>
Konstante	775,40	10,45	754,73 – 796,08	74,17	< ,001***	133,56
EKF-S (EA)	-17,44	12,29	-41,78 – 6,90	-1,42	,158	113,30
EKF-S (RK)	23,14	10,33	2,52 – 43,75	2,24	,028*	70,00
EKF-S+ (EU)	-34,82	12,06	-58,88 – -10,77	-2,89	,005**	70,00
Alter	-13,51	10,75	-34,77 – 7,75	-1,26	,211	131,38
Schulart	-2,15	10,56	-23,04 – 18,74	-0,20	,839	132,66
C2	40,85	10,06	20,96 – 60,74	4,06	< ,001***	144,00
C3	-172,60	10,06	-192,49 – -152,71	-17,15	< ,001***	144,00
EKF-S (EA) × C2	10,30	10,22	-9,90 – 30,50	1,01	,315	144,00
EKF-S (EA) × C3	30,80	10,22	10,60 – 50,99	3,01	,003**	144,00
Alter × C2	10,34	10,21	-9,84 – 30,52	1,01	,313	144,00
Alter × C3	27,46	10,21	7,28 – 47,64	2,69	,008**	144,00
Schulart × C2	7,74	10,11	-12,25 – 27,73	0,77	,445	144,00
Schulart × C3	25,00	10,11	5,01 – 44,98	2,47	,015*	144,00

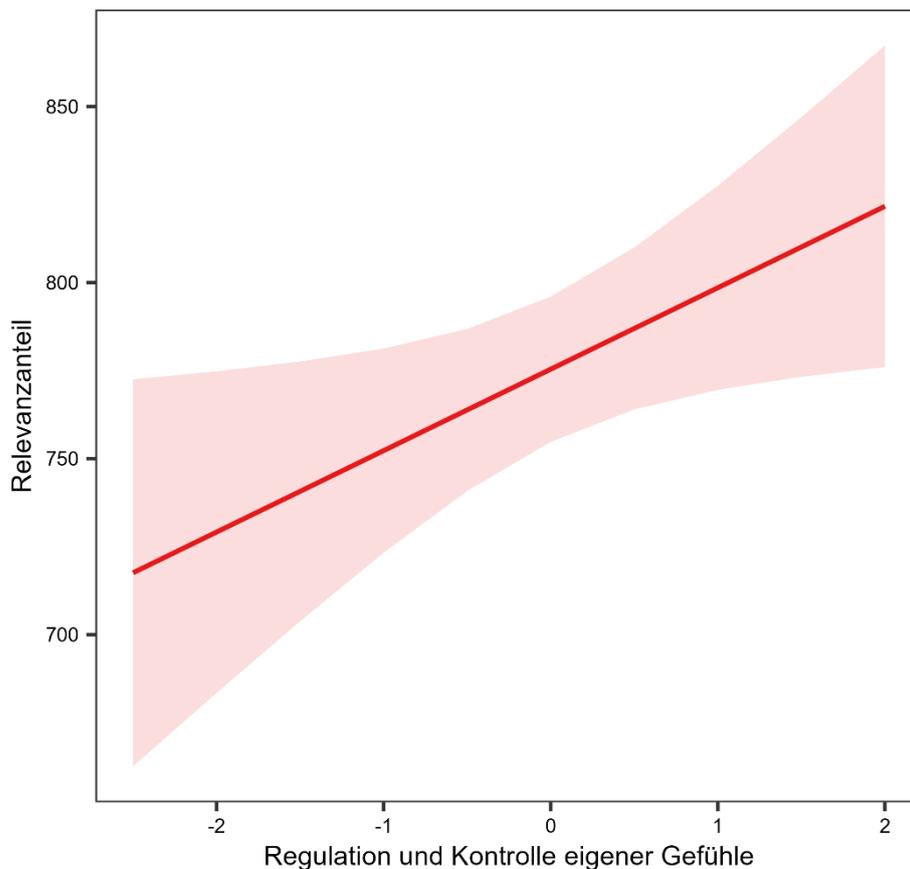
Anmerkung. Die Relevanzanteile (AV) sind um den Faktor 100.000 skaliert. C1 entspricht dem Referenzcluster. Zeigt sich kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen einem Prädiktor und C2 oder C3, bedeutet dies, dass der Zusammenhang zwischen der Referenzkategorie C1 und dem Prädiktor auch für C2 und C3 gilt. KI entspricht dem 95 %-Konfidenzintervall. *** $p < ,001$; ** $p < ,01$; * $p < ,05$.

Verglichen mit dem EKF-S+ Modell, konnten auch im EKF-S/S+ Modell die Hypothesen 4.1, 4.2, 4.3, 4.5 und 4.6 nicht bestätigt werden. Des Weiteren verlor sich im EKF-S/S+ Modell auch der signifikante Interaktionseffekt mit der SDE-J (Hypothese 4.4). Aufgrund der detaillierten Betrachtung der emotionalen Kompetenz konnten signifikante Effekte der Subskalen identifiziert werden (Hypothese 4.7). Es zeigte sich ein signifikanter Effekt der EKF-S (RK) auf die Gesichtskuster (siehe Abbildung 23), während der Einfluss der EKF-S+ (EU) auf die Gesichtskuster beständig

blieb (siehe Abbildung 24). Beide Effekte zeigten sich unabhängig davon, welche Gesichtsregionen sich besonders gut zur Emotionserkennung eignen, was konträr zur postulierten Hypothese ist.

Abbildung 23

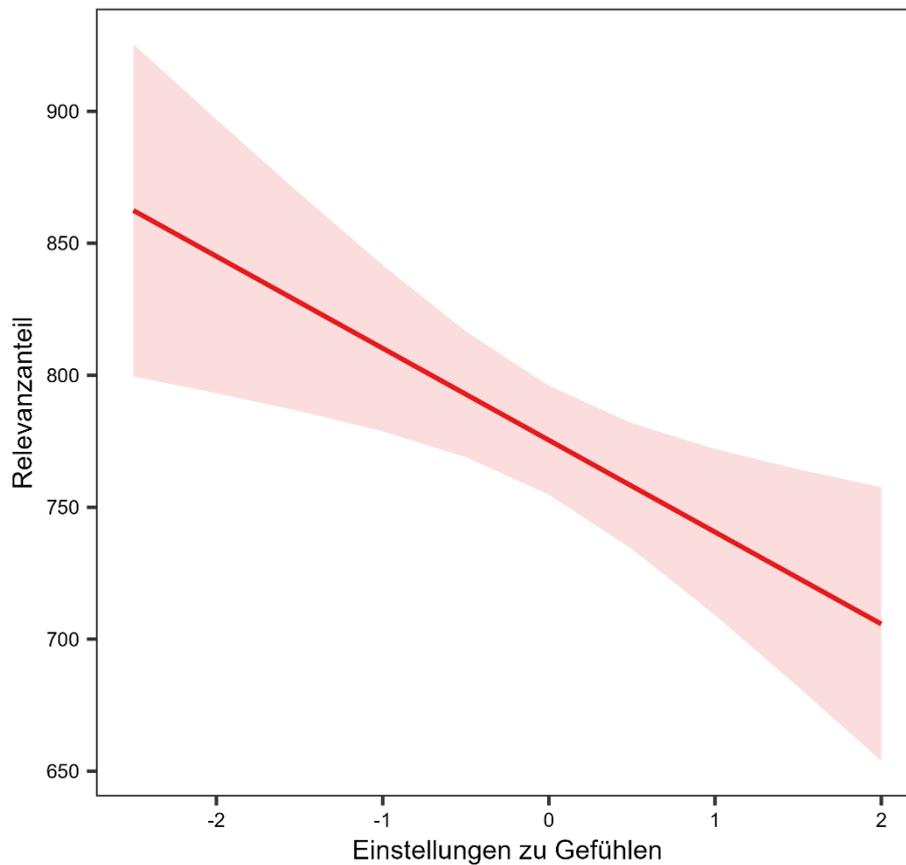
Einfluss der Regulation und Kontrolle eigener Gefühle auf die Emotionswahrnehmung



Anmerkung. Die x-Achse zeigt die um den Mittelwert zentrierte Subskala „Regulation und Kontrolle eigener Gefühle“ des EKF-S. Ein Einheitschritt auf dieser Skala entspricht einem Standardabweichungsschritt von der durchschnittlichen Ausprägung dieser Subskala. Die y-Achse zeigt den mittleren Relevanzanteil der Pixel im Clustertyp C1 für die korrekte Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks durch den *Image Classifier*. Der Relevanzanteil gibt an, wie wichtig die Pixel in dem Cluster für die Klassifikation sind. Der Zusammenhang zwischen den Relevanzanteilen der Cluster C2 und C3 mit der EKF-S Subskala weicht nicht signifikant von dem Zusammenhang des Clusters C1 mit EKF-S (RK) ab.

Abbildung 24

Einfluss der Einstellungen zu Gefühlen auf die Emotionswahrnehmung

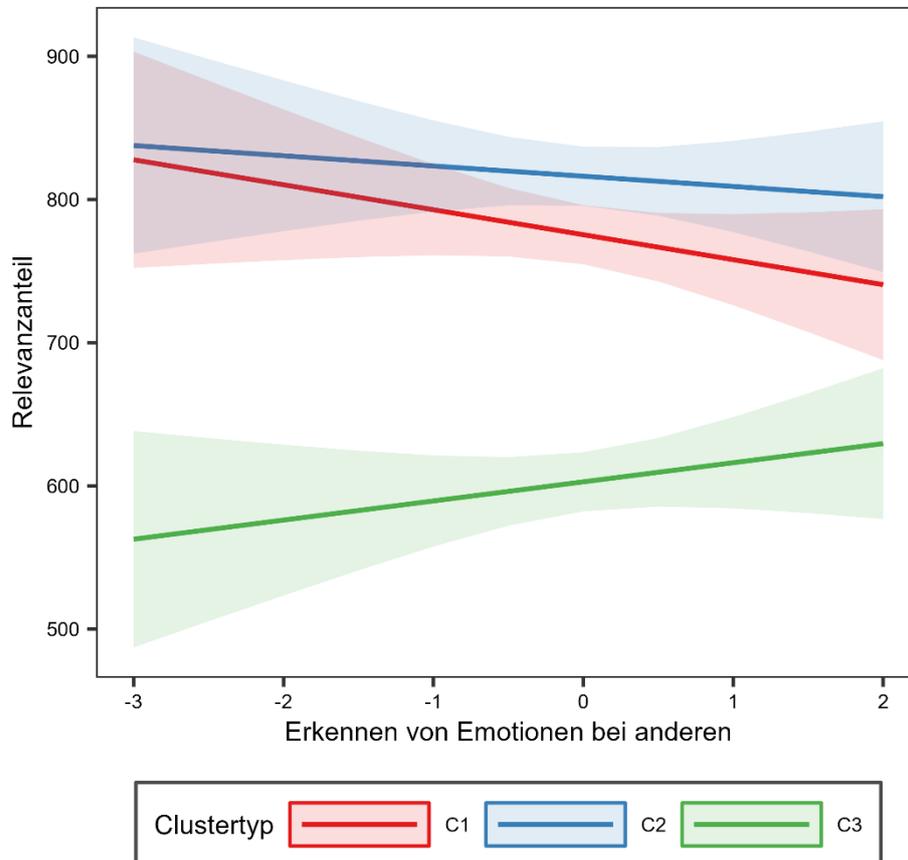


Anmerkung. Die x-Achse zeigt die um den Mittelwert zentrierte Subskala „Einstellungen zu Gefühlen“ des EKF-S+. Ein Einheitenschritt auf dieser Skala entspricht einem Standardabweichungsschritt von der durchschnittlichen Ausprägung dieser Subskala. Die y-Achse zeigt den mittleren Relevanzanteil der Pixel im Clustertyp C1 für die korrekte Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks durch den *Image Classifier*. Der Relevanzanteil gibt an, wie wichtig die Pixel in dem Cluster für die Klassifikation sind. Der Zusammenhang zwischen den Relevanzanteilen der Cluster C2 und C3 mit der EKF-S+ Subskala weicht nicht signifikant von dem Zusammenhang des Clusters C1 mit EKF-S+ (EU) ab.

Innerhalb des EKF-S/S+ Modells zeigten sich zusätzlich Interaktionseffekte zwischen der EKF-S (EA) und dem Clustertyp C3. Hierbei wird das Cluster C3 umso bedeutungsvoller, je höher die subjektiv eingeschätzte eigene Fähigkeit ist, Emotionen bei anderen Menschen zu erkennen. Gleichzeitig nimmt die Relevanz der Cluster C1 und C2 ab. Mittels dieser Ergebnisse ließ sich nur der postulierte Effekt von C2 bestätigen, während sich der Effekt von C1 und C3 gegenläufig darstellt.

Abbildung 25

Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und der subjektiven Einschätzung der eigenen Emotionserkennungsfähigkeit.

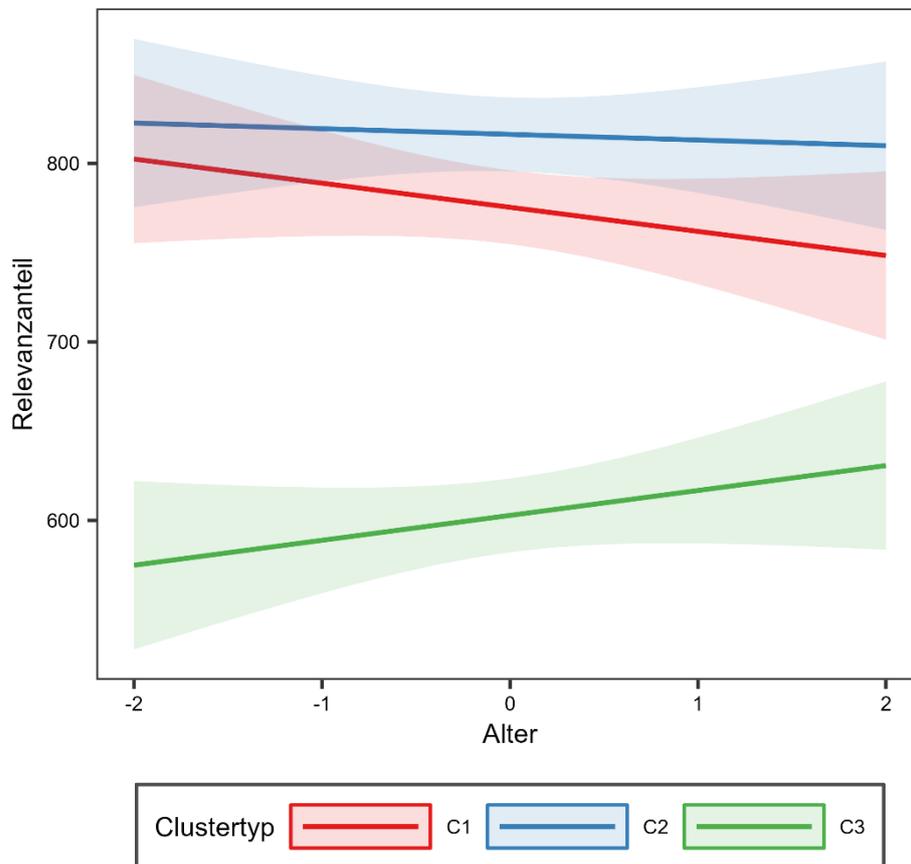


Anmerkung. Die x-Achse zeigt die um den Mittelwert zentrierte Subskala „Erkennen von Emotionen bei anderen“ des EKF-S. Ein Einheitenschritt auf dieser Skala entspricht einem Standardabweichungsschritt von der durchschnittlichen emotionalen Kompetenzausprägung. Die y-Achse zeigt den mittleren Relevanzanteil der Pixel in den Clustern (C1, C2, C3) für die korrekte Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks durch den *Image Classifier*. Der Relevanzanteil gibt an, wie wichtig die Pixel in den jeweiligen Clustern für die Klassifikation sind.

Sowohl das Alter der Proband*innen, als auch die besuchte Schulart wurden als Kontrollvariable in das LMM aufgenommen und beide zeigten signifikante Effekte auf die Emotionswahrnehmung. Äquivalent zum rEKF-S+ Modell zeigt sich auch der Einfluss des Alters und der besuchten Schulart auf den Clustertyp, wobei das Cluster C3 mit steigendem Alter und höherer Schulart an Relevanz gewinnt, während die Cluster C1 und C2 an Relevanz verlieren (siehe Abbildung 26 und 27).

Abbildung 26

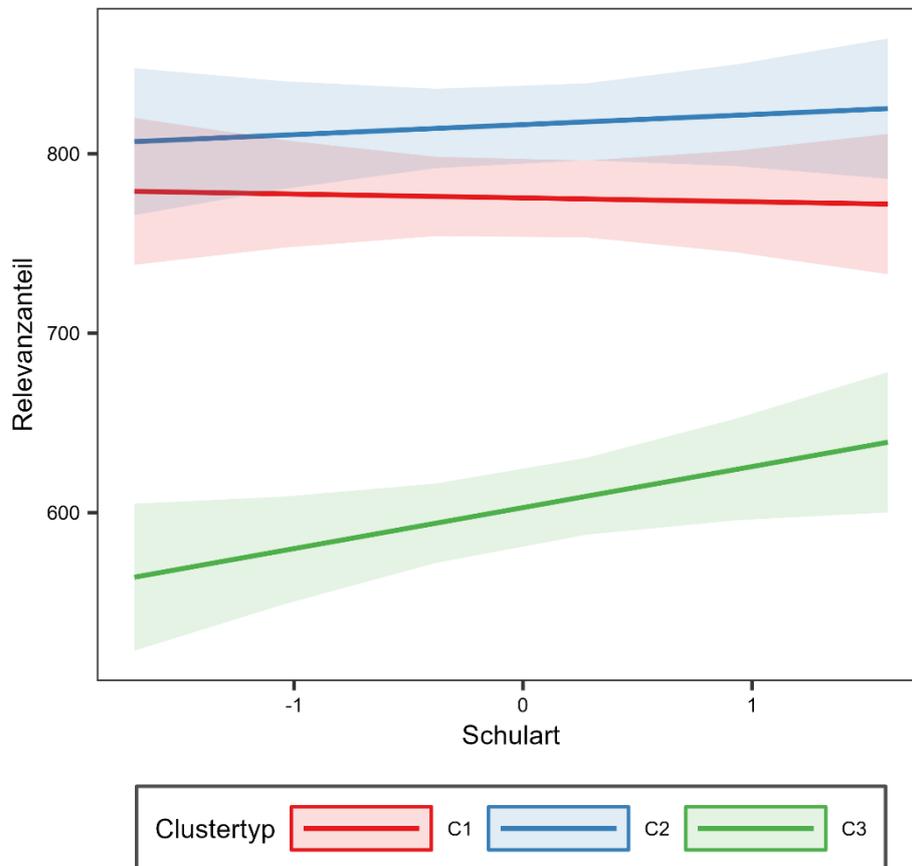
Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und dem Alter der Proband*innen



Anmerkung. Die x-Achse zeigt das Proband*innenalter in Monaten. Die Variable ist um den Mittelwert zentriert. Ein Einheitenschritt auf dieser Skala entspricht einem Standardabweichungsschritt vom durchschnittlichen Alter. Die y-Achse zeigt den mittleren Relevanzanteil der Pixel in den Clustern (C1, C2, C3) für die korrekte Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks durch den *Image Classifier*. Der Relevanzanteil gibt an, wie wichtig die Pixel in den jeweiligen Clustern für die Klassifikation sind.

Abbildung 27

Interaktionseffekt zwischen dem Clustertyp und der besuchten Schulart

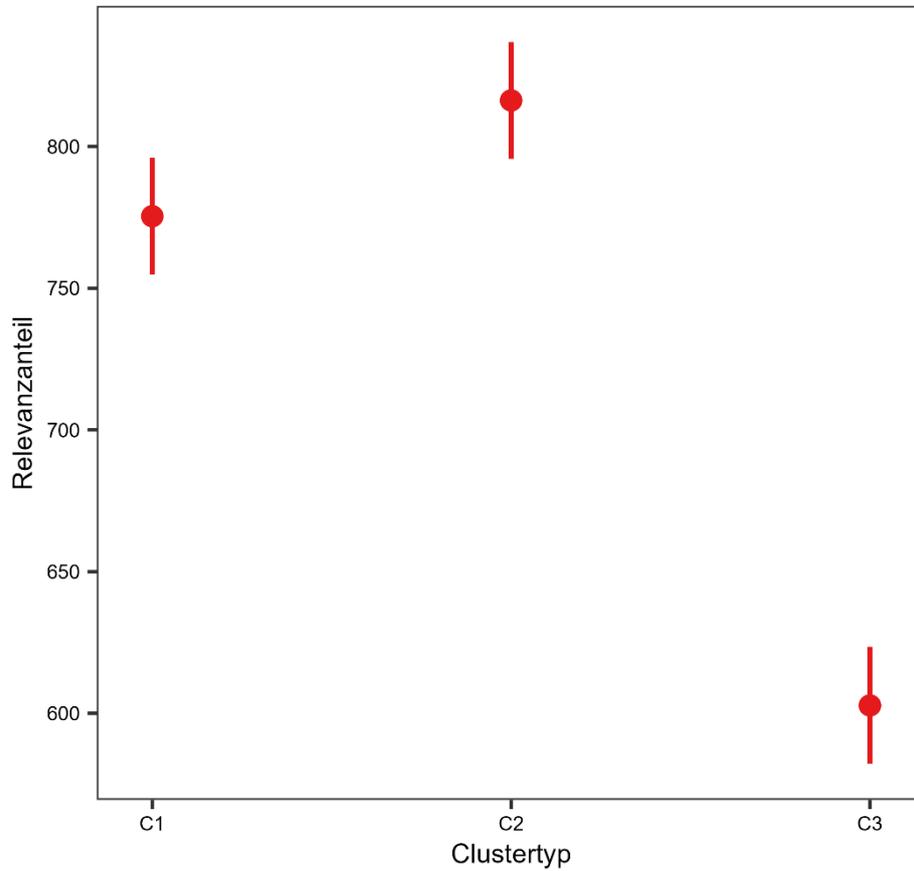


Anmerkung. Die x-Achse zeigt die besuchte Schulart in hierarchischer Anordnung (Mittelschule, Realschule, Ausbildung, FOS/BOS, Gymnasium, Studium). Die Variable ist um den Mittelwert zentriert. Ein Einheitenschritt auf dieser Skala entspricht einem Standardabweichungsschritt von der im Mittel besuchten Schulart. Die y-Achse zeigt den mittleren Relevanzanteil der Pixel in den Clustern (C1, C2, C3) für die korrekte Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks durch den *Image Classifier*. Der Relevanzanteil gibt an, wie wichtig die Pixel in den jeweiligen Clustern für die Klassifikation sind.

Letztlich zeigte sich im rEKF-S/S+ Modell ein signifikanter Unterschied in den Relevanzanteilen aller Kategorien der Variable Clustertyp, wobei das Cluster C2 im Vergleich zur Referenzkategorie C1 geringere Relevanz und C3 größere Relevanz für die Klassifikation trauriger Gesichtsausdrücke aufwies. Für eine grafische Darstellung siehe Abbildung 28.

Abbildung 28

Unterschied in den Relevanzanteilen zur Emotionsklassifikation der Cluster



Anmerkung. Die y-Achse zeigt die mittleren Relevanzanteil der Pixel in den Clustern für die korrekte Klassifikation eines traurigen Gesichtsausdrucks durch den *Image Classifier*. Der Relevanzanteil gibt an, wie wichtig die Clusterregionen für die Klassifikation sind.

5. Diskussion

In diesem Kapitel erfolgt die hypothesengeleitete Diskussion, organisiert nach der Priorität der Ergebnisse. Überdies werden die Limitationen und Stärken der Bubble-Studie erläutert und ein Ausblick auf mögliche anknüpfende Forschungsvorhaben eruiert.

5.1 Diskussion der Ergebnisse

Das Ziel dieser Studie war die Untersuchung einer potenziell veränderten Emotionswahrnehmung bei jugendlichen Patient*innen mit NSSV, die bereits bei der Informationsselektion aus der Umwelt beginnt. Zusätzlich sollten die relevanten Gesichtsinformationen für die Emotionserkennung zwischen den Gruppen identifiziert werden und der Einfluss komorbider Erkrankungen und Emotionsverarbeitungsprozesse auf die veränderte Emotionswahrnehmung untersucht werden. Die veränderte Wahrnehmung von emotionalen Stimuli kann dabei weitreichende Auswirkungen auf den gesamten Emotionsregulationsprozess haben, einschließlich der Art und Weise, wie Emotionen bewertet und interpretiert werden und wie daraufhin Verhaltensweisen zur Emotionsregulation entwickelt werden. Eine inkongruente Wahrnehmung emotionaler Stimuli kann potenziell Leidensdruck aufbauen, die Entwicklung von maladaptiven Verhaltensweisen wie NSSV begünstigen und einen möglichen prädisponierenden Faktor für die Entwicklung einer BPD im Erwachsenenalter darstellen. Deshalb ist es entscheidend herauszufinden, ob der Prozess der Emotionsregulation bei Jugendlichen mit NSSV bereits von Anfang an beeinträchtigt ist und welche Einflussfaktoren eine Rolle spielen. Auf diese Weise können frühzeitig gezielte therapeutische Interventionen durchgeführt werden und einer Chronifizierung des divergenten Emotionsverarbeitungsprozesses vorgebeugt werden.

5.1.1 Hypothese 1 – *Image Classifier*

In der explorativen Hypothese 1 wurde untersucht, ob die Modellgenauigkeit bei der Klassifikation von emotionalen Gesichtsausdrücken von der Gruppenzugehörigkeit (Hypothese 1.1), der gezeigten Emotion (Hypothese 1.2) sowie der emotionalen Valenz der gezeigten Gesichtsausdrücke (Hypothese 1.3) abhängt, oder ob Interaktionseffekte der Variablen die Modellgenauigkeit beeinflussen (Hypothese 1.4). Hierfür wurden zwei Gruppen-Modelle trainiert und der Einfluss von Modell, Emotion und Valenz auf die Modellgenauigkeit untersucht. Durch das Training an den Datensätzen der Proband*innen wurden die ResNet50-Modelle auf die spezifische Emotionswahrnehmung der Proband*innen spezialisiert und waren somit dazu in der Lage, verallgemeinernde Aussagen über neue und unbekannte Datensätze zu generieren. Insbesondere wurde ein Submodell auf die Wahrnehmung von Emotionen der Patient*innen bezüglich der traurigen Bedingung spezialisiert, während das zweite Submodell sich auf die Emotionswahrnehmung der Patient*innen in der fröhlichen Bedingung fokussierte. Entsprechend entwickelten die Kontroll-Submodelle, in Bezug auf die Kontrollgruppe, äquivalente Vorhersagefähigkeiten. Unterschiede in der Modellgenauigkeit zwischen dem NSSV- und dem Kontroll-Modell spiegeln somit tatsächliche Variationen in der Emotionswahrnehmung der Proband*innengruppen wider und die Ergebnisse können in diesem Kontext interpretiert werden.

Nach der Klassifizierung der Testdatensätze durch die Modelle offenbarte sich ein signifikanter Modelleffekt, der sich in einer bedeutenden Differenz der Modellgenauigkeit zwischen dem NSSV- und dem Kontroll-Modell manifestierte (Hypothese 1.1). Hierdurch kann interpretiert werden, dass sich die jugendlichen Patient*innen mit NSSV in ihrer Emotionswahrnehmung von einer gesunden Kontrollgruppe unterscheiden. Zusätzlich konnte ein signifikanter Effekt der Emotion nachgewiesen werden, wobei fröhliche Gesichtsausdrücke akkurater von den Modellen klassifiziert werden konnten als traurige Gesichtsausdrücke (Hypothese 1.2). Jedoch konnte kein Effekt in Bezug auf die Valenz identifiziert werden (Hypothese 1.3), da die Modellgenauigkeit zwischen den präsentierten emotionalen und neutralen Gesichtsausdrücken nicht signifikant voneinander abwich. Es zeigte sich zudem kein signifikanter Effekt des Gruppendatensatzes, wobei sich die Composite-Bilder beider Gruppen innerhalb der Testdatensätze nicht signifikant voneinander unterschieden. Dieses Ergebnis ist ein Indiz da-

für, dass die identifizierten Effekte nicht dadurch entstanden sind, dass stark divergierende Composite-Bilder in das Modelltraining einfließen und Divergenzen in der Modellgenauigkeit aufgrund von unzureichender Berücksichtigung oder Verfälschung bestimmter Datenmuster entstanden, sondern auf tatsächlichen Wahrnehmungsunterschieden beruhen.

Innerhalb der Analyse für Hypothese 1.4 ergaben sich Interaktionseffekte zwischen dem Modell und der Emotion sowie dem Modell und der Valenz, wobei das NSSV-Modell im Vergleich zum Kontroll-Modell einerseits traurige Gesichtsausdrücke gegenüber fröhlichen Gesichtsausdrücken weniger akkurat identifizieren und andererseits neutrale Gesichtsausdrücke gegenüber emotionalen Gesichtsausdrücken genauer klassifizieren konnte. Die Interaktionseffekte sind ein Indiz dafür, dass die Patient*innen mit NSSV im Vergleich zu den gesunden Kontrollproband*innen Schwierigkeiten hatten, traurige Gesichtsausdrücke akkurat zu identifizieren, während sie neutrale Gesichtsausdrücke präziser erkennen konnten. Ein weiterer bedeutsamer Interaktionseffekt zeigte sich zwischen der Emotion und der Valenz, wobei neutrale Gesichtsausdrücke akkurater identifiziert werden konnten, wenn sie mit traurigen Gesichtsausdrücken und inakkurater, wenn sie mit fröhlichen Gesichtsausdrücken präsentiert wurden. Aufgrund der Dreifachinteraktion zwischen dem Modell, der Emotion und der Valenz zeigte sich, dass die unterschiedliche Modellgenauigkeit des NSSV-Modells aufgrund der traurigen Bedingung entstanden ist. Dabei konnten traurige Emotionen im Vergleich zu neutralen Emotionen weniger genau von dem NSSV-Modell klassifiziert werden, während die Klassifikationsgenauigkeit bezüglich der fröhlichen Bedingung nicht signifikant vom Kontroll-Modell abwich. Hierdurch kann postuliert werden, dass jugendliche Patient*innen mit NSSV eine von der Norm abweichende Emotionswahrnehmung aufweisen, die spezifisch für traurige Gesichtsausdrücke ist, wenn diese im Kontext neutraler Gesichtsausdrücke präsentiert werden.

Die Abwesenheit von Interaktionseffekten mit dem Gruppendatensatz ist ein Indiz für die Vergleichbarkeit der Gruppen-Modelle und demzufolge der Übertragbarkeit der Modellergebnisse auf die Emotionswahrnehmung der Proband*innengruppen. Das Fehlen einer Vierfachinteraktion zwischen dem Gruppendatensatz, dem Modell, der Emotion und der Valenz legt nahe, dass auch hier potenziell keine signifikanten methodischen Störeinflüsse aufgrund des Bildmaterials aufgetreten sind. Um sicherzugehen, dass die Unterschiede in der Modellgenauigkeit nicht aufgrund unterschiedli-

cher Trainingsdatensätze zwischen den Proband*innengruppen entstanden sind, wurden zusätzlich die von den Gruppen benötigten Bubbles auf der Ortsfrequenzskala 1 und deren Einfluss auf die Antwortgenauigkeit der Proband*innen untersucht. Eine signifikant unterschiedliche Anzahl an freigelegten Ortsfrequenzinformationen würde bedeuten, dass die Modelle der beiden Gruppen an stark abweichenden Datensätzen trainiert wurden. Hierdurch könnte die Interpretierbarkeit der Ergebnisse beeinträchtigt sein. Unterschiede in der effizienten Nutzung der Ortsfrequenzinformationen, bei vergleichbarem Stimulusmaterial, deuten hingegen eher auf Gruppenunterschiede in der Emotionswahrnehmung hin.

Insgesamt zeigten die Kontrollanalysen keinen signifikanten Gruppenunterschied in der Anzahl der Bubbles auf Skala 1 und es konnten weder Interaktionseffekte zwischen der Gruppe und der Emotion noch der Gruppe und der Valenz identifiziert werden. Hierdurch kann interpretiert werden, dass die Proband*innen jeder Gruppe das Bubble-Experiment so durchliefen, dass ihnen vergleichbare Gesichtsinformationen zur Emotionserkennung zur Verfügung standen und somit vergleichbare Datensätze zum Training der Gruppen-Modelle generiert wurden. Der signifikante Einfluss der Emotion sowie die Interaktion von Emotion und Valenz legen nahe, dass alle Proband*innen grundsätzlich mehr visuelle Informationen benötigten, um traurige Gesichtsausdrücke korrekt zu erkennen als fröhliche. Darüber hinaus zeigen sie, dass mehr visuelle Informationen benötigt wurden, um neutrale Gesichtsausdrücke im Vergleich zu fröhlichen richtig zu identifizieren, und weniger, um sie im Vergleich zu traurigen zu identifizieren.

Möglicherweise ist dieser Effekt darauf zurückzuführen, dass die traurigen Gesichtsstimuli im Bubble-Experiment etwas schwieriger zu erkennen waren oder dass Menschen im Allgemeinen traurige Emotionen im Vergleich zu fröhlichen Emotionen unterschiedlich gut identifizieren können (Leppänen & Hietanen, 2004), unabhängig von der psychopathologischen Symptomatik. Aufgrund der fehlenden Dreifachinteraktion mit der Gruppenvariable beeinflusst dieser Effekt nicht den Vergleich des NSSV- und Kontroll-Modells. Die Ergebnisse des *Image Classifiers* können daher im Zusammenhang mit der veränderten Emotionswahrnehmung bei Jugendlichen mit NSSV interpretiert werden.

Trotz der vergleichbaren Composite-Bilder, die von den Patient*innen und Kontrollproband*innen durch die Schwellenwertbestimmung generiert wurden, konnten bereits

Unterschiede in der effektiven Nutzung der Ortsfrequenzinformationen identifiziert werden. In diesem Zusammenhang zeigte sich primär, dass die Patient*innengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe die Bubbles bei traurigen Gesichtsausdrücken weniger effektiv zur Differenzierung von emotionalen und neutralen Gesichtsausdrücken nutzte, während sie im Vergleich die Bubbles innerhalb der fröhlichen Bedingung effizienter verwendete.

Zusammenfassend deuten die Kontrollanalysen darauf hin, dass die Proband*innen jeder Gruppe das Bubble-Experiment so durchliefen, dass ihnen vergleichbare Gesichtsinformationen zur Emotionserkennung zur Verfügung standen. Gleichzeitig unterschieden sich die Gruppen bezüglich der effizienten Nutzung der Gesichtsregionen abhängig davon, ob sie die traurige oder fröhliche Bedingung durchliefen und dabei emotionale oder neutrale Gesichtsausdrücke identifizieren sollten. Aus den Kontrollanalysen lässt sich indizieren, dass die über die trainierten Modelle identifizierten Effekte nicht aufgrund von methodischen Unterschieden zustande kamen, sondern auf tatsächlichen Proband*inneneffekten beruhten. Anhand der unterschiedlichen Modellgenauigkeit zwischen dem NSSV- und dem Kontroll-Modell kann demzufolge geschlossen werden, dass jugendliche Patient*innen mit NSSV eine von der Norm abweichende Emotionswahrnehmung aufweisen, die von der präsentierten Emotion und der Valenz des Gesichtsausdrucks abhängig ist. Dabei haben die Jugendlichen mit NSSV Schwierigkeiten traurige Emotionen adäquat zu identifizieren und klassifizieren sie häufiger fälschlicherweise als neutral.

Eine mögliche Interpretation der Ergebnisse könnte eine Vermeidungsstrategie der Patient*innen darstellen, welche sich spezifisch auf traurige oder für sie unangenehme Emotionen bezieht. Wie bereits in der Einleitung angemerkt, leiden Patient*innen mit NSSV häufig an Emotionsregulationsschwierigkeiten, wobei es ihnen schwerfällt aus aversiven Gefühlszuständen zu entkommen. Sie reagieren dabei intensiver und empfindlicher auf emotionale Reize, gleichzeitig führen adaptive Emotionsregulationsstrategien entweder seltener zum gewünschten Erfolg oder werden weniger häufig gewählt (siehe: Giordano et al., 2023; Kandsperger et al., 2022; You et al., 2018). Demzufolge stellen sämtliche soziale Situationen, die potenziell aversive Emotionen auslösen können, Risikofaktoren für Leidensdruck und selbstverletzendes Verhalten dar. Eine Vermeidungsstrategie, welche bereits die Wahrnehmung möglicher belastender Situationen reduziert, könnte folglich eine Schutzfunktion erfüllen und dazu beitragen, erfolglose oder maladaptive Emotionsregulation, wie NSSV, zu verhindern.

Theoretisch lässt sich diese Vermeidungsstrategie, wie bereits in der Einleitung postuliert, in das *Process Model* von Gross (1998) zur Emotionsregulation eingliedern. Hierbei wird eine spezifische Situations- bzw. Informationsselektion von den Patient*innen vorgenommen und nur diese selektierten Informationen stehen für die emotionale Weiterverarbeitung zur Verfügung. Durch die Vermeidung von belastenden Reizen in der emotionalen Weiterverarbeitung, können die Patient*innen potenziell die Wahrscheinlichkeit einer erfolglosen Emotionsregulation verringern. Diese Interpretation steht auch im Einklang mit dem *Experiential Avoidance Model* von Chapman und Kolleg*innen (2006), wobei Patient*innen mit NSSV die Tendenz aufweisen, aktiv unangenehme Erfahrungen zu vermeiden, anstelle diese zu akzeptieren und angemessen zu verarbeiten. Jedoch beschreibt das *Experiential Avoidance Model* weiterhin, dass die Schwierigkeiten in der Emotionsregulation aufgrund dieser aktiven Vermeidungsreaktion und dem entsprechenden ungeübten Umgang mit aversiven emotionalen Zuständen entstehen. Somit würde die Vermeidung von negativ bewerteten Situationen, z.B. von traurigen Gesichtsausdrücken, zwar kurzfristig die Wahrscheinlichkeit von NSSV verringern, langfristig würde dies jedoch zu Schwierigkeiten in der Emotionsregulation führen und demzufolge NSSV fördern. Die von den Patient*innen in der Bubble-Studie gezeigte Vermeidungsstrategie auf Wahrnehmungsebene kann somit als eine maladaptive Emotionsregulationsstrategie klassifiziert werden, bei der die Emotionsverarbeitung bereits zu Beginn bei den Patient*innen verändert ist.

Ein möglicher Grund für diese veränderte Emotionswahrnehmung bei den Patient*innen im Bubble-Experiment kann eine von der Norm abweichende Annäherungs- bzw. Vermeidungsstruktur der Jugendlichen mit NSSV darstellen. Campbell und Kolleg*innen zeigten, dass das Annäherungs- und Vermeidungsverhalten bei traurigen Reizen stark davon abhing, ob die eigene Hilfestellung als geschätzt oder als hilfreich angesehen wurde (Campbell et al., 2023). Im Gegensatz zu gesunden Individuen mit stabilen Beziehungserfahrungen und einer gesunden Emotionsregulation, die traurige Gesichtsausdrücke in der Regel mit annäherndem, prosozialem Verhalten wie Trost in Verbindung bringen (siehe: Gračanin, Bylsma, et al., 2018; Gračanin, Kraemer, et al., 2018), könnten Jugendliche mit NSSV, aufgrund ihrer belasteten Familienverhältnisse, eine unterschiedliche Sichtweise entwickelt haben. Viele Patient*innen mit NSSV entstammen Familienverhältnissen mit psychisch erkrankten Eltern, schwierigen familiären Beziehungen und erhöhtem emotionalen Stress im häuslichen Umfeld (Gromatsky

et al., 2017; Liang et al., 2022; Tschan et al., 2015). Jugendliche in solchen Umgebungen haben möglicherweise weniger Gelegenheit gehabt zu lernen, dass ihre eigenen Bemühungen um Unterstützung oder Trost als hilfreich und geschätzt angesehen werden. Dies könnte dazu führen, dass traurige Gesichtsausdrücke von Patient*innen mit NSSV als etwas potenziell Negatives bewertet werden, das sich überfordernd auswirkt, da in der Vergangenheit aversive oder inkongruente Verhaltensweisen auf das eigene Annäherungsverhalten gezeigt wurden. Hierdurch könnten Emotionen, die bei gesunden Jugendlichen Sympathien auslösen und annähernd wirken, bei den Patient*innen mit NSSV eine drastisch divergente Interpretation hervorrufen und infolgedessen Vermeidungsreaktionen auslösen. Da kein Elternbelastungsfragebogen durchgeführt wurde, kann dieser Zusammenhang jedoch nur postuliert werden.

Diese unterschiedliche Bewertung der emotionalen Situation, aufgrund abweichender Beziehungserfahrungen, bietet auch ein mögliches Erklärungsmodell für die divergierenden Forschungsergebnisse zur Emotionswahrnehmung bei Patient*innen mit NSSV. Demzufolge würde die veränderte Emotionswahrnehmung nicht notwendigerweise von dem selbstverletzenden Verhalten an sich abhängen, sondern von individuellen Faktoren wie der subjektiven Interpretation der Emotion oder der persönlichen Einschätzung der eigenen Bewältigungsfähigkeiten. Diese Interpretation findet Unterstützung in früheren Forschungsergebnissen, die zeigten, dass Menschen in ihrer Annahme variieren, ob Emotionen grundsätzlich kontrollierbar sind (Tamir et al., 2007) und Individuen persönlich dazu imstande sind, ihre eigenen Emotionen zu regulieren (Caprara et al., 2008). Dabei greifen Personen, die nicht das Gefühl haben ihre Emotionen angemessen kontrollieren zu können, vermehrt auf Vermeidungsstrategien zur Emotionsregulation zurück (De Castella et al., 2018). Auch Patient*innen mit NSSV fallen in diese Kategorie. Sie berichten häufig, keine Kontrolle über ihre eigenen Emotionen zu haben (Mettler et al., 2021) und greifen dabei vermehrt auf Vermeidungsstrategien zur Emotionsregulation zurück (Angelakis & Gooding, 2021).

Die identifizierte erhöhte Sensitivität gegenüber den Emotionen anderer Menschen, wie sie in vorangegangenen Studien identifiziert wurde, kann ebenfalls in diese Deutung integriert werden (Lynch et al., 2006; Wagner & Linehan, 1999; Ziebell et al., 2017). Wie von Pollak und Kolleg*innen demonstriert, konnten neunjährige Kinder, die körperliche Bedrohungen erlebt haben, wütende und feindselige Gesichtsausdrücke rascher identifizieren als ihre Altersgenossen (Pollak et al., 2009). Innerhalb des Rahmens von NSSV könnten die Jugendlichen zwar eine erhöhte Sensitivität gegenüber

spezifischen emotionalen Zuständen aufweisen, gleichzeitig jedoch versuchen, sich proaktiv von diesen emotional belastenden Stimuli zu distanzieren. Dieses Verhalten könnte dazu dienen, potenziell belastende emotionale Reaktionen oder unangenehme Assoziationen, die mit ihren eigenen emotionalen Erfahrungen zusammenhängen, zu entkommen. Demzufolge könnte die Vermeidung auf Wahrnehmungsebene als eine durch persönliche Erfahrung geformte Copingstrategie interpretiert werden, die sich potenziell während der Adoleszenz herausbildet.

Zusammenfassend zeigen Jugendliche mit NSSV eine veränderte Emotionswahrnehmung, insbesondere in Bezug auf traurige Emotionen, wobei traurige emotionale Gesichtsausdrücke von den Patient*innen weniger akkurat identifiziert werden können. Grund hierfür könnte eine Vermeidungsreaktion auf Wahrnehmungsebene darstellen, welche als maladaptive Copingstrategie gewertet werden kann und von individuellen Erfahrungen mit spezifischen Emotionen geprägt ist.

5.1.2 Hypothese 2 – *Layer-wise Relevance Propagation*

In der explorativen Hypothese 2 wurde untersucht, welche Gesichtsinformationen von den Gruppen bei einer voneinander abweichenden Emotionswahrnehmung genutzt werden. Für die Beantwortung dieser Hypothese wurden die Submodelle der traurigen Bedingung herangezogen. Dies geschah aufgrund der Ergebnisse der Dreifachinteraktion aus Hypothese 1.4, die darauf hindeuteten, dass der Unterschied in der Modellgenauigkeit zwischen dem NSSV- und Kontrollmodell auftrat, weil das NSSV-Modell im Vergleich zum Kontrollmodell eine reduzierte Fähigkeit zeigte, traurige Emotionen im Kontext neutraler Gesichtsausdrücke akkurat zu klassifizieren. Um die Gesichtsregionen zu identifizieren, die zur unterschiedlichen Modellgenauigkeit der Gruppen-Modelle beigetragen haben, wurde eine Rückpropagierung durch die Submodelle der traurigen Bedingung durchgeführt und die relevanten Gesichtsinformationen für die Emotionserkennung beider Gruppen isoliert.

Generell wurde deutlich, dass sowohl für das Kontroll- als auch das NSSV-Submodell die Regionen rund um die Augen, die Nase und den Mund besonders entscheidend für eine akkurate Klassifikation der traurigen Emotion waren. Dementsprechend wurden die Modelle auf die für die Emotionserkennung relevanten Gesichtsregionen trainiert und nutzten weniger Informationen, die zwar im Stimulusmaterial vorhanden

sein mochten, aber unter natürlichen Umständen von Menschen nicht zur Emotionsklassifikation herangezogen werden (beispielsweise die Kopfgröße).

Mittels abhängiger t-Tests konnten zudem Unterschiede in den Relevanzanteilen für die Klassifikation trauriger Gesichtsausdrücke zwischen dem Kontroll- und dem NSSV-Submodell ermittelt werden. Hieraus ließen sich drei relevante Pixel-Cluster identifizieren, wobei der Bereich der linken Stirnregion und Augenpartie vermehrt von den Kontrollproband*innen zur Emotionserkennung bei traurigen Gesichtsausdrücken genutzt wurde. Im Vergleich wurde der Bereich des rechten unteren Augenlids und des Musculus nasalis sowie der Bereich des linken Musculus depressor anguli oris vermehrt von den Patient*innen zur Emotionserkennung genutzt.

Die überlegene Leistung des Kontrollmodells bei der Erkennung trauriger Emotionen deutet darauf hin, dass der Bereich der linken Stirnregion und Augenregion, in Bezug auf die Identifikation trauriger Gesichtsausdrücke im Vergleich zu den beiden anderen Clusterregionen, zu bevorzugen ist. Diese Interpretation steht im Einklang mit bisherigen Forschungsergebnissen, wobei das Verdecken der Augenregion emotionale Gesichtsausdrücke neutraler und weniger gefühlsbetont erscheinen lassen (McCrackin et al., 2023). Wird der Fokus der Emotionserkennung demnach nicht auf die Augenregion gelegt, werden emotionale Gesichtsausdrücke als neutraler bewertet. Diese Einschätzungsverzerrung bietet eine mögliche Erklärung, weshalb die Patient*innengruppe im Bubble-Experiment traurige Gesichtsausdrücke häufiger fälschlicherweise als neutral einstufte.

Ebenso ergab die Untersuchung von McCrackin und Kolleg*innen (2023), dass die Verdeckung der Augenregion bei den Proband*innen zu einer Verringerung des Empathieempfindens führte. Da empfundene Empathie in der Regel dazu führt, dass Heranwachsende Annäherungsverhalten zeigen (Findlay et al., 2006), könnten die Jugendlichen mit NSSV möglicherweise von dem Versuch profitieren, ihre Empathie für andere Personen zu reduzieren, insbesondere wenn sie das Bedürfnis nach Annäherungsverhalten minimieren möchten, um erfolglose Emotionsregulationsversuche zu verhindern. In Anbetracht dessen ist der Fokus auf die Gesichtsregionen, die nicht der Augenpartie entsprechen, kongruent mit der Annahme eines Vermeidungsverhaltens auf Wahrnehmungsebene bei den Patient*innen mit NSSV. Zusätzlich ist das Einfühlungsvermögen mit kognitiven Kosten verbunden (C. D. Cameron et al., 2019), welche für die belastete Patient*innengruppe als besonders kräftezehrend erlebt werden kann,

wodurch eine Vermeidung der auslösenden Reize eine potenzielle kurzfristige Schutzfunktion darstellt. Anlehnend an das *Experiential Avoidance Model* würde diese kurzfristige Schutzfunktion jedoch langfristig die Aufrechterhaltung von NSSV begünstigen (Chapman et al., 2006).

Die Differenzkarte in Abbildung 16 zeigte zudem eine laterale Betonung der linken Gesichtshälfte des Kontroll-Modells, nicht aber des NSSV-Modells. Hierbei wiesen Pixelbereiche des linken Auges, der linken Stirnregion und der linken Mundregion eine höhere Relevanz für die Klassifikation des Kontroll-Modells, im Vergleich zum NSSV-Modell, auf. In der Regel neigen Individuen dazu, ihren Blick zunächst auf die Augen auszurichten (S. J. Thompson et al., 2019) und lenken daraufhin ihren Fokus verstärkt auf die rechte Gesichtshälfte (Burt & Perrett, 1997; Guo et al., 2009). Eine denkbare Erklärung für die Fokussierung der linken Gesichtshälfte könnte in einer hemisphärischen Asymmetrie begründet sein, wobei emotionale Ausdrücke verstärkt auf der linken Gesichtshälfte gezeigt werden (Mandal & Ambady, 2004; Sackeim et al., 1978) und linke Gesichtskonstruktionen unter anderem als härter, aktiver und erregbarer bewertet werden (Karch & Grant, 1978). Da der emotionale Ausdruck des Stimulusmaterials für eine bessere Vergleichbarkeit der traurigen und fröhlichen Emotionen im Bubble-Experiment reduziert wurde, könnte die verstärkte emotionale Darstellung der linken Gesichtshälfte eine akkuratere Emotionsklassifikation erlauben und die Lateralisierung im Antwortverhalten der Kontrollproband*innen erklären. Im Vergleich dazu wirkt die rechte Gesichtshälfte weicher, passiver und weniger böse (Karch & Grant, 1978) und könnte für die Patient*innen als weniger belastend wahrgenommen worden sein. In Anbetracht einer möglichen Vermeidungsstrategie könnten die Patient*innen ihren Fokus auf die Gesichtshälfte mit geringerer emotionaler Intensität gerichtet haben, um einer emotionalen Überlastung vorzubeugen. Zusätzlich konnten Hausmann und Kolleg*innen nachweisen, dass der Fokus auf die rechte Gesichtshälfte bei traurigen Gesichtsausdrücken nicht mehr vorhanden war, sobald ausschließlich niedrige Ortsfrequenzinformationen der Gesichter präsentiert wurden, die unterhalb der Wahrnehmungsschwelle lagen (Hausmann et al., 2019). Diesbezüglich könnte der Lateralisierungseffekt möglicherweise aufgrund der begrenzten Ortsfrequenzinformationen durch die Bubble-Technik abgemildert worden sein.

Eine weitere mögliche Erklärung bietet eine der Data-Augmentationstechniken. Dabei wurden die Gesichter unter anderem mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,5 vertikal

gespiegelt. Dadurch wurde ein Teil des Stimulusmaterials seitenverkehrt in das Modelltraining integriert, was möglicherweise zu einer Verzerrung der beobachteten lateralen Betonung beigetragen hat. Es ist wichtig anzumerken, dass die Data-Augmentationstechnik der vertikalen Spiegelung zwar einen Beitrag zur lateralen Betonung beigetragen hat, jedoch kann diese Technik nicht allein für die beobachtete Lateralisierung verantwortlich gemacht werden, da das Modelltraining eine höhere Anzahl von zusätzlichen, nicht gespiegelten Bildern einschloss. Zusätzlich zeigte sich dieser Effekt der lateralen Betonung nicht im NSSV-Modell, was darauf hindeutet, dass Gruppenunterschiede ebenfalls eine Rolle bei der Interpretation der Ergebnisse spielen. Die Ergebnisse ließen sich zudem nicht aufgrund mangelnder Sehfähigkeit erklären, da die Proband*innen beider Gruppen keine Sehschwächen aufwiesen.

Zusammenfassend legt die explorative Hypothese 2 nahe, dass die signifikanten Modellunterschiede in der Emotionswahrnehmung aufgrund unterschiedlich priorisierter Gesichtsinformationen zur Emotionsklassifikation entstanden. Obwohl das Kontroll- und das NSSV-Submodell äquivalente Gesichtsregionen für eine präzise Klassifikation identifizierten, neigte das NSSV-Modell dazu, Gesichtsbereiche zu bevorzugen, die weniger geeignet für eine genaue Emotionsklassifikation waren. Darüber hinaus zeigte sich eine potenziell hilfreiche laterale Fokussierung im Kontroll-Modell, die im NSSV-Modell nicht beobachtet wurde. In Übereinstimmung mit Hypothese 1 signalisieren diese Ergebnisse eine veränderte Emotionswahrnehmung bei Jugendlichen mit NSSV, welche sich durch eine potenzielle Vermeidung relevanter Gesichtsinformationen zeigt und hierdurch die emotionale Reaktion der Patient*innen auf emotionsinduzierende Situationen beeinflussen kann.

5.1.3 Hypothese 3 – Fragebögen

In der konfirmatorischen Hypothese 3 [3.1 – 3.7] wurde postuliert, dass sich die Patient*innengruppe signifikant in allen Bereichen der Emotionsregulation, der emotionalen Reaktivität, der emotionalen Kompetenz und der Symptomausprägung der Komorbiditäten von der gesunden Kontrollgruppe unterscheidet. Hierbei sollten die Patient*innen vermehrt Emotionsregulationsschwierigkeiten beschreiben und von erhöhter emotionaler Reaktivität und reduzierter emotionaler Kompetenz berichten.

Gleichzeitig wurde erwartet, dass die Patient*innen in allen erfassten Komorbiditätsbereichen höhere Ausprägungen aufweisen. Diesbezüglich konnten sämtliche Annahmen bestätigt werden.

Es ist dabei anzumerken, dass die interne Konsistenz aller eingesetzter Fragebögen innerhalb der Bubble-Studie exzellent war, wodurch eine valide Interpretation der Ergebnisse ermöglicht wurde. Eine Ausnahme stellte die Subskala EOT des AQC dar, welche eine interne Konsistenz von $\alpha = ,49$ aufwies. Diese unzureichende interne Konsistenz steht im Einklang mit der von Rieffe und Kolleg*innen (2002) identifizierten, unzureichenden Faktorhomogenität der Subskala. Daher sollten die Ergebnisse dieser Subskala mit Vorsicht interpretiert werden. Die beobachteten Gruppenunterschiede in den Fragebogendaten wiesen insgesamt hohe Effektstärken auf. Hierdurch können sowohl die Unterschiede in den Emotionsverarbeitungsmechanismen zwischen den Patient*innen und den Kontrollproband*innen, als auch die Differenzen in den Komorbiditätsausprägungen als klinisch relevant gewertet werden. Moderate Effektstärken zeigten sich ausschließlich in den Subskalen RA und EU des EKF-S+. Diese moderaten Effekte könnten darauf hinweisen, dass die Gruppenunterschiede in diesen spezifischen Bereichen der emotionalen Kompetenz möglicherweise nicht so deutlich ausgeprägt sind wie in den anderen Aspekten der Emotionsverarbeitung. Auch die EOT Subskala wies ausschließlich eine moderate Effektstärke auf.

Schwierigkeiten in der Emotionsregulation und erhöhte emotionale Reaktivität wurden bereits in zahlreichen Studien zu NSSV, mithilfe der in dieser Dissertation verwendeten Fragebögen, dokumentiert (siehe: Kandsperger et al., 2022; Ritschel et al., 2015). Die Ergebnisse der Bubble-Studie reihen sich dementsprechend in die bisherige Forschungsliteratur ein und bestätigen das Vorhandensein von Emotionsregulationsschwierigkeiten sowie erhöhter emotionaler Reaktivität bei Patient*innen mit NSSV. Auch die Prävalenz der komorbiden Erkrankungen in Verbindung mit NSSV wurde bereits ausführlich untersucht (siehe: Calati et al., 2017; Cerutti et al., 2014; Claes et al., 2014; Gatta, Dal Santo, et al., 2016; Goodman et al., 2017; Lyssenko et al., 2018; Reichl & Kaess, 2021; Thai et al., 2021; Yong et al., 2023).

Weniger wissenschaftliche Arbeiten haben sich hingegen intensiv mit dem übergreifenden Konstrukt der emotionalen Kompetenz bei Patient*innen mit NSSV auseinandergesetzt (Thomassin et al., 2017; Y. Wang et al., 2022). Innerhalb der Bubble-Studie zeigte sich in Bezug auf die emotionale Kompetenz, dass die Patient*innen mit NSSV ihre Fähigkeiten zur Emotionserkennung signifikant schlechter als die Kontrollgruppe

einschätzten. Diese Selbsteinschätzung erstreckte sich sowohl auf die Erkennung eigener Emotionen als auch auf die Emotionen anderer Personen. Zusätzlich schätzten sie ihre Fähigkeiten die Gefühle anderer positiv beeinflussen zu können als geringer ein. Diese Fähigkeiten sind auf die soziale Interaktion bezogen und werden deshalb nicht der emotionalen Kompetenz im engeren Sinne zugeschrieben. Der kompetente Umgang mit den Gefühlen anderer basiert jedoch auf der Fähigkeit, die Gefühle des Gegenübers akkurat erkennen zu können, was eine Grundlage der emotionalen Kompetenz darstellt (Rindermann, 2009). Unabhängig von der Fähigkeit zum angemessenen Umgang mit Emotionen, berichten die Patient*innen mit NSSV zudem von einem reduzierten Interesse an der eigenen und fremden Gefühlswelt, einem geringeren Streben nach Selbstverständnis, einem geringeren Wunsch an den Gefühlen anderer Menschen teilzuhaben und einer geringeren Wertschätzung eines positiven Umgangs mit Emotionen und der Orientierung daran.

Demzufolge unterscheiden sich die Patient*innen ausdrücklich in ihrer selbsteingeschätzten emotionalen Kompetenz von der gesunden Kontrollgruppe. Aufgrund der moderaten Effektstärke der Subskalen RA und EU zeigt sich jedoch, dass die Auswirkungen dieser reduzierten emotionalen Kompetenz in sozialen Situationen sowie das mangelnde Interesse an der eigenen sowie fremden Gefühlswelt, einen mittelmäßigen Effekt haben könnten. Dies könnte darauf hindeuten, dass trotz der unterschiedlichen Selbsteinschätzung in der emotionalen Kompetenz, die praktischen Auswirkungen in sozialen Situationen weniger stark ausgeprägt sind.

Anknüpfend an die Interpretation der vorherigen Hypothesen stützt die eingeschränkte Kompetenz zur erfolgreichen Beeinflussung sozialer Interaktionen zudem die Deutung der behavioralen Ergebnisse im Sinne eines möglichen Vermeidungsverhaltens seitens der Patient*innen. Die veränderte Einstellung zu Gefühlen, bei der die Patient*innen weniger Interesse daran bekunden, an den Gefühlen anderer Menschen teilzunehmen, könnte ebenfalls im Kontext einer Vermeidungsstrategie der Patient*innen interpretiert werden, aber auch ein von der Vermeidung unabhängiges Desinteresse darstellen. Aufgrund der Konzipierung der Fragebögen war es nicht möglich, eine emotionsspezifische Evaluation der emotionalen Kompetenz, noch der anderen Emotionsverarbeitungsprozesse vorzunehmen. Daher konnte, im Gegensatz zu den Verhaltensdaten, keine emotionsspezifische Interpretation durchgeführt werden, wodurch nicht evaluiert werden kann, ob die Selbsteinschätzungen zur emotionalen

Kompetenz, oder zu den anderen Emotionsverarbeitungsprozessen emotionsspezifisch variieren.

Zusammenfassend zeigen sich klare Unterschiede zwischen den Proband*innen-gruppen in allen erfragten Aspekten der Emotionsverarbeitung und der Komorbiditätsschwere, wobei die Patient*innengruppe von Defiziten in der emotionalen Kompetenz, Schwierigkeiten in der Emotionsregulation, erhöhter emotionaler Reaktivität und höherer Symptombelastung berichtet. Mittels der Hypothese 4 soll folglich diskutiert werden, ob spezifische Bereiche der eruierten Emotionsverarbeitung mit der veränderten Emotionswahrnehmung assoziiert sind, oder ob die komorbiden Erkrankungen einen Teil dazu beitragen.

5.1.4 Hypothese 4 – gemischte lineare Modelle

Innerhalb der Hypothese 4 wurde postuliert, dass der Einfluss der Komorbiditäten und Emotionsverarbeitung auf die Relevanzanteile der Gesichtsregionen zur Emotionserkennung in Abhängigkeit davon variiert, welcher Clustertyp (C1, C2, C3) für die Emotionserkennung verwendet wird. Dabei sollten die Komorbiditäts- und maladaptiven Emotionsverarbeitungsfragebögen negativ mit C1 und positiv mit C2 und C3 assoziiert sein (Hypothesen 4.1 – 4.6), während die emotionale Kompetenz positiv mit C1 und negativ mit C2 und C3 in Verbindung stehen sollte (Hypothese 4.7). Für die Beantwortung der Hypothesen wurden verschiedene LMM berechnet und die Modelle mit der höchsten Parsimonität verglichen.

Um die Ergebnisse dieser Arbeit fundiert zu interpretieren, ist es zunächst essenziell, die spezifischen methodischen Entscheidungen für die Durchführung der LMM-Analyse zu erörtern. Ein zentraler Aspekt dieser Analyse war die Integration von Fragebögen mit teilweise überlappenden Konstrukten. Die Fragebögen zur Emotionsverarbeitung, spezifisch die ERS, die DERS und der EKF-S/EKF-S+, sowie der AQC für Alexithymie, erfassen unterschiedliche Facetten der Emotionsverarbeitung und ermöglichten somit eine detaillierte Analyse dieses Konstrukts. Durch die Integration sämtlicher Emotionsverarbeitungsfragebögen als kumulative Prädiktoren in das LMM wurde ein ganzheitliches Verständnis der Funktion der Emotionsverarbeitungsprozesse für die Emotionswahrnehmung angestrebt. Diese Diversität ermöglichte eine dif-

ferenzierte Betrachtung von Einflussfaktoren auf die AV, die von individuellen Persönlichkeitsmerkmalen wie Alexithymie, über fähigkeitsbezogene Faktoren wie der emotionalen Kompetenz, bis hin zu Aspekten des emotionalen Erlebens und möglichen Defiziten in der Emotionsregulation reichten. Trotz der geringen Multikollinearität nach der z-Standardisierung und Zentrierung der Prädiktoren, sollte beachtet werden, dass die gleichzeitige Integration mehrerer artverwandter Fragebögen das Risiko für konzeptionelle Überlappungen in den erfassten Konstrukten birgt, welche die Interpretation der Ergebnisse beeinträchtigen könnten.

5.1.4.1 rEKF-S+ Modell

Insgesamt wurden im Rahmen des LMMs fünf bedeutsame Effekte identifiziert. Die Ergebnisse des LMMs zeigten einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen der Dissoziationsausprägung und dem Clustertyp C3, wobei C3 an Relevanz gewann, je höher die Ausprägung der dissoziativen Symptomatik war. Aus der Interpretation von Hypothese 2 ist bekannt, dass die Verwendung von Gesichtsregionen unter C1 die Wahrscheinlichkeit einer korrekten Klassifikation der traurigen Emotion erhöht, während die Verwendung der Gesichtsregionen unter C2 und C3 die Wahrscheinlichkeit einer präzisen Klassifikation verringert. Je ausgeprägter die Dissoziationssymptomatik war, desto stärker verlagert sich demnach der Fokus der Proband*innen weg von der Augenregion und hin zu der Mundregion. Da die Dissoziation unter anderem dazu dient, aversiven Zuständen zu entkommen (Dewe et al., 2016), könnte die Lenkung der Aufmerksamkeit weg von der Augenregion die Abgrenzung aus der sozialen Situation, und möglicherweise auch die dissoziativen Zustände, erleichtern. Aufgrund der höheren Dissoziationsausprägung in der Patient*innengruppe ist diese Verschiebung des Fokus von der Augenregion zur Mundregion kongruent mit der Interpretation einer Vermeidungsstrategie auf Wahrnehmungsebene bei Jugendlichen mit NSSV.

Ein weiterer signifikanter Interaktionseffekt zeigte sich zwischen der emotionalen Kompetenz und dem Clustertyp C3, wobei C3 umso relevanter für die Emotionsklassifikation war, je höher die emotionale Kompetenz der Proband*innen ist. Da die emotionale Kompetenz ein breites Fähigkeitsspektrum beinhaltet (Hare et al., 2024), lässt sich anhand dieses Modells nicht spezifizieren, welcher Aspekt der emotionalen Kom-

petenz für die vorliegende Assoziation ausschlaggebend ist. Daher wurde eine detailliertere Analyse mittels des rEKF-S/S+ Modells vorgenommen, um eine umfassendere Interpretation zu ermöglichen.

Darüber hinaus konnte im LMM ein signifikanter Effekt der EKF-S+ Subskala „Einstellungen zu Gefühlen“ identifiziert werden. Gemäß dem Manual deuten höhere Werte auf dieser Subskala darauf hin, dass die Proband*innen Emotionen als besonders bedeutsam einschätzen und sich an ihnen orientieren. Sie bevorzugen einen positiven Umgang mit emotionalen Zuständen und haben den Wunsch, an der Gefühlswelt anderer Menschen teilzuhaben. Diese Einstellung ist dabei unabhängig von den selbstbewerteten Fähigkeiten im emotional kompetenten Verhalten (Rindermann, 2009). Im Kontext des LMMs führten diese Einstellungen zu Gefühlen zu einer reduzierten Verwendung aller identifizierten Gesichtskluster für die Emotionserkennung. Unabhängig davon, ob bestimmte Gesichtsregionen sich besonders gut oder schlecht für die Emotionserkennung eignen, wiesen Proband*innen mit höheren Werten in den „Einstellungen zu Gefühlen“ keine Präferenz für jegliche Clusterregionen auf.

Eine mögliche Deutung dieses Ergebnisses könnte eine effizientere Nutzung der Gesichtsinformationen bei Personen mit höheren Werten in den „Einstellungen zu Gefühlen“ darstellen. Diese Proband*innen könnten ein potentiell breiteres Spektrum an subtilen Informationen aus den Gesichtsstimuli extrahiert haben, wodurch ihr Fokus nicht auf spezifische Gesichtsregionen beschränkt sein musste. Demnach könnten Personen, die Emotionen anderer Menschen als besonders wichtig erachten, mehr Aufmerksamkeit auf emotionsrelevante Stimuli lenken und demzufolge geübter in deren Erkennung sein. Diese Interpretation steht im Einklang mit Scherers Konzept der Emotionswahrnehmungskompetenz (Scherer, 2010). Scherer betonte, dass effektive Emotionswahrnehmung nicht statisch, sondern vielmehr dynamisch, iterativ und emergent sein sollte. Dies bedeutet, dass ein hohes Maß an Wahrnehmungskompetenz durch die integrierte Verarbeitung eines vielseitigen und sich ständig verändernden Informationsstroms entsteht. Demzufolge stünde der reduzierte Fokus auf die für die Mehrheit der Proband*innen relevanten Gesichtskluster für eine potenziell höhere Wahrnehmungskompetenz.

Auch bisherige Forschungen zur emotionalen Intelligenz zeigten den Einfluss der emotionalen Fähigkeit auf die Emotionswahrnehmung (Fiori, 2009). EI umfasst dabei die Fähigkeit, Emotionen wahrzunehmen, zu verstehen, auszudrücken sowie zu ver-

arbeiten und mit ihnen zu argumentieren (Mayer et al., 2008), und stellt eine Komponente von *Emotion Reasoning* der emotionalen Kompetenz dar (Hare et al., 2024)., Dabei soll die EI die Aufmerksamkeit oder Sensitivität für emotionale Hinweisreize erhöhen und somit eine genauere Wahrnehmung der Emotionen anderer Individuen aufgrund eines breiteren Informationsspektrums ermöglichen (Fiori, 2009). Folglich könnte der erhöhte Fokus auf Emotionen, wie sie durch die "Einstellungen zu Gefühlen" identifiziert wurden, ein Indiz für eine größere Anzahl an verwendeten emotionalen Hinweisreizen darstellen, die bei den Proband*innen zu einer heterogeneren Nutzung der Gesichtsinformationen geführt hat. Ein Indiz dafür, dass die Nutzung subtiler Gesichtsinformationen ein Kompetenzmerkmal darstellt, bietet die Forschung von Matsumoto und Hwang (2011). Die Forscher demonstrierten, dass die Erkennung von Mikroexpressionen – unterdrückte, kaum wahrnehmbare Emotionen – durch gezielte Trainingsmaßnahmen verbessert werden kann (Matsumoto & Hwang, 2011). Dies legt nahe, dass die akkurate Wahrnehmung von subtilen emotionalen Gesichtsinformationen ein Kompetenzmerkmal darstellt, welches erlernt und optimiert werden kann. Weitere Forschung ist jedoch notwendig, um zu untersuchen, ob die Einstellungen zu Emotionen, unabhängig von der selbsteingeschätzten emotionalen Kompetenz, zu einer präziseren Identifikation emotionsrelevanter Gesichtsinformationen und einer heterogeneren Nutzung dieser Informationen führt.

Konträr ist jedoch anzumerken, dass auch der gegenteilige Effekt zutreffen könnte. Ein reduzierter Fokus auf alle drei Gesichtsregionen könnte die Emotionswahrnehmung potenziell beeinträchtigen. Diese Interpretation ist insbesondere relevant, da auch das Cluster C1 von den Proband*innen weniger Beachtung fand, obwohl die Betrachtung der Augenregion die Emotionserkennung grundsätzlich erleichtert (Bayless et al., 2011; McCrackin et al., 2023). Da die Reaktionszeit der Proband*innen im Bubble-Experiment nicht erfasst wurde, kann zudem nicht bestimmt werden, ob diese Proband*innen mehr Zeit für die Emotionsklassifikation in Anspruch nahmen oder ob die erhöhte Orientierung an Emotionen eine potenziell schnellere Identifikation relevanter Informationen erlaubte.

Ein weiterer signifikanter Effekt des LMMs zeigte sich in der Interaktion der Altersvariable und dem Cluster C3. Während bei einem höheren Proband*innenalter der Relevanzanteil für die Verwendung der Cluster C1 und C2 reduziert war, stieg die Relevanz des Clusters C3 gegenteilig mit höherem Alter an. Jüngere Proband*innen fokus-

sierten sich demzufolge vornehmlich auf die obere Gesichtshälfte, während ältere Proband*innen den Bereich in der Nähe des Mundes bevorzugten, obgleich grundsätzlich der Relevanzanteil des Clusters C3 im Vergleich zu den anderen Clustern reduziert war.

Die Proband*innengruppen waren im Alter jedoch nicht äquivalent, obwohl sie sich im Mittel nicht signifikant voneinander unterschieden. Stattdessen nahmen, im Vergleich zu der Patient*innengruppe, vermehrt ältere Kontrollproband*innen an der Bubble-Studie teil. Gleichzeitig stellte das Cluster C3 eine Gesichtsregion dar, welche vornehmlich von den Patient*innen zur Emotionserkennung verwendet wurde. In Anbetracht dessen müssten die älteren Patient*innen besonders stark zur Relevanzverteilung dieses Clusters in der LRP beigetragen haben. Im Kontext der Vermeidungsstrategie steigt die Vermeidung emotionstragender Reize, wie der Augenregion, demzufolge mit fortschreitendem Alter an. Diesbezüglich könnten vermehrte negative Erfahrungen über die Lebenszeit zu einem gesenkten Blick führen und den Fokus auf die Augenpartie reduzieren. Ein Indiz hierfür bietet die Forschung von Suzuki und Kolleg*innen (2020), die zeigten, dass der Fokus auf die Augenregion bereits im Alter von fünf Jahren bei Kindern mit maladaptiven Kindheitserfahrungen abnimmt. Zusätzlich stellten Laghi und Kolleg*innen (2021) fest, dass jugendliche Patient*innen mit NSSV Schwierigkeiten hatten, positive und negative Emotionen korrekt zu identifizieren, sofern ihnen lediglich die Augenpartie zur Verfügung stand. Dies lässt ebenfalls vermuten, dass die Patient*innen die Augenregion bei der Emotionserkennung weniger priorisieren und sich die geringere Fähigkeit aus einer Vermeidungshaltung dieser visuellen Reize entwickelt hat.

Ein weiterer bedeutsamer Interaktionseffekt manifestierte sich zwischen der Schulart und dem Clustertyp 3, wobei eine höhere Schulart mit einer steigenden Bedeutung des Clusters C3 für die Emotionsklassifikation trauriger Gesichtsausdrücke assoziiert war. Die Schulart ist dabei ein Indiz für den sozioökonomischen Status (Sirin, 2005) und die Intelligenz eines Kindes (Roth et al., 2015). Ein niedriger sozioökonomischer Status wurde in Studien mit Psychopathologie im Kindes- und Jugendalter in Verbindung gebracht (Peverill et al., 2021), wodurch der positive lineare Zusammenhang von Schulart und C3 zunächst paradox erscheint. Wenn der reduzierte Fokus auf die Augenregion jedoch als Bewältigungsstrategie betrachtet wird, bei der potenziell überfordernde Reize bereits auf Wahrnehmungsebene vermieden werden sollen, erweist sich eine schnelle Analyse und Interpretation der sozialen Situation als vorteilhaft. Hierfür

können emotionale Kompetenz, ein hoher Bildungsgrad und altersbezogene Reifeprozesse förderlich sein. Ungeachtet dessen, dass die Vermeidungsstrategie auf Wahrnehmungsebene von bestimmten Kompetenzen profitieren könnte, kann die langfristige Anwendung der Vermeidungsstrategie jedoch zu Schwierigkeiten in der Emotionsregulation führen und demzufolge NSSV begünstigen (Chapman et al., 2006).

Interessanterweise zeigten sich in diesem Modell die meisten positiven Prädiktorinteraktionen mit dem Cluster C3, welches die Clusterregion im unteren Gesichtsbereich darstellt, während verglichen mit C3 besonders C1 an Relevanz verlor. Hieraus lässt sich argumentieren, dass mit steigendem Alter, höherer emotionaler Kompetenz und höherer Schulart eine möglicherweise bewusste Abwendung von der Augenregion stattfindet. Obwohl die Betrachtung der Augenregion die Emotionserkennung grundsätzlich erleichtert (Bayless et al., 2011; McCrackin et al., 2023), scheint in Kombination mit diesen Faktoren ein möglicher Versuch unternommen zu werden, negative emotionale Gesichtsausdrücke anderer Menschen weniger akkurat zu erkennen. Da C3 häufiger und C1 weniger häufig von der Patient*innengruppe genutzt wurde, scheint dieser Effekt eine möglicherweise erlernte Vermeidungsstrategie der Patient*innen darzustellen.

5.1.4.2 rEKF-S/S+ Modell

Nachdem im rEKF-S+ Modell eine signifikante Assoziation zwischen der emotionalen Kompetenz und dem Clustertyp C3 festgestellt wurde, erfolgte die Berechnung eines neuen Modells, das die Subkomponenten der emotionalen Kompetenz individuell untersuchte. Nach der Reduktion der Prädiktoren konnten sechs signifikante Effekte identifiziert werden. Während sich im rEKF-S/S+ Modell ein vergleichbarer Effekt von Clustertyp und EKF-S+ EU zeigte und äquivalent interpretiert werden kann, verlor die Interaktion der Dissoziationsskala mit dem Cluster C3 ihre Signifikanz. Stattdessen wiesen mehrere Subskalen der emotionalen Kompetenz einen signifikanten Einfluss auf die Relevanzanteile auf.

Zum einen zeigte sich ein signifikanter Effekt der EKF-S Subskala „Regulation und Kontrolle eigener Gefühle“. Dabei gewannen alle Cluster an Bedeutung für die Emotionserkennung, je höher die selbsteingeschätzten Fähigkeiten der Proband*innen wa-

ren, ihre eigenen Emotionen regulieren und kontrollieren zu können. In dieser Konstellation wird das Gegenteil einer Vermeidungsstrategie deutlich, da keine Gesichtsregionen bei der Emotionserkennung vernachlässigt oder vermieden werden. Bei Jugendlichen, die keine Emotionsregulationsschwierigkeiten aufweisen, sollten selbst belastende emotionale Zustände anderer Menschen kein Vermeidungsverhalten auf Wahrnehmungsebene auslösen, da sie in der Lage sind, ihre eigenen emotionalen Reaktionen adaptiv zu regulieren. Dabei wiesen Proband*innen mit höheren Werten in der „Regulation und Kontrolle eigener Gefühle“ keine Präferenz für bestimmte Clusterregionen auf und nutzten alle relevanten Gesichtsregionen gleichermaßen. Diese Assoziation ist plausibel, da in Abwesenheit bewusster oder unbewusster Vermeidung sämtliche relevante Informationen genutzt werden können.

Ein möglicher Grund, warum die Fähigkeit zur Regulation und Kontrolle eigener Emotionen mit der Emotionswahrnehmung assoziiert sind und nicht die DERS, die Schwierigkeiten in der Emotionsregulation misst, bieten Hare und Kolleg*innen (2024). Sie argumentieren, dass nicht alle Subskalen der DERS unmittelbar die Schwierigkeiten in der Emotionsregulation widerspiegeln. Insbesondere wird die Subskala der emotionalen Klarheit (K) eher dem intrapersonellen emotionalen Denken (*Emotion Reasoning*) zugeordnet, da sie die Fähigkeit misst, die eigenen empfundenen Emotionen zu identifizieren. Somit können die unterschiedlichen Schwerpunkte der Skalen die fehlende Assoziation der DERS mit dem Clustertyp erklären.

Eine weitere Interaktion der emotionalen Kompetenz mit dem Clustertyp stellt die EKF-S Subskala „Erkennen von Emotionen bei anderen“ dar. Hierbei wird das Cluster C3 umso bedeutungsvoller, je höher die subjektiv eingeschätzte eigene Fähigkeit zur Emotionserkennung ist. Gleichzeitig nimmt die Relevanz der Cluster C1 und C2 mit steigender Erkennungsfähigkeit ab. Im Kontext des rEKF-S+ Modells wurde postuliert, dass die Funktionsweise der Vermeidungsstrategie auf Wahrnehmungsebene eine rasche Analyse der sozialen Situation erfordert, die auf Kompetenzprozessen beruht. Im Rahmen des rEKF-S/S+ Modells zeigt sich detailliert, dass die Fähigkeit zur akkuraten Emotionserkennung diese Komponente darstellt. Demnach sollte die Fähigkeit, Emotionen bei anderen zu erkennen, besonders ausgeprägt sein, um rechtzeitig unangenehme soziale Situationen zu erkennen und bewusst zu vermeiden. Eine höhere Ausprägung in der „Regulation und Kontrolle eigener Gefühle“ führt hingegen nicht zu einem reduzierten Fokus auf die Augenregion, da die eigene emotionale Reaktion auf

emotionale Reize kontrollierbar erscheint. Demnach könnte die Verbesserung bestimmter Kompetenzkomponenten für die erfolgreiche Bewältigung sozialer Situationen förderlich sein (beispielsweise adaptive Emotionsregulation), während die Entwicklung anderer Kompetenzkomponenten (Emotionswahrnehmung), bei gleichzeitig defizitärer Emotionsregulationsfähigkeiten, potenziell Vermeidungsverhalten und im weiteren Sinne NSSV fördert. In diesem Zusammenhang blieben auch die Assoziationen der Altersvariable und der Schulart äquivalent zum rEKF-S+ Modell, wodurch diese auf die gleiche Art interpretiert werden können.

Die größten Unterschiede zwischen dem rEKF-S+ Modell und dem rEKF-S/S+ Modell zeigten sich bezüglich der Dissoziationssymptomatik und der emotionalen Kompetenz. Dabei verlor die Dissoziation an Signifikanz, als die einzelnen emotionalen Kompetenzkomponenten in das LMM gingen. Innerhalb des rEKF-S+ Modells stieg die Varianz der Clustervariable für alle drei Cluster mit höherer Dissoziationsausprägung stark an. Dies legt nahe, dass unbekannte Einflussfaktoren möglicherweise die Varianz im Modell beeinflusst haben. Ein ähnlicher Effekt konnte im rEKF-S/S+ Modell nicht beobachtet werden, was darauf hindeutet, dass die Komponenten der emotionalen Kompetenz den eigentlichen Zusammenhang mit dem Clustertyp abbilden. Die „Regulation und Kontrolle eigener Gefühle“ und das „Erkennen von Emotionen bei anderen“ könnten demnach die fehlende Assoziation der Dissoziationsausprägung innerhalb des rEKF-S/S+ Modells erklären. Da die Dissoziation dazu verwendet wird, den eigenen emotionalen Zuständen zu entkommen (Dewe et al., 2016), können die Prädiktoren, die sich mit der Kontrolle eigener Gefühle befassen und in den Kontext der Emotionserkennung setzen, die Varianz der SDE-J erklären. Wodurch nicht die Dissoziationssymptomatik an sich zu einer veränderten Emotionswahrnehmung beiträgt, sondern die darunter liegenden Regulierungsversuche zu einer veränderten Emotionswahrnehmung führen. Dabei kann die Dissoziation nur eine der möglichen Strategien darstellen.

Letztlich unterschieden sich das rEKF-S+ Modell und das rEKF-S/S+ Modell bezüglich der Relevanzanteile der Innersubjektvariable Clustertyp (C1, C2, C3). Während sich innerhalb des rEKF-S+ Modells ausschließlich der Relevanzanteil von Cluster C3 von C1 und C2 unterschied, zeigten im rEKF-S/S+ Modell sowohl C2 als auch C3 signifikante Unterschiede zur Referenzkategorie. Dabei wies C3 grundsätzlich eine geringere Relevanz für die Klassifikation trauriger Emotionen auf, während C2 im rEKF-S/S+ Modell im Vergleich zu C1 eine höhere Relevanz demonstrierte. Da es sich

bei dem Relevanzanteil um den über die Pixel eines Clusters gemittelten Beitrag des Clusters zur Emotionsklassifikation handelt, haben Größenunterschiede zwischen den Clustern keinen Einfluss auf deren Relevanzwerte. Die Unterschiede in den Signifikanzniveaus lassen sich potenziell darauf zurückführen, dass einer der zusätzlichen Prädiktoren unerwartet die Varianz des Clusters C2 im rEKF-S+ Modell beeinflusste. Insgesamt zeichnet sich das rEKF-S/S+ Modell durch eine höhere Parsimonität aus und scheint den tatsächlichen Zusammenhang zwischen den Einflussfaktoren und der Emotionswahrnehmung am besten widerzuspiegeln, weshalb die Ergebnisinterpretation des rEKF-S/S+ Modells bevorzugt wird.

Interessanterweise konnten im rEKF-S/S+ Modell weder die Komorbiditäten noch die Gruppenzugehörigkeit die veränderte Emotionswahrnehmung der Patient*innen erklären. Dies legt die Vermutung nahe, dass die veränderte Emotionswahrnehmung der Jugendlichen mit NSSV möglicherweise vor dem Auftreten der psychischen Erkrankung existierte und einen potenziellen Risikofaktor für deren Entstehung darstellt. Ähnliche Ergebnisse wurden von Brotman und Kolleg*innen (2008) identifiziert, welche die Emotionserkennung bei Patient*innen mit einer bipolaren Störung, Jugendlichen mit einem genetischen Risiko für bipolare Störungen und gesunden Kontrollpersonen untersuchten. Die Risikogruppe zeigte dabei vergleichbare Defizite in der Klassifikation emotionaler Gesichtsausdrücke zur Patient*innengruppe, dabei unterschieden sich beide Gruppen signifikant von der Kontrollgruppe (Brotman et al., 2008). Zusätzlich deuten die Ergebnisse darauf hin, dass fähigkeitsbezogene Aspekte, insbesondere solche, die mit emotionaler Kompetenz in Zusammenhang stehen, die Wahrnehmung von emotionalen Gesichtsausdrücken beeinflussen können. Da die emotionale Kompetenz ein Fähigkeitsmerkmal darstellt (Rindermann, 2009), können bereits kurze emotionale Kompetenztrainings die Emotionsregulation und -wahrnehmung signifikant verbessern und somit potentiell präventiv gegen die Entstehung psychischer Erkrankungen wirken (Domitrovich et al., 2017; Nelis et al., 2011).

Zusammenfassend zeigte sich, dass Bereiche der emotionalen Kompetenz einen Einfluss darauf hatten, welche Gesichtsbereiche für die Emotionserkennung herangezogen wurden. Dabei sind die Regulation und Kontrolle eigener emotionaler Zustände positiv mit der Emotionswahrnehmung assoziiert, während die Fähigkeit, die Emotionen anderer besonders akkurat zu erkennen, potenziell für Vermeidungsverhalten auf Wahrnehmungsebene genutzt werden kann. Unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit tendierten Proband*innen, welche Emotionen als grundsätzlich unbedeutender

einschätzten, dazu, sich stärker auf bestimmte Gesichtsregionen zu konzentrieren, was sie möglicherweise bei der Identifikation subtiler emotionaler Hinweisreize einschränkte. Zusätzlich spielte das Alter und die Schulart der Proband*innen eine Rolle in der Verwendung spezifischer Gesichtsregionen, wobei ältere Proband*innen und Proband*innen mit höherem Schulabschluss, insbesondere der Patient*innengruppe, die Augenregion weniger für die Emotionserkennung nutzten.

Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die veränderte Emotionswahrnehmung bei den Patient*innen fähigkeitsbezogen ist und durch individuelle Erfahrungen und Entwicklungsprozesse geprägt ist. Frühzeitige Präventionsmaßnahmen könnten daher essenziell sein, um die auf der Wahrnehmungsebene basierende Vermeidungsstrategie bei den Patient*innen mit NSSV zu minimieren, bevor diese Verhaltensmuster durch altersbezogene Erfahrungsprozesse verstärkt werden. In Übereinstimmung mit dem *Experiential Avoidance Model* von Chapman und Kolleg*innen (2006) könnte eine therapeutisch geleitete Auseinandersetzung mit aversiven emotionalen Situationen frühzeitig das Vermeidungsverhalten der Patient*innen reduzieren und somit langfristig der Entstehung und Aufrechterhaltung von NSSV entgegenwirken.

5.2 Stärken der Forschungsarbeit

Im Anschluss an die Diskussion der Hauptfragestellung sollen im Folgenden die methodischen Stärken dieser Dissertation hervorgehoben werden. Die vorliegende Studie ist nach aktueller Literaturrecherche die erste, die mittels der Bubble-Technik untersuchte, ob der Emotionsverarbeitungsprozess bei jugendlichen Patient*innen mit NSSV bereits bei der Wahrnehmung von emotionalen Stimuli verändert ist. Aufgrund des innovativen maschinellen Lernansatzes konnten subtile Muster in der Emotionswahrnehmung der Patient*innen identifiziert werden, die mit traditionellen Methoden, wie beispielsweise der Reaktionszeit und Antwortgenauigkeit, nicht erkannt werden. Dabei wurde die maschinellen Lernmodelle mittels der von den Gruppen generierten Composite-Bilder trainiert, welche die exakten Ortsfrequenzinformationen beinhalten, die Proband*innengruppen für die Emotionserkennung benötigten. Hierdurch konnten klare und methodisch fundierte Wahrnehmungsunterschiede anhand aller für die Emotionserkennung verwendeter Informationen identifiziert werden. Zusätzlich

profitiert diese Studie von der Integration behavioraler Methoden, validierter Fragebögen und diagnostischer Interviews, wodurch eine umfassende Analyse der Einflussfaktoren auf die Emotionswahrnehmung der Patient*innen mit NSSV ermöglicht wurde.

Eine weitere wesentliche Stärke dieser Studie besteht in der charakteristischen klinischen Stichprobe an hochbelasteten Jugendlichen mit NSSV aus einer Kinder- und Jugendpsychiatrie mit Versorgungsauftrag. Innerhalb dieser Stichprobe spiegelte sich sowohl die Heterogenität des Erstauftretts von NSSV bei den Jugendlichen wider, ebenso wie die unterschiedliche Frequenz an NSSV zwischen den Patient*innen. Aufgrund dieser Diversität erscheint die Übertragbarkeit auf andere Patient*innengruppen mit NSSV als wahrscheinlich und fundiert. Die Diagnosestellung innerhalb der Bubble-Studie wurde zudem durch den Vergleich mit den Einschätzungen erfahrener klinischer Experten validiert und somit die Genauigkeit der Diagnose gewährleistet.

Insgesamt bietet diese Studie bedeutsame Einsichten in die veränderte Emotionswahrnehmung bei jugendlichen Patient*innen mit NSSV und leistet einen entscheidenden Beitrag zur Klärung der Anfangsphase des veränderten Emotionsregulationsprozesses dieser Patient*innengruppe.

5.3 Limitationen der Forschungsarbeit

In der vorliegenden Studie sind trotz sorgfältiger Planung und Durchführung einige Limitationen zu berücksichtigen, welche die Interpretation der Ergebnisse beeinflussen könnten. Eine Limitation dieser Studie besteht darin, dass die ursprünglich für die Poweranalyse festgelegte konservative Gruppengröße aufgrund der zeitlichen Einschränkungen nicht erreicht wurde. Obwohl die Gruppengröße die empfohlene Größe für die Erkennung eines großen Effekts überschritt, wurde die Mindestgröße für die Detektion eines mittleren Effekts nicht erreicht. Dies könnte die statistische Power der Bubble-Studie verringern und deren Fähigkeit beeinflussen, subtile Effekte zu identifizieren, was die Generalisierbarkeit der Ergebnisse potenziell beeinträchtigt. Dennoch muss angemerkt werden, dass sich die Poweranalyse auf ein Fixed-Effekt-Modell mit 11 Prädiktoren bezog. Diese Methode stellt eine konservativere Schätzmethode dar, verglichen mit einer spezifischen Poweranalyse für LMMs mittels der *lmer*-Funktion aus dem *lme4*-Paket in R (Hilbert et al., 2019). Es besteht daher die Möglichkeit, dass

die für diese Studie eingeschlossene Stichprobe ausreichend ist, um auch einen mittleren Effekt bezüglich der LMMs zu identifizieren.

Des Weiteren konnte keine Äquivalenz der Gruppen erreicht werden, obwohl sich die Gruppen bezüglich ihres Alters nicht signifikant voneinander unterschieden. Hierdurch kann nicht ausgeschlossen werden, dass mögliche Alters- oder Entwicklungseffekte Einfluss auf die Ergebnisse des Bubble-Experiments hatten und potenzielle Gruppenunterschiede maskiert wurden. Der identifizierte Interaktionseffekt von Alter und dem Cluster C3 deutet zudem darauf hin, dass die spezifischen Gesichtsregionen, die für die Emotionsklassifikation von Bedeutung sind, nicht universell festgelegt sind, sondern von individuellen Entwicklungsstadien oder Alterungsprozessen beeinflusst werden, weshalb zukünftige Studien von einer Altersäquivalenz der Gruppen profitieren könnten.

Zusätzlich wurden die Gruppen nicht bezüglich ihres Intelligenzquotienten parallelisiert. Da die Intelligenzmessung ausschließlich der Einschlussdiagnostik in die Bubble-Studie diente, wurde von einer Durchführung der Intelligenzdiagnostik abgesehen, sofern bereits klinikinterne Intelligenzmessungen der teilnehmenden Patient*innen vorlagen. Die regulär in der Klinik durchgeführten Intelligenztests waren der Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder (Schober et al., 2005) sowie der SON-R 2-8 Non-verbaler Intelligenztest (Irblich, 2021). Aufgrund der unterschiedlichen Diagnoseinstrumente war es nicht möglich, direkte Intelligenzvergleiche zwischen den Gruppen durchzuführen. Es zeigte sich jedoch ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der besuchten Schulart zwischen den Gruppen, welcher zum Teil auf die unterschiedliche Altersstruktur zurückzuführen war. Dennoch kann dieser Befund den Einfluss potenzieller Intelligenzunterschiede auf die Emotionswahrnehmung nicht ausschließen und stellt dementsprechend eine Limitation dieser Studie dar.

Stark ausgeprägte, emotionale Gesichtsausdrücke unterscheiden sich zudem erheblich hinsichtlich ihrer physiologischen Merkmale. Um eine bessere Vergleichbarkeit des Reizmaterials zu gewährleisten, wurden die Emotionen im Bubble-Experiment in geringerer Intensität dargestellt. Hierdurch kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich die Emotionswahrnehmung der Patient*innen mit NSSV der Kontrollgruppe angleicht, sobald die emotionalen Gesichtsausdrücke in ihrer vollen Intensität präsentiert werden oder weitere Hinweisreize wie Gesichtsbewegungen oder Blickrichtungen hinzukommen. Im Blogdesign wurden zudem nur emotionale mit neutralen Gesichtsausdrücken verglichen. Hierdurch kann keine Aussage darüber getroffen werden, wie sich

die Emotionswahrnehmung der Patient*innen verändert, sofern emotionale Gesichtsausdrücke miteinander verglichen werden.

Durch die Anwendung des maschinellen Lernansatzes ging zusätzlich die spezifische Information darüber verloren, welche individuellen Ortsfrequenzinformationen für die veränderte Emotionswahrnehmung der Patient*innen mit NSSV verantwortlich waren. Somit konnte nicht untersucht werden, ob der Fokus auf emotionale Merkmale einer bestimmten Ortsfrequenz für die veränderte Emotionswahrnehmung der Patient*innen ausschlaggebend war. Trotz dieses Verlustes an detaillierter Einzelinformation ist der maschinelle Lernansatz zu bevorzugen, da dieser die ganzheitliche Integration der Informationen aus allen Ortsfrequenzen ermöglichte und somit die tatsächlichen Wahrnehmungsunterschiede der Proband*innengruppen besser abbildete.

Eine weitere Limitation dieser Studie besteht in der ungleichen statistischen Teststärke zwischen den Modellen für die Clustergenerierung und den Modellen zur personenbezogenen Relevanzanteilgenerierung für die LMM-Analyse. Während für die Clustergenerierung im Rahmen von Hypothese 2 jeweils die Hälfte der Proband*innendaten der entsprechenden Gruppe in das Modelltraining einfließen, wurden für die Analyse der Einflussfaktoren personenspezifische Modelle mit deutlich weniger Daten trainiert. Aufgrund der geringeren Teststärke könnten subtilere Effekte oder Interaktionen zwischen den Prädiktoren und den Relevanzanteilen im LMM möglicherweise nicht detektiert worden sein.

Eine letzte Limitation dieser Studie stellt die Skalenbildung des EKF-S dar. Während neuere Untersuchungen die emotionale Kompetenz in vier Komponenten teilen (Hare et al., 2024), orientiert sich der EKF-S (Rindermann, 2009) noch an der Unterteilung in die zwei Hauptkomponenten Emotionswahrnehmung und Emotionsgenerierung. Hierdurch erhielt beispielsweise die Empathie keine eigene Subskala und findet sich stattdessen in einzelnen Items des EKF-S wieder (Item 11: „Ich kann die Gefühle anderer gut nachvollziehen.“). Spezifische Einflüsse der Empathie auf die Emotionswahrnehmung konnten demnach nicht untersucht werden und sollten das Thema zukünftiger Studien werden.

Trotz der identifizierten Limitationen trägt die Bubble-Studie einen wertvollen Beitrag zur wissenschaftlichen Literatur bei und bietet wichtige Erkenntnisse bezüglich der veränderten Emotionswahrnehmung von jugendlichen Patient*innen mit NSSV. Dennoch sind weitere Studien notwendig, um den komplexen Zusammenhang zwischen

der Emotionswahrnehmung und den Regulationsbemühungen der Patient*innen mit NSSV zu ergründen.

5.4 Weiterführende Untersuchungen und Forschungsausblick

Innerhalb der Bubble-Studie konnte gezeigt werden, dass der Emotionsverarbeitungsprozess bei Patient*innen mit NSSV bereits bei der Informationsselektion verändert ist und die Patient*innen visuelle Ortsfrequenzinformationen für die Klassifikation trauriger Gesichtsausdrücke weniger akkurat nutzten. Bisher ist jedoch unklar, ob die abweichende Verwendung dieser visuellen Ortsfrequenzinformationen bei traurigen Emotionen auf aktivem Vermeidungsverhalten beruht oder ob sich die kognitiven Verarbeitungsprozesse der Patient*innen mit NSSV von denen gesunder Kontrollproband*innen unterscheiden. Eine mögliche Vorgehensweise, um diese Wissenschaftslücke zu untersuchen wäre, die emotionalen Gesichtsausdrücke in ihre hohen und niedrigen Ortsfrequenzinformationen zu unterteilen und individuell unterhalb der bewussten Wahrnehmungsschwelle zu präsentieren. Verschiedene Methoden könnten hierfür angewandt werden, wie das Hinzufügen von Rauschmustern zum Stimulusmaterial, Rückwärtsmaskierung durch einen nachfolgenden Reiz oder mittels extrem kurzer Darbietungszeiten unterhalb der bewussten Wahrnehmungsschwelle. Wenn es sich bei der veränderten Emotionswahrnehmung der Patient*innen mit NSSV um eine bewusste Vermeidungsstrategie handelt, sollten sie sich in ihrer Erkennungsleistung demnach nicht mehr von den gesunden Kontrollproband*innen unterscheiden. Zeigt sich stattdessen erneut ein Gruppenunterschied bezüglich mindestens einer spezifischen Ortsfrequenzinformation der traurigen Gesichtsausdrücke, stellt dies ein Indiz für eine veränderte, unbewusste neuronale Verarbeitungsweise dar.

Um zu klären, ob das Konzept der *Experiential Avoidance* eine potenzielle Erklärung für die veränderte Emotionswahrnehmung der Patient*innen mit NSSV bietet, könnten zukünftige Studien zudem Fragebögen zur Erfassung dieses Konzepts verwenden, wie beispielsweise den *Multidimensional Experiential Avoidance Questionnaire* (Gámez et al., 2011). Anlehnend an die Untersuchungsergebnisse von McCrackin und Kolleg*innen (2023), würden zukünftige Forschungsbemühungen zur Emotionswahrnehmung des Weiteren davon profitieren, Empathie und die subjektiv empfundenen

Kosten von geäußelter Empathie für die Patient*innen mit NSSV zu erfassen. In diesem Zusammenhang könnte überprüft werden, ob die Vermeidung der Augenpartie im Bubble-Experiment, wie in Kapitel 5.1.2 postuliert, tatsächlich mit einem reduzierten Empathieempfinden der Patient*innen assoziiert ist und Vermeidungsverhalten begünstigt.

Letztlich könnte analysiert werden, ob emotionales Kompetenztraining einen positiven Einfluss auf das Vermeidungsverhalten der Patient*innen im Umgang mit negativen Gesichtsausdrücken hat. Individuen, die das Gefühl haben ihre eigenen Emotionen nicht kontrollieren zu können, tendieren eher dazu, emotionsauslösende Situationen zu vermeiden (De Castella et al., 2018). Daher wäre es von Interesse zu untersuchen, ob emotionales Kompetenztraining das eigene Kontrollempfinden in sozialen Situationen steigert und somit das Vermeidungsverhalten der Jugendlichen mit NSSV reduziert. Sollte sich diese Vermutung bewahrheiten, könnten künftige therapeutische Interventionen ebenfalls davon profitieren, sich gezielt auf die Reduktion von Vermeidungsverhalten im Wahrnehmungsbereich bei den Patient*innen mit NSSV zu fokussieren. Da das Alter im Bubble-Experiment die Fokussierung der Augenregion negativ beeinflusste, gewinnt die Bedeutung von emotionalen Kompetenztrainings besonders im Kindes- und Jugendalter an Relevanz.

5.5 Schlussfolgerung

Zusammenfassend konnte mittels dieser Dissertation eine von der Norm abweichende Emotionswahrnehmung bei Jugendlichen mit NSSV identifiziert werden, welche sich in einer reduzierten Emotionserkennung trauriger Gesichtsausdrücke widerspiegelte, jedoch nicht emotionsübergreifend auftrat. Diese Ergebnisse stützen die Annahme, dass der Emotionsregulationsprozess bei Patient*innen mit NSSV bereits bei der Informationsselektion aus der Umwelt verändert ist. Zusätzlich konnten spezifische Gesichtsregionen identifiziert werden, welche von den Patient*innen bei der im Vergleich zur Kontrollgruppe weniger effizienten Emotionserkennung verwendet wurden. Die veränderte Emotionswahrnehmung konnte jedoch nicht auf die psychiatrische Belastung der Patient*innengruppe zurückgeführt werden, stattdessen zeigte sich ein Einfluss der emotionalen Kompetenz, der Schulart und des Alters, wodurch die veränderte Emotionswahrnehmung krankheitsunabhängig durch individuelle Fähigkeiten

und Erfahrungen moduliert wurde. Hierdurch kann die veränderte Emotionswahrnehmung, aufgrund von individuellen emotionalen Kompetenzunterschieden, als ein potenzieller Risikofaktor für die Entstehung und Aufrechterhaltung von NSSV angesehen werden.

Die Ergebnisse der Bubble-Studie erweitern demzufolge das Verständnis der Einflussfaktoren von Emotionsverarbeitungsprozessen auf das NSSV bei Kindern und Jugendlichen. Sie verdeutlichen die Relevanz frühzeitiger Maßnahmen zur Reduktion von potenziellem Vermeidungsverhalten während der Informationsselektion, durch die Inklusion von emotionalen Kompetenztrainings in das therapeutische Setting. Diese Erkenntnisse könnten einen wichtigen Beitrag zu präventiven Ansätzen leisten, um die Entstehung und Aufrechterhaltung von NSSV im Ansatz zu adressieren.

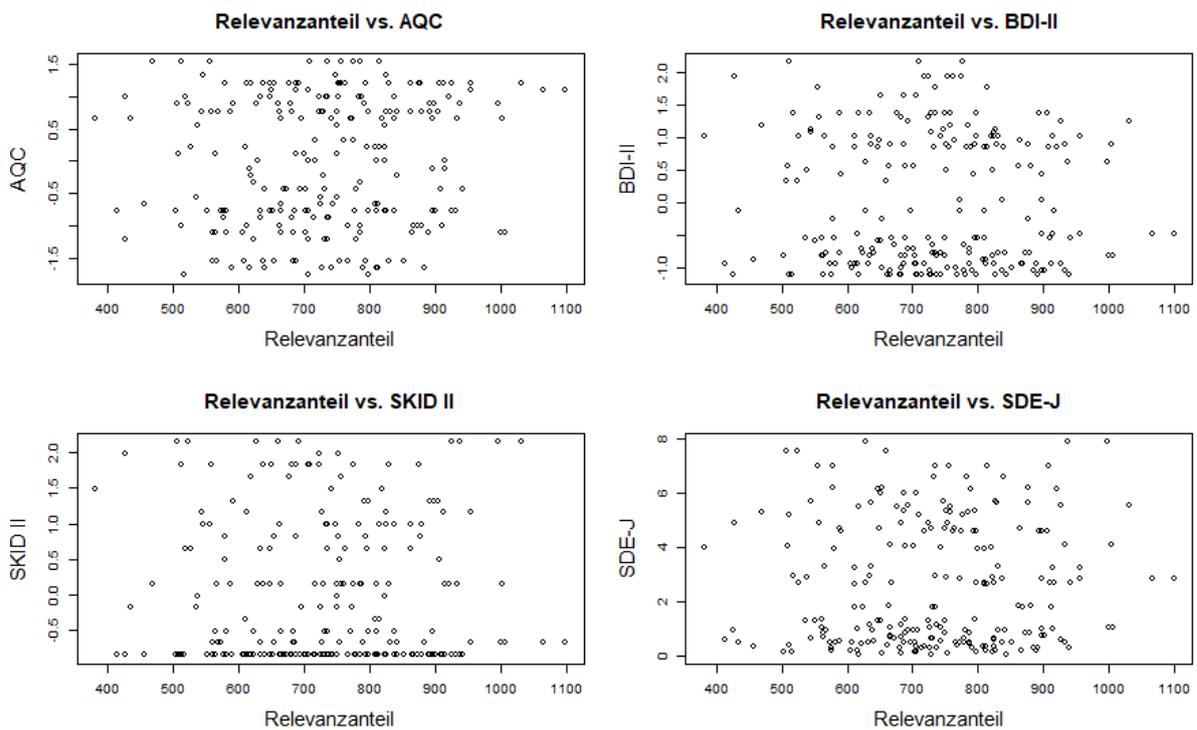
Anhang A

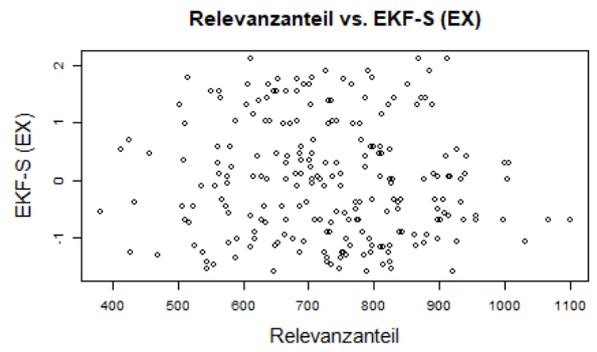
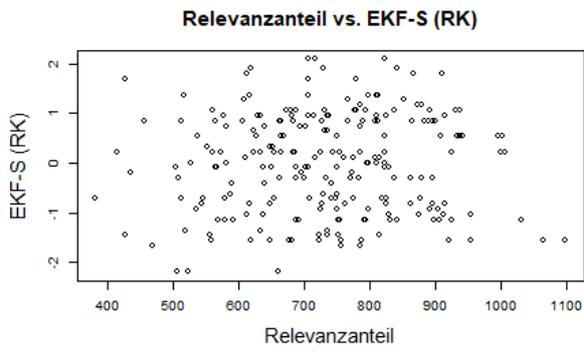
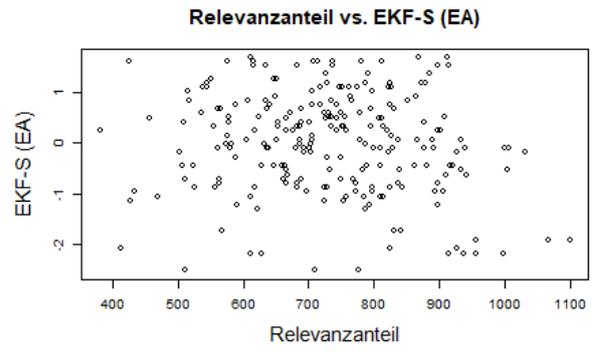
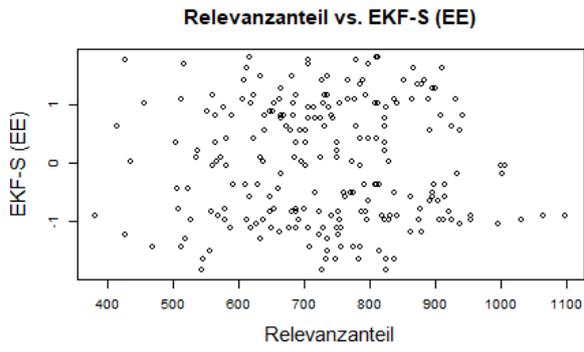
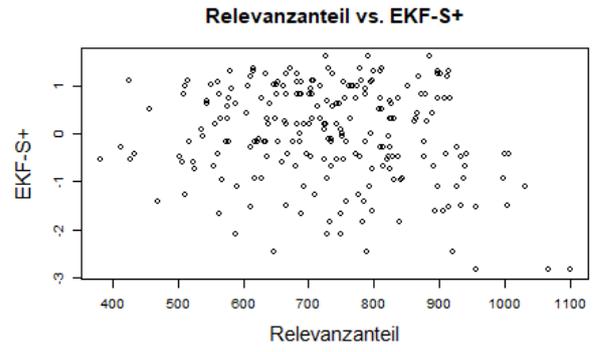
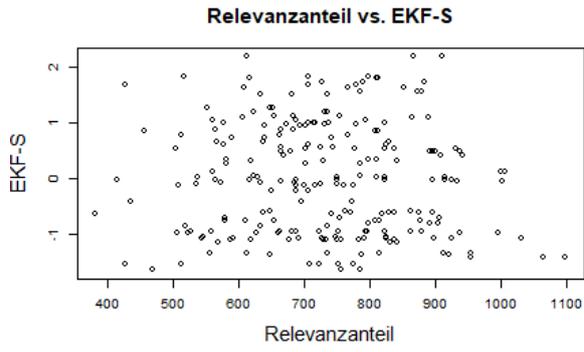
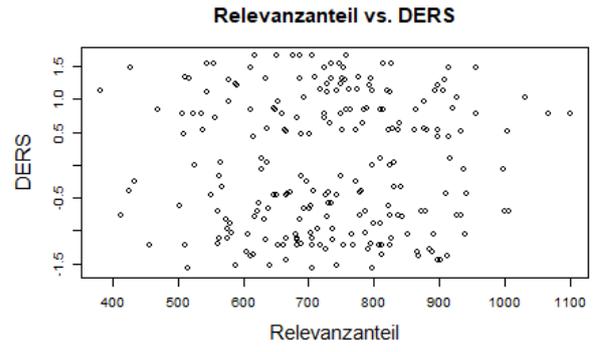
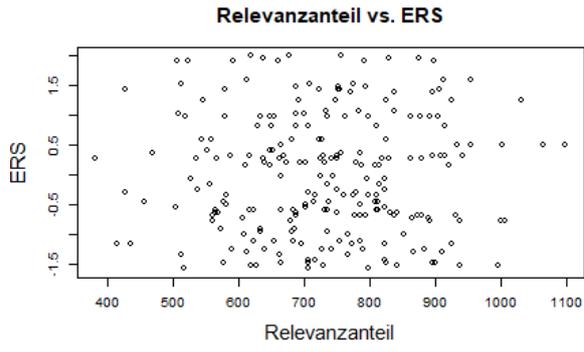
Voraussetzungsprüfung der gemischten linearen Modelle

Dieser Anhang beinhaltet die grafischen Darstellungen der Voraussetzungsprüfungen für die gemischten linearen Modelle. Die folgenden Grafiken bieten einen visuellen Einblick in die Validierung der Modellannahmen und können in Verbindung mit den Hauptergebnissen interpretiert werden.

Abbildung 29

Lineare Beziehungen zwischen den UVs und der AV





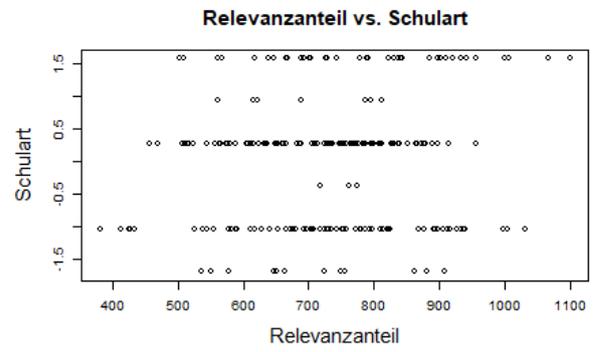
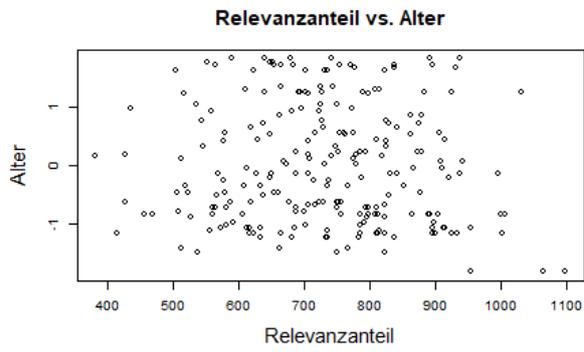
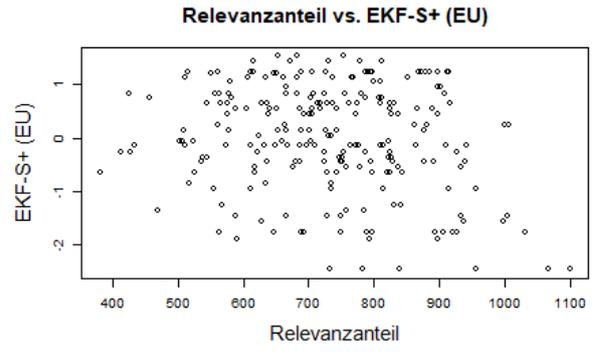
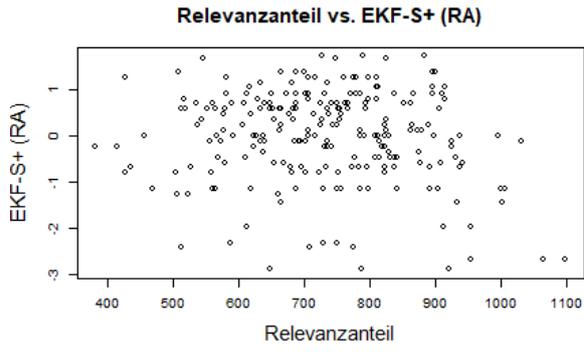


Abbildung 30

Grafische Darstellung der Heteroskedastizität

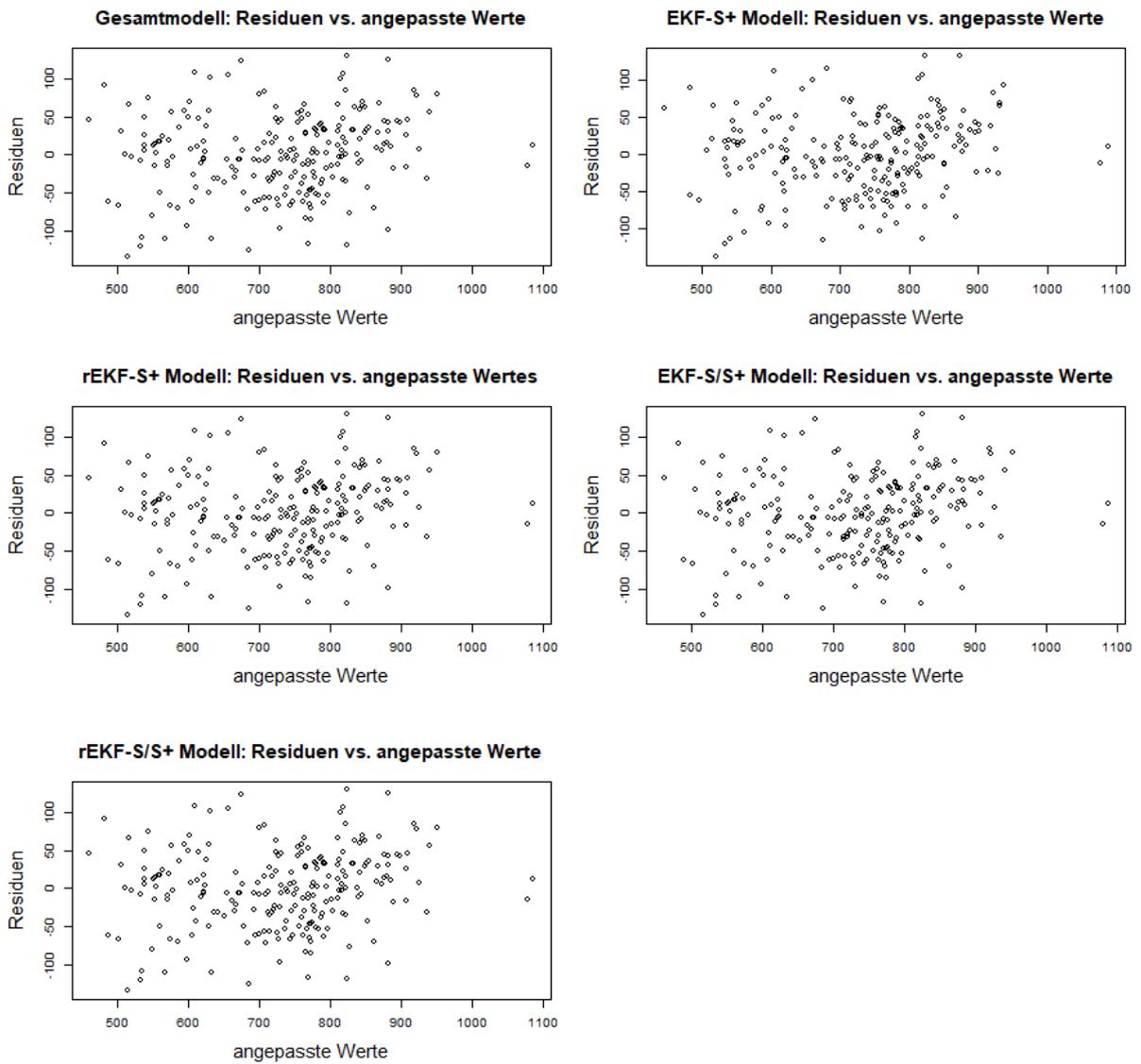


Abbildung 31

Grafische Darstellung der Unabhängigkeit der Fehlerterme

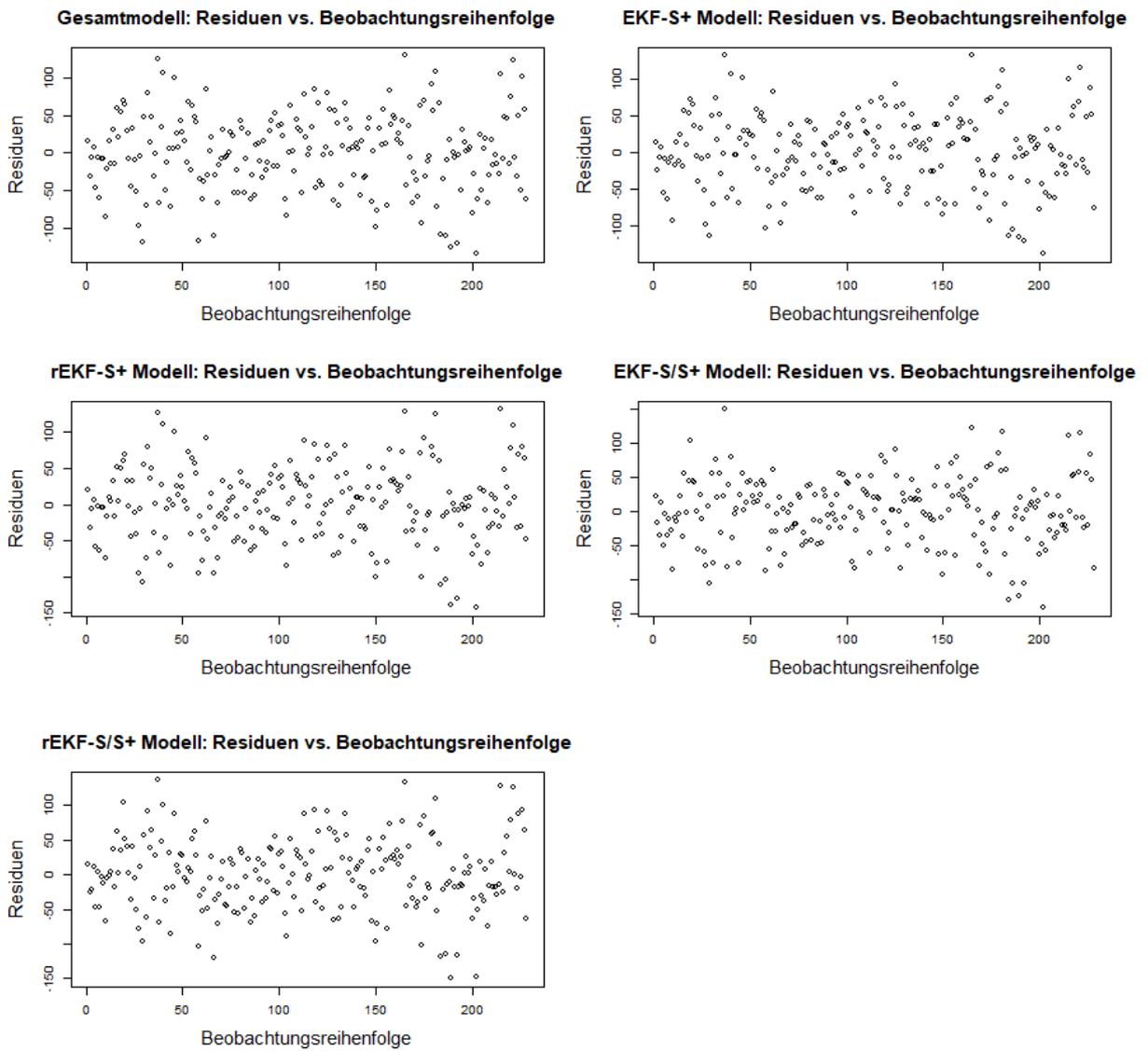


Abbildung 32

Grafische Darstellung der Normalverteilung der Fehlertherme

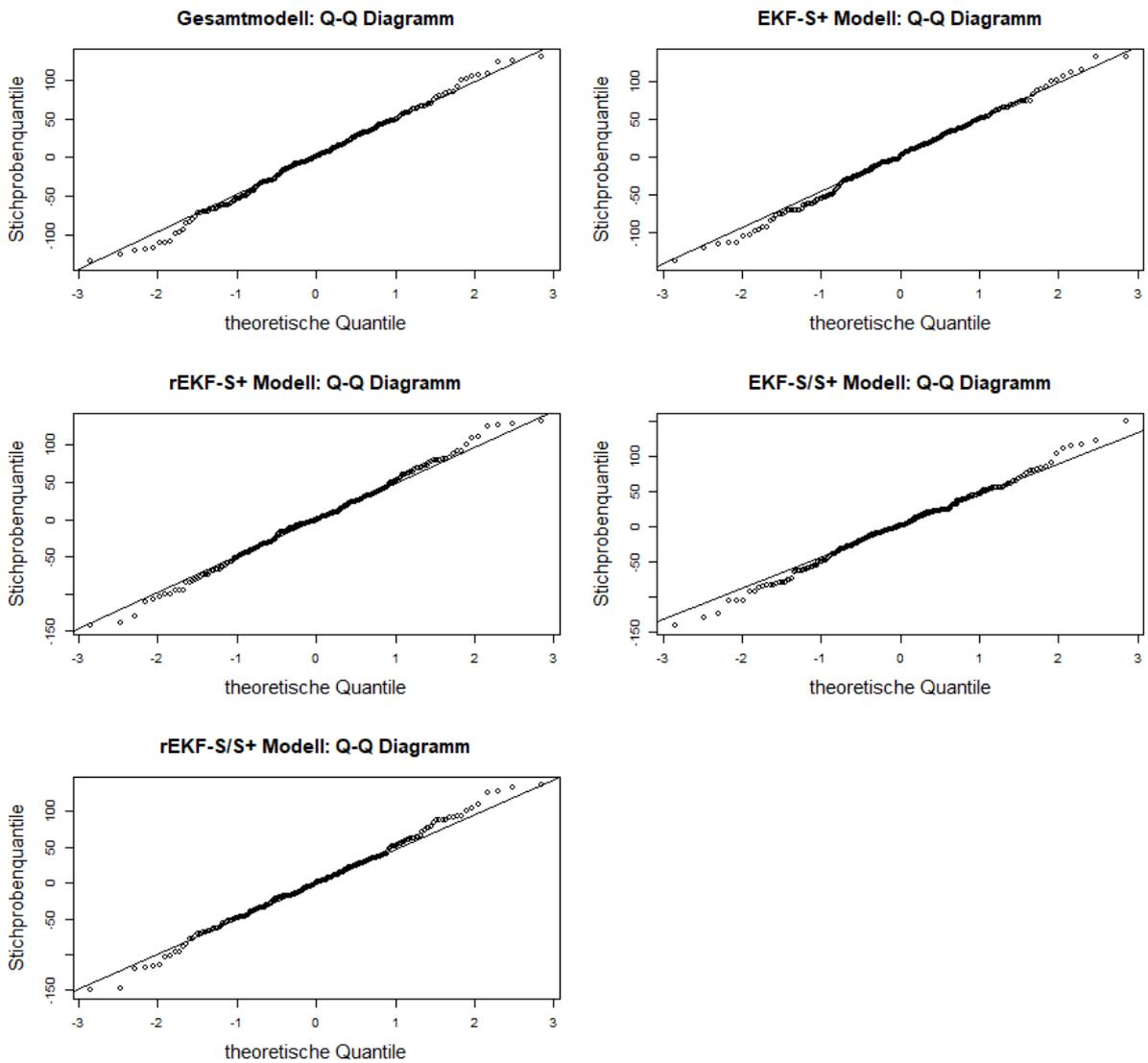


Tabelle 6

Multikollinearitätsprüfung der LMM-Modelle

<i>Prädiktoren</i>	rEKF-S/S+		EKF-S/S+		rEKF-S+		EKF-S+		Gesamtmodell	
	<i>df</i>	<i>GVIF^{1/(2·Df)}</i>	<i>df</i>	<i>GVIF^{1/(2·Df)}</i>	<i>df</i>	<i>GVIF^{1/(2·Df)}</i>	<i>df</i>	<i>GVIF^{1/(2·Df)}</i>	<i>df</i>	<i>GVIF^{1/(2·Df)}</i>
Gruppe	-	-	1	3,44	-	-	1	3,28	1	3,27
AQC	-	-	1	3,37	-	-	1	3,09	1	3,08
BDI-II	-	-	1	3,63	-	-	1	3,41	1	3,36
SKID II	-	-	1	2,90	-	-	1	2,82	1	2,82
SDE-J	-	-	1	2,54	1	1,72	1	2,50	1	2,46
ERS	-	-	1	2,42	-	-	1	2,34	1	2,32
DERS	-	-	1	4,44	-	-	1	4,25	1	4,14
EKF-S	-	-	-	-	1	2,00	1	3,19	1	3,18
EKF-S (EE)	-	-	1	3,51	-	-	-	-	-	-
EKF-S (EA)	1	1,41	1	1,80	-	-	-	-	-	-
EKF-S (RK)	1	1,19	1	2,36	-	-	-	-	-	-
EKF-S (EX)	-	-	1	2,42	-	-	-	-	-	-
EKF-S+	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1,77
EKF-S+ (RA)	-	-	1	1,88	-	-	1	1,68	-	-
EKF-S+ (EU)	1	1,38	1	2,11	1	1,45	1	2,08	-	-
Alter	1	1,23	1	1,30	1	1,24	1	1,28	1	1,27
Schulart	1	1,21	1	1,50	1	1,24	1	1,49	1	1,48
Clustertyp	2	1,00	2	3,55	2	1,91	2	3,48	2	3,46
Gruppe × Clustertyp	-	-	2	4,13	-	-	2	3,93	2	3,93

AQC x Clustertyp	-	-	2	3,10	-	-	2	2,82	2	2,82
BDI-II x Clustertyp	-	-	2	3,32	-	-	2	3,12	2	3,07
SKID II x Clustertyp	-	-	2	2,65	-	-	2	2,58	2	2,58
SDE-J x Clustertyp	-	-	2	3,35	2	2,27	2	3,31	2	3,26
ERS x Clustertyp	-	-	2	2,22	-	-	2	2,14	2	2,14
DERS x Clustertyp	-	-	2	4,05	-	-	2	3,88	2	3,83
EKF-S x Clustertyp	-	-	-	-	2	1,56	2	2,92	2	2,91
EKF-S (EE) x Clustertyp	-	-	2	3,21	-	-	-	-	-	-
EKF-S (EA) x Clustertyp	2	1,11	2	1,65	-	-	-	-	-	-
EKF-S (RK) x Clustertyp	-	-	2	2,15	-	-	-	-	-	-
EKF-S (EX) x Clustertyp	-	-	2	2,21	-	-	-	-	-	-
EKF-S+ x Clustertyp	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1,62
EKF-S+ (RA) x Clustertyp	-	-	2	1,72	-	-	2	1,54	-	-
EKF-S+ (EU) x Clustertyp	-	-	2	1,93	-	-	2	1,90	-	-
Alter x Clustertyp	2	1,11	2	1,19	2	1,12	2	1,17	2	1,16

Schulart x Clustertyp	2	1,10	2	1,37	2	1,12	2	1,36	2	1,35
--------------------------	---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

Anhang B

Gemischte lineare Modelle – Ergänzende Analysen und Ergebnisse

Im Anhang B werden das vollständige LMM-Modell (Gesamtmodell) mit sämtlichen Prädiktoren und das vollständige EKF-S+ Modell vor der Reduktion der Prädiktoren aufgeführt.

Tabelle 7

Gesamtmodell: Einfluss der Komorbiditäten und Emotionsverarbeitung auf die Emotionswahrnehmung trauriger Gesichtsausdrücke

Prädiktoren	Relevanzanteil					
	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>KI</i>	<i>Statistik</i>	<i>p</i>	<i>df</i>
Konstante	787,37	37,96	712,20 – 862,53	20,74	< ,001***	119,65
Gruppe	-9,35	60,24	-128,62 – 109,92	-0,16	,877	119,65
AQC	33,36	28,30	-22,68 – 89,40	1,18	,241	119,65
BDI-II	-14,78	30,87	-75,91 – 46,35	-0,48	,633	119,65
SKID II	-9,69	25,90	-60,97 – 41,59	-0,37	,709	119,65
SDE-J	-2,93	9,85	-22,43 – 16,57	-0,30	,767	119,65
EKF-S	10,12	29,21	-47,71 – 67,95	0,35	,730	119,65
EKF-S+	-34,24	16,27	-66,46 – -2,02	-2,10	,037*	119,65

DERS	-15,17	38,47	-91,35 – 61,01	-0,39	,694	119,65
ERS	8,43	21,35	-33,84 – 50,71	0,40	,694	119,65
Alter	-17,74	11,70	-40,90 – 5,43	-1,52	,132	119,65
Schulart	-9,01	13,59	-35,93 – 17,91	-0,66	,509	119,65
C2	24,57	36,02	-46,70 – 95,84	0,68	,496	128,00
C3	-185,88	36,02	-257,16 – -114,61	-5,16	< ,001***	128,00
Gruppe x C2	-10,92	57,15	-124,01 – 102,17	-0,19	,849	128,00
Gruppe x C3	-34,89	57,15	-147,98 – 78,20	-0,61	,543	128,00
AQC x C2	-4,08	26,85	-57,22 – 49,06	-0,15	,880	128,00
AQC x C3	8,41	26,85	-44,73 – 61,55	0,31	,755	128,00
BDI-II x C2	1,36	29,29	-56,61 – 59,32	0,05	,963	128,00
BDI-II x C3	15,05	29,29	-42,92 – 73,01	0,51	,608	128,00
SKID II x C2	16,52	24,57	-32,11 – 65,14	0,67	,503	128,00
SKID II x C3	-4,07	24,57	-52,70 – 44,55	-0,17	,869	128,00
SDE-J x C2	8,15	9,34	-10,34 – 26,64	0,87	,385	128,00
SDE-J x C3	11,22	9,34	-7,27 – 29,71	1,20	,232	128,00
EKF-S x C2	-2,72	27,71	-57,55 – 52,12	-0,10	,922	128,00
EKF-S x C3	41,48	27,71	-13,35 – 96,32	1,50	,137	128,00
EKF-S+ xC2	9,23	15,44	-21,32 – 39,78	0,60	,551	128,00
EKFS+ x C3	14,27	15,44	-16,29 – 44,82	0,92	,357	128,00
DERS x C2	6,05	36,50	-66,18 – 78,28	0,17	,869	128,00
DERS x C3	27,71	36,50	-44,52 – 99,94	0,76	,449	128,00
ERS x C2	-21,30	20,26	-61,39 – 18,79	-1,05	,295	128,00

ERS × C3	-2,93	20,26	-43,01 – 37,16	-0,14	,885	128,00
Alter × C2	13,83	11,10	-8,14 – 35,79	1,25	,215	128,00
Alter × C3	30,05	11,10	8,08 – 52,01	2,71	,008**	128,00
Schulart × C2	12,77	12,90	-12,75 – 38,30	0,99	,324	128,00
Schulart × C3	27,43	12,90	1,91 – 52,95	2,13	,035*	128,00

Anmerkungen. $N = 76$; $R^2_{\text{marginal}} = ,53$; $R^2_{\text{conditional}} = ,79$; $ICC = ,55$; $\sigma^2 = 0,004$ (unskaliert); Die Relevanzanteile (AV) sind um den Faktor 100.000 skaliert. C1 entspricht dem Referenzcluster. Zeigt sich kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen den Prädiktoren und C2 oder C3, bedeutet dies, dass der Zusammenhang zwischen der Referenzkategorie C1 und dem Prädiktor auch für C2 und C3 gilt. KI entspricht dem 95 %-Konfidenzintervall.
 *** $p < ,001$; ** $p < ,01$; * $p < ,05$.

Tabelle 8

EKF-S+ Modell: Einfluss der Komorbiditäten und Emotionsverarbeitung auf die Emotionswahrnehmung trauriger Gesichtsausdrücke

Prädiktoren	Relevanzanteil					
	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>KI</i>	<i>Statistik</i>	<i>p</i>	<i>df</i>
Konstante	792,53	38,01	717,26 – 867,79	20,85	< ,001***	118,00
Gruppe	-9,08	60,09	-128,07 – 109,91	-0,15	,880	118,00
AQC	30,84	28,28	-25,16 – 86,84	1,09	,278	118,00
BDI-II	-6,96	31,23	-68,80 – 54,88	-0,22	,824	118,00
SKID II	-9,10	25,81	-60,21 – 42,02	-0,35	,725	118,00
SDE-J	-4,95	9,95	-24,64 – 14,75	-0,50	,620	118,00
EKF-S	13,40	29,22	-44,47 – 71,27	0,46	,647	118,00
EKF-S+ (RA)	1,32	15,40	-29,17 – 31,81	0,09	,932	118,00
EKF-S+ (EU)	-44,43	19,07	-82,19 – -6,67	-2,33	,022*	118,00

DERS	-24,39	38,88	-101,39 – 52,61	-0,63	,532	118,00
ERS	12,41	21,46	-30,08 – 54,90	0,58	,564	118,00
Alter	-16,45	11,69	-39,61 – 6,70	-1,41	,162	118,00
Schulart	-7,50	13,62	-34,48 – 19,47	-0,55	,583	118,00
C2	19,62	36,12	-51,86 – 91,10	0,54	,588	126,00
C3	-185,77	36,12	-257,25 – -114,29	-5,14	< ,001***	126,00
Gruppe x C2	-11,75	57,10	-124,75 – 101,25	-0,21	,837	126,00
Gruppe x C3	-34,67	57,10	-147,66 – 78,33	-0,61	,545	126,00
AQC x C2	-2,18	26,87	-55,36 – 51,00	-0,08	,936	126,00
AQC x C3	8,64	26,87	-44,54 – 61,81	0,32	,748	126,00
BDI-II x C2	-5,47	29,67	-64,20 – 53,25	-0,18	,854	126,00
BDI-II x C3	14,78	29,67	-43,94 – 73,51	0,50	,619	126,00
SKID II x C2	15,65	24,53	-32,89 – 64,19	0,64	,525	126,00
SKID II x C3	-3,87	24,53	-52,41 – 44,67	-0,16	,875	126,00
SDE-J x C2	10,18	9,45	-8,52 – 28,89	1,08	,283	126,00
SDE-J x C3	11,14	9,45	-7,56 – 29,84	1,18	,241	126,00
EKF x C2	-5,30	27,77	-60,25 – 49,66	-0,19	,849	126,00
EKF x C3	41,34	27,77	-13,61 – 96,30	1,49	,139	126,00
EKF-S+ (RA) x C2	-12,41	14,63	-41,36 – 16,54	-0,85	,398	126,00
EKF-S+ (RA) x C3	6,76	14,63	-22,19 – 35,72	0,46	,645	126,00
EKF-S+ (EU) x C2	26,89	18,12	-8,97 – 62,75	1,48	,140	126,00
EKF-S+ (EU) x C3	9,15	18,12	-26,71 – 45,01	0,50	,615	126,00
DERS x C2	14,46	36,95	-58,67 – 87,58	0,39	,696	126,00

DERS x C3	27,91	36,95	-45,21 – 101,04	0,76	,451	126,00
ERS x C2	-24,87	20,39	-65,22 – 15,48	-1,22	,225	126,00
ERS x C3	-3,00	20,39	-43,35 – 37,35	-0,15	,883	126,00
Alter x C2	12,77	11,11	-9,22 – 34,76	1,15	,253	126,00
Alter x C3	29,97	11,11	7,98 – 51,96	2,70	,008**	126,00
Schulart x C2	11,23	12,94	-14,39 – 36,84	0,87	,387	126,00
Schulart x C3	27,46	12,94	1,84 – 53,07	2,12	,036*	126,00

Anmerkungen. $N = 76$; $R^2_{\text{marginal}} = ,53$; $R^2_{\text{conditional}} = ,79$; $ICC = ,55$; $\sigma^2 = 0,004$ (unskaliert); Die Relevanzanteile (AV) sind um den Faktor 100.000 skaliert. C1 entspricht dem Referenzcluster. Zeigt sich kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen den Prädiktoren und C2 oder C3, bedeutet dies, dass der Zusammenhang zwischen der Referenzkategorie C1 und dem Prädiktor auch für C2 und C3 gilt. KI entspricht dem 95 %-Konfidenzintervall.
 *** $p < ,001$; ** $p < ,01$; * $p < ,05$.

Tabelle 9

EKF-S/S+ Model: Einfluss der Komorbiditäten und Emotionsverarbeitung auf die Emotionswahrnehmung trauriger Gesichtsausdrücke

Prädiktors	Relevanzanteil					
	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>KI</i>	<i>Statistik</i>	<i>p</i>	<i>df</i>
Konstante	779,49	38,85	702,51 – 856,47	20,06	< ,001***	112,66
Gruppe	5,59	63,14	-119,50 – 130,67	0,09	,930	112,66
AQC	21,43	30,85	-39,70 – 82,55	0,69	,489	112,66
BDI-II	-17,12	33,28	-83,05 – 48,81	-0,51	,608	112,66
SKID II	-14,41	26,55	-67,02 – 38,19	-0,54	,588	112,66
SDE-J	-2,55	10,09	-22,54 – 17,45	-0,25	,801	112,66
EKF-S (EE)	-5,27	32,15	-68,97 – 58,42	-0,16	,870	112,66

EKF-S (EA)	-23,35	16,49	-56,02 – 9,32	-1,42	,160	112,66
EKF-S (RK)	38,39	21,57	-4,34 – 81,13	1,78	,078	112,66
EKF-S (EX)	7,54	22,12	-36,29 – 51,37	0,34	,734	112,66
EKF-S+ (RA)	9,53	17,25	-24,66 – 43,71	0,55	,582	112,66
EKF-S+ (EU)	-39,37	19,29	-77,60 – -1,15	-2,04	,044*	112,66
DERS	2,12	40,62	-78,36 – 82,60	0,05	,959	112,66
ERS	18,16	22,19	-25,80 – 62,13	0,82	,415	112,66
Alter	-15,44	11,88	-38,97 – 8,10	-1,30	,196	112,66
Schulart	-3,85	13,73	-31,06 – 23,36	-0,28	,780	112,66
C2	31,26	36,99	-41,98 – 104,51	0,85	,400	120,00
C3	-174,12	36,99	-247,36 – -100,87	-4,71	< ,001***	120,00
Gruppe x C2	-36,10	60,12	-155,12 – 82,93	-0,60	,549	120,00
Gruppe x C3	-57,82	60,12	-176,85 – 61,20	-0,96	,338	120,00
AQC x C2	-8,74	29,38	-66,90 – 49,42	-0,30	,767	120,00
AQC x C3	4,42	29,38	-53,74 – 62,58	0,15	,881	120,00
BDI-II x C2	-5,18	31,68	-67,91 – 57,56	-0,16	,870	120,00
BDI-II x C3	17,81	31,68	-44,93 – 80,54	0,56	,575	120,00
SKID II x C2	25,15	25,28	-24,90 – 75,21	0,99	,322	120,00
SKID II x C3	4,65	25,28	-45,40 – 54,71	0,18	,854	120,00
SDE-J x C2	10,02	9,61	-9,00 – 29,05	1,04	,299	120,00
SDE-J x C3	10,76	9,61	-8,26 – 29,79	1,12	,265	120,00
EKF-S (EE) x C2	-18,87	30,61	-79,47 – 41,74	-0,62	,539	120,00
EKF-S (EE) x C3	6,06	30,61	-54,55 – 66,66	0,20	,843	120,00

EKF-S (EA) × C2	27,51	15,70	-3,58 – 58,59	1,75	,082	120,00
EKF-S (EA) × C3	35,68	15,70	4,60 – 66,77	2,27	,025*	120,00
EKF-S (RK) × C2	-9,67	20,54	-50,33 – 30,99	-0,47	,639	120,00
EKF-S (RK) × C3	-0,48	20,54	-41,14 – 40,18	-0,02	,981	120,00
EKF-S (EX) × C2	-13,31	21,06	-55,01 – 28,39	-0,63	,529	120,00
EKF-S (EX) × C3	2,86	21,06	-38,84 – 44,56	0,14	,892	120,00
EKF-S+ (RA) × C2	-26,02	16,43	-58,55 – 6,51	-1,58	,116	120,00
EKF-S+ (RA) × C3	-4,94	16,43	-37,47 – 27,59	-0,30	,764	120,00
EKF-S+ (EU) × C2	23,39	18,37	-12,98 – 59,76	1,27	,205	120,00
EKF-S+ (EU) × C3	5,94	18,37	-30,43 – 42,31	0,32	,747	120,00
DERS × C2	-6,49	38,68	-83,07 – 70,09	-0,17	,867	120,00
DERS × C3	8,13	38,68	-68,45 – 84,71	0,21	,834	120,00
ERS × C2	-24,55	21,13	-66,38 – 17,29	-1,16	,248	120,00
ERS × C3	-2,95	21,13	-44,79 – 38,88	-0,14	,889	120,00
Alter × C2	13,62	11,31	-8,77 – 36,02	1,20	,231	120,00
Alter × C3	30,72	11,31	8,32 – 53,12	2,72	,008**	120,00
Schulart × C2	8,64	13,08	-17,25 – 34,53	0,66	,510	120,00
Schulart × C3	24,91	13,08	-0,98 – 50,80	1,90	,059	120,00

Anmerkungen. $N = 76$; $R^2_{\text{marginal}} = ,54$; $R^2_{\text{conditional}} = ,79$; $ICC = ,55$; $\sigma^2 = 0,004$ (unskaliert); Die Relevanzanteile (AV) sind um den Faktor 100.000 skaliert. C1 entspricht dem Referenzcluster. Zeigt sich kein signifikanter Interaktionseffekt zwischen den Prädiktoren und C2 oder C3, bedeutet dies, dass der Zusammenhang zwischen der Referenzkategorie C1 und dem Prädiktor auch für C2 und C3 gilt. KI entspricht dem 95 %-Konfidenzintervall.

*** $p < ,001$; ** $p < ,01$; * $p < ,05$.

Literaturverzeichnis

- Adam—PyTorch 2.0 documentation. (o. J.). Abgerufen 9. September 2023, von <https://pytorch.org/docs/stable/generated/torch.optim.Adam.html#torch.optim.Adam>.
- Albawi, S., Mohammed, T. A., & Al-Zawi, S. (2017). Understanding of a convolutional neural network. *2017 International Conference on Engineering and Technology (ICET)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICEngTechnol.2017.8308186>
- Al-Saffar, A. A. M., Tao, H., & Talab, M. A. (2017). Review of deep convolution neural network in image classification. *2017 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET)*, 26–31. <https://doi.org/10.1109/ICRAMET.2017.8253139>
- American Psychiatric Association, & American Psychiatric Association (Hrsg.). (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5* (5th ed). American Psychiatric Association.
- Amstadter, A. (2008). Emotion regulation and anxiety disorders. *Journal of Anxiety Disorders*, 22(2), 211–221. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2007.02.004>
- Andover, M. S., & Morris, B. W. (2014). Expanding and Clarifying the Role of Emotion Regulation in Nonsuicidal Self-Injury. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 59(11), 569–575. <https://doi.org/10.1177/070674371405901102>
- Angelakis, I., & Gooding, P. (2021). Experiential avoidance in non-suicidal self-injury and suicide experiences: A systematic review and meta-analysis. *Suicide and Life-Threatening Behavior*, 51(5), 978–992. <https://doi.org/10.1111/sltb.12784>
- Angelotta, C. (2015). Defining and Refining Self-Harm: A Historical Perspective on Nonsuicidal Self-Injury. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 203(2), 75. <https://doi.org/10.1097/NMD.0000000000000243>
- Armstrong, J. G., Putnam, F. W., Carlson, E. B., Libero, D. Z., & Smith, S. R. (1997). Development and Validation of a Measure of Adolescent Dissociation: The Adolescent Dissociative Experiences Scale. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 185(8), 491.
- Bach, M. (2006). The Freiburg Visual Acuity Test-Variability unchanged by post-hoc re-analysis. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 245(7), 965–971. <https://doi.org/10.1007/s00417-006-0474-4>
- Baetens, I., Claes, L., Hasking, P., Smits, D., Grietens, H., Onghena, P., & Martin, G. (2015). The Relationship Between Parental Expressed Emotions and Non-suicidal Self-injury: The Mediating

- Roles of Self-criticism and Depression. *Journal of Child and Family Studies*, 24(2), 491–498.
<https://doi.org/10.1007/s10826-013-9861-8>
- Bagby, R. M., Parker, J. D. A., & Taylor, G. J. (1994). The twenty-item Toronto Alexithymia scale—I. Item selection and cross-validation of the factor structure. *Journal of Psychosomatic Research*, 38(1), 23–32. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(94\)90005-1](https://doi.org/10.1016/0022-3999(94)90005-1)
- Bakeman, R. (2005). Recommended effect size statistics for repeated measures designs. *Behavior Research Methods*, 37(3), 379–384. <https://doi.org/10.3758/BF03192707>
- Bakken, N. W. (2021). Risk Factors and Correlates of Self-Injurious Behavior and Suicidal Ideation among College Students. *Deviant Behavior*, 42(1), 68–79.
<https://doi.org/10.1080/01639625.2019.1651447>
- Bänziger, T., Grandjean, D., & Scherer, K. R. (2009). Emotion recognition from expressions in face, voice, and body: The Multimodal Emotion Recognition Test (MERT). *Emotion*, 9(5), 691–704.
<https://doi.org/10.1037/a0017088>
- Bates, D., Kliegl, R., Vasishth, S., & Baayen, H. (2018). *Parsimonious Mixed Models* (arXiv:1506.04967). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1506.04967>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67, 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bayless, S. J., Glover, M., Taylor, M. J., & Itier, R. J. (2011). Is it in the eyes? Dissociating the role of emotion and perceptual features of emotionally expressive faces in modulating orienting to eye gaze. *Visual Cognition*, 19(4), 483–510. <https://doi.org/10.1080/13506285.2011.552895>
- Beck, A. T. (1961). An Inventory for Measuring Depression. *Archives of General Psychiatry*, 4(6), 561.
<https://doi.org/10.1001/archpsyc.1961.01710120031004>
- Beck, A. T., Beck, R., & Kovacs, M. (1975). Classification of suicidal behaviors: I. Quantifying intent and medical lethality. *The American Journal of Psychiatry*, 132(3), 285–287.
<https://doi.org/10.1176/ajp.132.3.285>
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. (1996). Beck depression inventory—II. *Psychological assessment*.
- Becker, D., Neel, R., Srinivasan, N., Neufeld, S., Kumar, D., & Fouse, S. (2012). The vividness of happiness in dynamic facial displays of emotion. *PloS one*, 7(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0026551>

- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 57(1), 289–300. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>
- Bentley, K. H., Nock, M. K., & Barlow, D. H. (2014). The Four-Function Model of Nonsuicidal Self-Injury: Key Directions for Future Research. *Clinical Psychological Science*, 2(5), 638–656. <https://doi.org/10.1177/2167702613514563>
- Besier, T., Goldbeck, L., & Keller, F. (2007). Psychometrische Gütekriterien des Beck-Depressions-Inventars II (BDI-II) bei jugendpsychiatrischen Patienten. *PPmP - Psychotherapie · Psychosomatik · Medizinische Psychologie*, 63–68. <https://doi.org/10.1055/s-2007-986195>
- Binder, A., Montavon, G., Lapuschkin, S., Müller, K.-R., & Samek, W. (2016). Layer-Wise Relevance Propagation for Neural Networks with Local Renormalization Layers. In A. E. P. Villa, P. Masulli, & A. J. Pons Rivero (Hrsg.), *Artificial Neural Networks and Machine Learning – ICANN 2016* (S. 63–71). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44781-0_8
- Blair, R. J. R. (2005). Responding to the emotions of others: Dissociating forms of empathy through the study of typical and psychiatric populations. *Consciousness and Cognition*, 14(4), 698–718. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2005.06.004>
- Blais, C., Roy, C., Fiset, D., Arguin, M., & Gosselin, F. (2012). The eyes are not the window to basic emotions. *Neuropsychologia*, 50(12), 2830–2838. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.08.010>
- Blakemore, C., & Campbell, F. W. (1969). On the existence of neurones in the human visual system selectively sensitive to the orientation and size of retinal images. *The Journal of Physiology*, 203(1), 237–260. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1969.sp008862>
- Bourke, C., Douglas, K., & Porter, R. (2010). Processing of Facial Emotion Expression in Major Depression: A Review. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 44(8), 681–696. <https://doi.org/10.3109/00048674.2010.496359>
- Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10(4), 433–436.
- Braunstein, L. M., Gross, J. J., & Ochsner, K. N. (2017). Explicit and implicit emotion regulation: A multi-level framework. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 12(10), 1545–1557. <https://doi.org/10.1093/scan/nsx096>

- Brausch, A. M., & Gutierrez, P. M. (2010). Differences in Non-Suicidal Self-Injury and Suicide Attempts in Adolescents. *Journal of Youth and Adolescence*, 39(3), 233–242. <https://doi.org/10.1007/s10964-009-9482-0>
- Brotman, M. A., Guyer, A. E., Lawson, E. S., Horsey, S. E., Rich, B. A., Dickstein, D. P., Pine, D. S., & Leibenluft, E. (2008). Facial Emotion Labeling Deficits in Children and Adolescents at Risk for Bipolar Disorder. *American Journal of Psychiatry*, 165(3), 385–389. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2007.06122050>
- Brown, A. C., Dhingra, K., Brown, T. D., Danquah, A. N., & Taylor, P. J. (2022). A systematic review of the relationship between momentary emotional states and nonsuicidal self-injurious thoughts and behaviours. *Psychology and Psychotherapy: Theory, Research and Practice*, 95(3), 754–780. <https://doi.org/10.1111/papt.12397>
- Brown, M. Z., Comtois, K. A., & Linehan, M. M. (2002). Reasons for suicide attempts and nonsuicidal self-injury in women with borderline personality disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 111, 198–202. <https://doi.org/10.1037/0021-843X.111.1.198>
- Brunner, R., Kaess, M., Parzer, P., Fischer, G., Carli, V., Hoven, C. W., Wasserman, C., Sarchiapone, M., Resch, F., Apter, A., Balazs, J., Barzilay, S., Bobes, J., Corcoran, P., Cosmanm, D., Haring, C., Iosuec, M., Kahn, J.-P., Keeley, H., ... Wasserman, D. (2014). Life-time prevalence and psychosocial correlates of adolescent direct self-injurious behavior: A comparative study of findings in 11 European countries. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(4), 337–348. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12166>
- Brunner, R., Parzer, P., Haffner, J., Steen, R., Roos, J., Klett, M., & Resch, F. (2007). Prevalence and Psychological Correlates of Occasional and Repetitive Deliberate Self-harm in Adolescents. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 161(7), 641–649. <https://doi.org/10.1001/archpedi.161.7.641>
- Brunner, R., & Resch, F. (2008). Zur Abgrenzung der Borderline-Persönlichkeitsstörung von schweren Adoleszenzkrisen im Jugendalter. *Borderline-Störungen und Selbstverletzendes Verhalten im Jugendalter*, 134, 148.
- Brunner, R., Resch, F., Parzer, E., & Koch, E. (1999). *Heidelberger Dissoziations-Inventar: HDI: Manual*. Swets Test Service.
- Burgess, A. E., Wagner, R. F., Jennings, R. J., & Barlow, H. B. (1981). Efficiency of Human Visual Signal Discrimination. *Science*, 214(4516), 93–94. <https://doi.org/10.1126/science.7280685>

- Burt, D. M., & Perrett, D. I. (1997). Perceptual asymmetries in judgements of facial attractiveness, age, gender, speech and expression. *Neuropsychologia*, 35(5), 685–693. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(96\)00111-X](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(96)00111-X)
- Bylsma, L. M., Morris, B. H., & Rottenberg, J. (2008). A meta-analysis of emotional reactivity in major depressive disorder. *Clinical Psychology Review*, 28(4), 676–691. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2007.10.001>
- Calati, R., Bensassi, I., & Courtet, P. (2017). The link between dissociation and both suicide attempts and non-suicidal self-injury: Meta-analyses. *Psychiatry Research*, 251, 103–114. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2017.01.035>
- Calvo, M. G., Fernández-Martín, A., Recio, G., & Lundqvist, D. (2018). Human observers and automated assessment of dynamic emotional facial expressions: KDEF-dyn database validation. *Frontiers in psychology*, 9, 2052.
- Cameron, C. D., Hutcherson, C. A., Ferguson, A. M., Scheffer, J. A., Hadjiandreou, E., & Inzlicht, M. (2019). Empathy is hard work: People choose to avoid empathy because of its cognitive costs. *Journal of Experimental Psychology: General*, 148(6), 962–976. <https://doi.org/10.1037/xge0000595>
- Cameron, K., Ogrodniczuk, J., & Hadjipavlou, G. (2014). Changes in Alexithymia Following Psychological Intervention: A Review. *Harvard Review of Psychiatry*, 22(3), 162. <https://doi.org/10.1097/HRP.0000000000000036>
- Campbell, N. M., Dawel, A., Edwards, M., & Goodhew, S. C. (2023). Motivational direction diverges from valence for sadness, anger, and amusement: A role for appraisals? *Emotion*, 23(5), 1334–1348. <https://doi.org/10.1037/emo0001165>
- Caprara, G. V., Di Giunta, L., Eisenberg, N., Gerbino, M., Pastorelli, C., & Tramontano, C. (2008). Assessing regulatory emotional self-efficacy in three countries. *Psychological Assessment*, 20(3), 227–237. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.20.3.227>
- Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS Scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, 319–333. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.67.2.319>

- Catalan, A., Artaza, M. G. de, Bustamante, S., Orgaz, P., Osa, L., Angosto, V., Valverde, C., Bilbao, A., Madrazo, A., Os, J. van, & Gonzalez-Torres, M. A. (2016). Differences in Facial Emotion Recognition between First Episode Psychosis, Borderline Personality Disorder and Healthy Controls. *PLOS ONE*, *11*(7), e0160056. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160056>
- Cavicchioli, M., Scalabrini, A., Northoff, G., Mucci, C., Ogliari, A., & Maffei, C. (2021). Dissociation and emotion regulation strategies: A meta-analytic review. *Journal of Psychiatric Research*, *143*, 370–387. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2021.09.011>
- Cerutti, R., Calabrese, M., & Valastro, C. (2014). Alexithymia and Personality Disorders in the Adolescent Non-suicidal Self Injury: Preliminary Results. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *114*, 372–376. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.714>
- Cesarei, A. D., & Codispoti, M. (2013). Spatial frequencies and emotional perception. *Reviews in the Neurosciences*, *24*(1), 89–104. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2012-0053>
- Chanen, A. M., Jovev, M., Djaja, D., McDougall, E., Yuen, H. P., Rawlings, D., & Jackson, H. J. (2008). Screening for Borderline Personality Disorder in Outpatient Youth. *Journal of Personality Disorders*, *22*(4), 353–364. <https://doi.org/10.1521/pedi.2008.22.4.353>
- Chapman, A. L., Gratz, K. L., & Brown, M. Z. (2006). Solving the puzzle of deliberate self-harm: The experiential avoidance model. *Behaviour Research and Therapy*, *44*(3), 371–394. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2005.03.005>
- Chong, W., Blei, D., & Li, F.-F. (2009). Simultaneous image classification and annotation. *2009 IEEE Conference on computer vision and pattern recognition*, 1903–1910. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5206800/>
- Chung, B. Y., Hensel, S., Schmidinger, I., Bekrater-Bodmann, R., & Flor, H. (2020). Dissociation proneness and pain hyposensitivity in current and remitted borderline personality disorder. *European Journal of Pain*, *24*(7), 1257–1268. <https://doi.org/10.1002/ejp.1567>
- Claes, L., Klonsky, E. D., Muehlenkamp, J., Kuppens, P., & Vandereycken, W. (2010). The affect-regulation function of nonsuicidal self-injury in eating-disordered patients: Which affect states are regulated? *Comprehensive Psychiatry*, *51*(4), 386–392. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2009.09.001>
- Claes, L., Luyckx, K., & Bijttebier, P. (2014). Non-suicidal self-injury in adolescents: Prevalence and associations with identity formation above and beyond depression. *Personality and Individual Differences*, *61–62*, 101–104. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2013.12.019>

- Clapham, R., & Brausch, A. (2022). Emotion regulation deficits across the spectrum of self-harm. *Death studies*, 46(10), 2477–2484. <https://doi.org/10.1080/07481187.2021.1972366>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Daros, A. R., Zakzanis, K. K., & Ruocco, A. C. (2013). Facial emotion recognition in borderline personality disorder. *Psychological Medicine*, 43(9), 1953–1963. <https://doi.org/10.1017/S0033291712002607>
- De Castella, K., Platow, M. J., Tamir, M., & Gross, J. J. (2018). Beliefs about emotion: Implications for avoidance-based emotion regulation and psychological health. *Cognition and Emotion*, 32(4), 773–795. <https://doi.org/10.1080/02699931.2017.1353485>
- De Valois, R., & De Valois, K. (1988). Spatial vision Oxford University Press. New York.
- Deliberto, T. L., & Nock, M. K. (2008). An exploratory study of correlates, onset, and offset of non-suicidal self-injury. *Archives of Suicide Research: Official Journal of the International Academy for Suicide Research*, 12(3), 219–231. <https://doi.org/10.1080/13811110802101096>
- Denton, E., Chintala, S., Szlam, A., & Fergus, R. (2015). *Deep Generative Image Models using a Laplacian Pyramid of Adversarial Networks* (arXiv:1506.05751; Version 1). arXiv. <http://arxiv.org/abs/1506.05751>
- Dewe, H., Watson, D. G., & Braithwaite, J. J. (2016). Uncomfortably numb: New evidence for suppressed emotional reactivity in response to body-threats in those predisposed to sub-clinical dissociative experiences. *Cognitive Neuropsychiatry*, 21(5), 377–401. <https://doi.org/10.1080/13546805.2016.1212703>
- Dimberg, U., Thunberg, M., & Elmehed, K. (2000). Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological science*, 11(1), 86–89.
- Domitrovich, C. E., Durlak, J. A., Staley, K. C., & Weissberg, R. P. (2017). Social-Emotional Competence: An Essential Factor for Promoting Positive Adjustment and Reducing Risk in School Children. *Child Development*, 88(2), 408–416. <https://doi.org/10.1111/cdev.12739>
- Dvorak, R. D., Sargent, E. M., Kilwein, T. M., Stevenson, B. L., Kuvaas, N. J., & Williams, T. J. (2014). Alcohol use and alcohol-related consequences: Associations with emotion regulation difficulties. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse*, 40(2), 125–130. <https://doi.org/10.3109/00952990.2013.877920>

- Dyck, M., Habel, U., Slodczyk, J., Schlummer, J., Backes, V., Schneider, F., & Reske, M. (2009). Negative bias in fast emotion discrimination in borderline personality disorder. *Psychological Medicine*, *39*(5), 855–864. <https://doi.org/10.1017/S0033291708004273>
- Ekselius, L., Lindström, E., Knorrning, L., Bodlund, O., & Kullgren, G. (1994). SCID II interviews and the SCID Screen questionnaire as diagnostic tools for personality disorders in DSM-III-R. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, *90*(2), 120–123. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.1994.tb01566.x>
- Fenning, R. M., Baker, J. K., & Moffitt, J. (2018). Intrinsic and Extrinsic Predictors of Emotion Regulation in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *48*(11), 3858–3870. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3647-1>
- Ferreira, G. C. S., Sanches, R. F., Crippa, J. A. D. S., Mello, M. F. D., & Osório, F. L. (2018). Borderline personality disorder and bias in the recognition of facial expressions of emotion: A pathway to understand the psychopathology. *Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo)*, *45*(1), 7–11. <https://doi.org/10.1590/0101-60830000000146>
- Findlay, L. C., Girardi, A., & Coplan, R. J. (2006). Links between empathy, social behavior, and social understanding in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*, *21*(3), 347–359. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2006.07.009>
- Fiori, M. (2009). A New Look at Emotional Intelligence: A Dual-Process Framework. *Personality and Social Psychology Review*, *13*(1), 21–44. <https://doi.org/10.1177/1088868308326909>
- First, M. B., & Gibbon, M. (2004). The Structured Clinical Interview for DSM-IV Axis I Disorders (SCID-I) and the Structured Clinical Interview for DSM-IV Axis II Disorders (SCID-II). In *Comprehensive handbook of psychological assessment, Vol. 2: Personality assessment* (S. 134–143). John Wiley & Sons, Inc.
- Fischer, G., Ameis, N., Parzer, P., Plener, P. L., Groschwitz, R., Vonderlin, E., Kölch, M., Brunner, R., & Kaess, M. (2014). The German version of the self-injurious thoughts and behaviors interview (SITBI-G): A tool to assess non-suicidal self-injury and suicidal behavior disorder. *BMC Psychiatry*, *14*(1), 265. <https://doi.org/10.1186/s12888-014-0265-0>
- Flett, G. L., Blankstein, K. R., & Obertynski, M. (1996). Affect intensity, coping styles, mood regulation expectancies, and depressive symptoms. *Personality and Individual Differences*, *20*(2), 221–228. [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(95\)00163-8](https://doi.org/10.1016/0191-8869(95)00163-8)

- Ford, J. D., & Gómez, J. M. (2015). Self-Injury and Suicidality: The Impact of Trauma and Dissociation. *Journal of Trauma & Dissociation*, 16(3), 225–231. <https://doi.org/10.1080/15299732.2015.989648>
- Fox, J., & Monette, G. (1992). Generalized Collinearity Diagnostics. *Journal of the American Statistical Association*, 87(417), 178–183. <https://doi.org/10.1080/01621459.1992.10475190>
- Franz, M., Popp, K., Schaefer, R., Sitte, W., Schneider, C., Hardt, J., Decker, O., & Braehler, E. (2008). Alexithymia in the German general population. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 43(1), 54–62. <https://doi.org/10.1007/s00127-007-0265-1>
- Frijda, N. H. (1987). Emotion, cognitive structure, and action tendency. *Cognition and Emotion*, 1(2), 115–143. <https://doi.org/10.1080/02699938708408043>
- Fujiwara, E. (2018). Looking at the eyes interferes with facial emotion recognition in alexithymia. *Journal of Abnormal Psychology*, 127(6), 571–577. <https://doi.org/10.1037/abn0000361>
- Gámez, W., Chmielewski, M., Kotov, R., Ruggero, C., & Watson, D. (2011). Development of a measure of experiential avoidance: The Multidimensional Experiential Avoidance Questionnaire. *Psychological assessment*, 23(3), 692.
- Gandhi, A., Luyckx, K., Goossens, L., Maitra, S., & Claes, L. (2018). Association between non-suicidal self-injury, parents and peers related loneliness, and attitude towards aloneness in Flemish adolescents: An empirical note. *Psychologica Belgica*, 58(1), 3.
- García-Nieto, R., Carballo, J. J., Díaz de Neira Hernando, M., de León-Martínez, V., & Baca-García, E. (2015). Clinical Correlates of Non-Suicidal Self-Injury (NSSI) in an Outpatient Sample of Adolescents. *Archives of Suicide Research*, 19(2), 218–230. <https://doi.org/10.1080/13811118.2014.957447>
- Gatta, M., Dal Santo, F., Rago, A., Spoto, A., & Battistella, P. A. (2016). Alexithymia, impulsiveness, and psychopathology in nonsuicidal self-injured adolescents. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 12, 2307–2317. <https://doi.org/10.2147/NDT.S106433>
- Gatta, M., Rago, A., Dal Santo, F., Spoto, A., & Battistella, P. A. (2016). Non-suicidal self-injury among Northern Italian High School students: Emotional, interpersonal and psychopathological correlates. *J. Psychopathol*, 22, 185–190.
- Gholamrezaei, M., De Stefano, J., & Heath, N. L. (2017). Nonsuicidal self-injury across cultures and ethnic and racial minorities: A review. *International Journal of Psychology*, 52(4), 316–326. <https://doi.org/10.1002/ijop.12230>

- Giordano, A. L., Prosek, E. A., Schmit, E. L., & Schmit, M. K. (2023). Examining coping and nonsuicidal self-injury among adolescents: A profile analysis. *Journal of Counseling & Development, 101*(2), 214–223. <https://doi.org/10.1002/jcad.12459>
- Glenn, C. R., Blumenthal, T. D., Klonsky, E. D., & Hajcak, G. (2011). Emotional reactivity in nonsuicidal self-injury: Divergence between self-report and startle measures. *International Journal of Psychophysiology, 80*(2), 166–170. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.02.016>
- Glenn, C. R., & Klonsky, E. D. (2009). Emotion Dysregulation as a Core Feature of Borderline Personality Disorder. *Journal of Personality Disorders, 23*(1), 20–28. <https://doi.org/10.1521/pedi.2009.23.1.20>
- Glenn, C. R., & Klonsky, E. D. (2013). Nonsuicidal Self-Injury Disorder: An Empirical Investigation in Adolescent Psychiatric Patients. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology, 42*(4), 496–507. <https://doi.org/10.1080/15374416.2013.794699>
- Goodman, M., Tomas, I. A., Temes, C. M., Fitzmaurice, G. M., Aguirre, B. A., & Zanarini, M. C. (2017). Suicide attempts and self-injurious behaviours in adolescent and adult patients with borderline personality disorder. *Personality and Mental Health, 11*(3), 157–163. <https://doi.org/10.1002/pmh.1375>
- Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2001). Bubbles: A technique to reveal the use of information in recognition tasks. *Vision Research, 41*(17), 2261–2271. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(01\)00097-9](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(01)00097-9)
- Gračanin, A., Bylsma, L. M., & Vingerhoets, A. J. J. M. (2018). Why Only Humans Shed Emotional Tears. *Human Nature, 29*(2), 104–133. <https://doi.org/10.1007/s12110-018-9312-8>
- Gračanin, A., Krahmer, E., Rinck, M., & Vingerhoets, A. J. J. M. (2018). The Effects of Tears on Approach–Avoidance Tendencies in Observers. *Evolutionary Psychology, 16*(3), 1474704918791058. <https://doi.org/10.1177/1474704918791058>
- Gratz, K. L., Conrad, S. D., & Roemer, L. (2002). Risk Factors for Deliberate Self-Harm Among College Students. *American Journal of Orthopsychiatry, 72*(1), 128–140. <https://doi.org/10.1037/0002-9432.72.1.128>
- Gratz, K. L., & Roemer, L. (2004). Multidimensional Assessment of Emotion Regulation and Dysregulation: Development, Factor Structure, and Initial Validation of the Difficulties in Emotion Regulation Scale. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment, 26*(1), 41–54. <https://doi.org/10.1023/B:JOBA.0000007455.08539.94>

- Gromatsky, M. A., Waszczuk, M. A., Perlman, G., Salis, K. L., Klein, D. N., & Kotov, R. (2017). The role of parental psychopathology and personality in adolescent non-suicidal self-injury. *Journal of Psychiatric Research, 85*, 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2016.10.013>
- Gross, J. J. (1998). The Emerging Field of Emotion Regulation: An Integrative Review. *Review of General Psychology, 2*(3), 271–299. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.271>
- Gross, J. J. (2014). Emotion regulation: Conceptual and empirical foundations. In *Handbook of emotion regulation, 2nd ed* (S. 3–20). The Guilford Press.
- Gross, J. J. (2015). Emotion Regulation: Current Status and Future Prospects. *Psychological Inquiry, 26*(1), 1–26. <https://doi.org/10.1080/1047840X.2014.940781>
- Gross, J. J., & Jazaieri, H. (2014). Emotion, Emotion Regulation, and Psychopathology: An Affective Science Perspective. *Clinical Psychological Science, 2*(4), 387–401. <https://doi.org/10.1177/2167702614536164>
- Gross, J. J., Richards, J. M., & John, O. P. (2006). Emotion Regulation in Everyday Life. In *Emotion regulation in couples and families: Pathways to dysfunction and health* (S. 13–35). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/11468-001>
- Gross, J. J., Sheppes, G., & Urry, H. L. (2011). Cognition and Emotion Lecture at the 2010 SPSP Emotion Preconference: Emotion generation and emotion regulation: A distinction we should make (carefully). *Cognition & Emotion, 25*(5), 765–781. <https://doi.org/10.1080/02699931.2011.555753>
- Gruenberg, A. M., Goldstein, R. D., & Pincus, H. A. (2005). Classification of Depression: Research and Diagnostic Criteria: DSM-IV and ICD-10. In J. Licinio & M. Wong (Hrsg.), *Biology of Depression* (1. Aufl., S. 1–12). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9783527619672.ch1>
- Grynberg, D., Chang, B., Corneille, O., Maurage, P., Vermeulen, N., Berthoz, S., & Luminet, O. (2012). Alexithymia and the Processing of Emotional Facial Expressions (EFEs): Systematic Review, Unanswered Questions and Further Perspectives. *PLOS ONE, 7*(8), e42429. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042429>
- Guo, K., Meints, K., Hall, C., Hall, S., & Mills, D. (2009). Left gaze bias in humans, rhesus monkeys and domestic dogs. *Animal Cognition, 12*(3), 409–418. <https://doi.org/10.1007/s10071-008-0199-3>
- Gutierrez, P. M., Osman, A., Barrios, F. X., & Kopper, B. A. (2001). Development and Initial Validation of the Self-Harm Behavior Questionnaire. *Journal of Personality Assessment, 77*(3), 475–490. https://doi.org/10.1207/S15327752JPA7703_08

- Gutzweiler, R., & In-Albon, T. (2018). Überprüfung der Gütekriterien der deutschen Version der Difficulties in Emotion Regulation Scale in einer klinischen und einer Schülerstichprobe Jugendlicher. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*, 47(4), 274–286. <https://doi.org/10.1026/1616-3443/a000506>
- Gygi, J. T., Hagmann-von Arx, P., Schweizer, F., & Grob, A. (2017). The Predictive Validity of Four Intelligence Tests for School Grades: A Small Sample Longitudinal Study. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.00375>
- Hamza, C. A., Goldstein, A. L., Heath, N. L., & Ewing, L. (2021). Stressful Experiences in University Predict Non-suicidal Self-Injury Through Emotional Reactivity. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2021.610670>
- Hare, M., Landis, T., Parent, J., & Trucco, E. (2024). *Child Emotional Competence: A Unified Framework and Parent-report Measure of Emotion Reasoning, Emotion Stability, Emotion Regulation, and Empathy*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/snp5m>
- Harriss, L., Hawton, K., & Zahl, D. (2005). Value of measuring suicidal intent in the assessment of people attending hospital following self-poisoning or self-injury. *The British Journal of Psychiatry*, 186(1), 60–66. <https://doi.org/10.1192/bjp.186.1.60>
- Hasking, P., Whitlock, J., Voon, D., & Rose, A. (2017). A cognitive-emotional model of NSSI: Using emotion regulation and cognitive processes to explain why people self-injure. *Cognition and Emotion*, 31(8), 1543–1556. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1241219>
- Hassin, R. R., Aarts, H., Eitam, B., Custers, R., & Kleiman, T. (2007). *Non-conscious goal pursuit and the effortful control of behavior*.
- Hausmann, M., Innes, B. R., Birch, Y. K., & Kentridge, R. W. (2019). Laterality and (in)visibility in emotional face perception: Manipulations in spatial frequency content. *Emotion*, 21(1). <https://doi.org/10.1037/emo0000648>
- Hawton, K., & James, A. (2005). Suicide and deliberate self harm in young people. *BMJ*, 330(7496), 891–894. <https://doi.org/10.1136/bmj.330.7496.891>
- Hawton, K., Rodham, K., Evans, E., & Weatherall, R. (2002). Deliberate self harm in adolescents: Self report survey in schools in England. *BMJ*, 325(7374), 1207–1211. <https://doi.org/10.1136/bmj.325.7374.1207>

- Hayes, S. C., Wilson, K. G., Gifford, E. V., Follette, V. M., & Strosahl, K. (1996). Experiential avoidance and behavioral disorders: A functional dimensional approach to diagnosis and treatment. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 64*, 1152–1168. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.64.6.1152>
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition. *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 770–778. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>
- Herba, C. M., Landau, S., Russell, T., Ecker, C., & Phillips, M. L. (2006). The development of emotion-processing in children: Effects of age, emotion, and intensity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 47*(11), 1098–1106. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01652.x>
- Herpertz, S. (1995). Self-injurious behaviour. Psychopathological and nosological characteristics in subtypes of self-injurers. *Acta Psychiatrica Scandinavica, 91*(1), 57–68. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.1995.tb09743.x>
- Hilbert, S., Stadler, M., Lindl, A., Naumann, F., & Bühner, M. (2019). Analyzing longitudinal intervention studies with linear mixed models. *TPM - Testing, Psychometrics, Methodology in Applied Psychology, 26*, 101–119. <https://doi.org/10.4473/TPM26.1.6>
- In-Albon, T., Bürli, M., Ruf, C., & Schmid, M. (2013). Non-suicidal self-injury and emotion regulation: A review on facial emotion recognition and facial mimicry. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health, 7*(1), 5. <https://doi.org/10.1186/1753-2000-7-5>
- In-Albon, T., Ruf, C., & Schmid, M. (2015). Facial emotion recognition in adolescents with nonsuicidal self-injury. *Psychiatry Research, 228*(3), 332–339. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2015.05.089>
- Irblich, A. D. (2021). SON-R 2-8. Non-verbaler Intelligenztest. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie, 70*(7), 640–653.
- Izard, C. E. (1971). *The face of emotion* (S. xii, 468). Appleton-Century-Crofts.
- Izard, C. E. (1993). Four systems for emotion activation: Cognitive and noncognitive processes. *Psychological Review, 100*(1), 68–90. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.100.1.68>
- Izard, C., Fine, S., Schultz, D., Mostow, A., Ackerman, B., & Youngstrom, E. (2001). Emotion Knowledge as a Predictor of Social Behavior and Academic Competence in Children at Risk. *Psychological Science, 12*(1), 18–23. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00304>

- Jarvers, I., Ecker, A., Schleicher, D., Otto, A., & Jarvers, C. (2022). *The Alexithymia Questionnaire for Children—German version (AQC-G)*.
- Jenkins, A. L., & Schmitz, M. F. (2012). The Roles of Affect Dysregulation and Positive Affect in Non-Suicidal Self-Injury. *Archives of Suicide Research*, 16(3), 212–225. <https://doi.org/10.1080/13811118.2012.695270>
- Joormann, J., & Siemer, M. (2014). Emotion regulation in mood disorders. In *Handbook of emotion regulation, 2nd ed* (S. 413–427). The Guilford Press.
- Joormann, J., & Stanton, C. H. (2016). Examining emotion regulation in depression: A review and future directions. *Behaviour Research and Therapy*, 86, 35–49. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2016.07.007>
- Joukamaa, M., Taanila, A., Miettunen, J., Karvonen, J. T., Koskinen, M., & Veijola, J. (2007). Epidemiology of alexithymia among adolescents. *Journal of Psychosomatic Research*, 63(4), 373–376. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2007.01.018>
- Jovev, M., Chanen, A., Green, M., Cotton, S., Proffitt, T., Coltheart, M., & Jackson, H. (2011). Emotional sensitivity in youth with borderline personality pathology. *Psychiatry Research*, 187(1), 234–240. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2010.12.019>
- Kandsperger, S., Jarvers, I., Ecker, A., Schleicher, D., Madurkay, J., Otto, A., & Brunner, R. (2021). Emotional Reactivity and Family-Related Factors Associated With Self-Injurious Behavior in Adolescents Presenting to a Child and Adolescent Psychiatric Emergency Service. *Frontiers in Psychiatry*, 12, 913. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.634346>
- Kandsperger, S., Schleicher, D., Ecker, A., Keck, F., Bentheimer, S., Brunner, R., & Jarvers, I. (2022). Emotional Reactivity in Adolescents With Non-suicidal Self-injury and Its Predictors: A Longitudinal Study. *Frontiers in Psychiatry*, 13. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsy.2022.902964>
- Karch, G. R., & Grant, C. W. (1978). Asymmetry in Perception of the Sides of the Human Face. *Perceptual and Motor Skills*, 47(3), 727–734. <https://doi.org/10.2466/pms.1978.47.3.727>
- Karpel, M. G., & Jerram, M. W. (2015). Levels of Dissociation and Nonsuicidal Self-Injury: A Quartile Risk Model. *Journal of Trauma & Dissociation*, 16(3), 303–321. <https://doi.org/10.1080/15299732.2015.989645>

- Kaufman, J., Birmaher, B., Brent, D., Rao, U., Flynn, C., Moreci, P., Williamson, D., & Ryan, N. (1997). Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children-Present and Lifetime Version (K-SADS-PL): Initial Reliability and Validity Data. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 36(7), 980–988. <https://doi.org/10.1097/00004583-199707000-00021>
- Keltner, D., & Gross, J. J. (1999). Functional Accounts of Emotions. *Cognition and Emotion*, 13(5), 467–480. <https://doi.org/10.1080/026999399379140>
- Keltner, D., Sauter, D., Tracy, J., & Cowen, A. (2019). Emotional Expression: Advances in Basic Emotion Theory. *Journal of Nonverbal Behavior*, 43(2), 133–160. <https://doi.org/10.1007/s10919-019-00293-3>
- Kessler, H., Kammerer, M., Hoffmann, H., & Traue, H. C. (2010). Regulation von Emotionen und Alexithymie: Eine korrelative Studie. *PPmP - Psychotherapie · Psychosomatik · Medizinische Psychologie*, 60(5), 169–174. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1234046>
- Kingma, D. P., & Ba, J. (2017). *Adam: A Method for Stochastic Optimization* (arXiv:1412.6980). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1412.6980>
- Kleindienst, N., Bohus, M., Ludäscher, P., Limberger, M. F., Kuenkele, K., Ebner-Priemer, U. W., Chapman, A. L., Reicherzer, M., Stieglitz, R.-D., & Schmahl, C. (2008). Motives for Nonsuicidal Self-Injury Among Women With Borderline Personality Disorder. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 196(3), 230. <https://doi.org/10.1097/NMD.0b013e3181663026>
- Koenig, J., Lischke, A., Bardtke, K., Heinze, A.-L., Kröllner, F., Pahnke, R., & Kaess, M. (2022). Altered psychobiological reactivity but no impairment of emotion recognition following stress in adolescents with non-suicidal self-injury. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*. <https://doi.org/10.1007/s00406-022-01496-4>
- Koenig, J., Rinnewitz, L., Warth, M., Hillecke, T. K., Brunner, R., Resch, F., & Kaess, M. (2017). Psychobiological response to pain in female adolescents with nonsuicidal self-injury. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 42(3), 189–199. <https://doi.org/10.1503/jpn.160074>
- Kohler, C. G., Hoffman, L. J., Eastman, L. B., Healey, K., & Moberg, P. J. (2011). Facial emotion perception in depression and bipolar disorder: A quantitative review. *Psychiatry Research*, 188(3), 303–309. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2011.04.019>

- Korzekwa, M. I., Dell, P. F., & Pain, C. (2009). Dissociation and borderline personality disorder: An update for clinicians. *Current Psychiatry Reports*, *11*(1), 82–88. <https://doi.org/10.1007/s11920-009-0013-1>
- Kugler, L., & Kuhbandner, C. (2015). That's not funny! – But it should be: Effects of humorous emotion regulation on emotional experience and memory. *Frontiers in Psychology*, *6*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2015.01296>
- Kühner, C., Bürger, C., Keller, F., & Hautzinger, M. (2007). [Reliability and validity of the Revised Beck Depression Inventory (BDI-II). Results from German samples]. *Der Nervenarzt*, *78*(6), 651–656. <https://doi.org/10.1007/s00115-006-2098-7>
- Kumar, D., & Srinivasan, N. (2011). Emotion perception is mediated by spatial frequency content. *Emotion*, *11*(5), 1144–1151. <https://doi.org/10.1037/a0025453>
- Kumar Reddy, A. N., & Sagar, D. K. (2015). Half-width at half-maximum, full-width at half-maximum analysis for resolution of asymmetrically apodized optical systems with slit apertures. *Pramana*, *84*, 117–126.
- Laghi, F., Cerutti, R., Terrinoni, A., Lonigro, A., Pongetti, A., Ferrara, M., & Fantini, F. (2021). Evaluation of the “Reading the Mind in the Eyes Test” with Non-Suicidal Self-Injury (NSSI) adolescents: A pilot study. *Current Psychology*, *40*(11), 5471–5477. <https://doi.org/10.1007/s12144-019-00505-5>
- Lane, R. D. (2000). Levels of emotional awareness: Neurological, psychological, and social perspectives. In *The handbook of emotional intelligence: Theory, development, assessment, and application at home, school, and in the workplace* (S. 171–191). Jossey-Bass.
- Lebois, L. A. M., Palermo, C. A., Scheuer, L. S., Lebois, E. P., Winternitz, S. R., Germine, L., & Kaufman, M. L. (2020). Higher integration scores are associated with facial emotion perception differences in dissociative identity disorder. *Journal of Psychiatric Research*, *123*, 164–170. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2020.02.007>
- Lee, J., Gosselin, F., Wynn, J. K., & Green, M. F. (2011). How Do Schizophrenia Patients Use Visual Information to Decode Facial Emotion? *Schizophrenia Bulletin*, *37*(5), 1001–1008. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbq006>
- Leppänen, J. M., & Hietanen, J. K. (2004). Positive facial expressions are recognized faster than negative facial expressions, but why? *Psychological research*, *69*(1–2), 22–29.

- Lerner, J. S., Li, Y., Valdesolo, P., & Kassam, K. S. (2015). Emotion and Decision Making. *Annual Review of Psychology*, 66(1), 799–823. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115043>
- Lesser, I. M. (1985). Alexithymia. *New England Journal of Medicine*, 312(11), 690–692. <https://doi.org/10.1056/NEJM198503143121105>
- Levine, D., Marziali, E., & Hood, J. (1997). Emotion Processing in Borderline Personality Disorders. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 185(4), 240.
- Li, B., & Lima, D. (2021). Facial expression recognition via ResNet-50. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, 2, 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.ijcce.2021.02.002>
- Liang, K., Zhao, L., Lei, Y., Zou, K., Ji, S., Wang, R., & Huang, X. (2022). Nonsuicidal self-injury behaviour in a city of China and its association with family environment, media use and psychopathology. *Comprehensive Psychiatry*, 115, 152311. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2022.152311>
- Lin, M.-P., You, J., Wu, Y. W., & Jiang, Y. (2018). Depression Mediates the Relationship Between Distress Tolerance and Nonsuicidal Self-Injury Among Adolescents: One-Year Follow-Up. *Suicide & Life-Threatening Behavior*, 48(5), 589–600. <https://doi.org/10.1111/sltb.12382>
- Linehan, M. M. (1987a). Dialectical Behavior Therapy for borderline personality disorder: Theory and method. *Bulletin of the Menninger Clinic*, 51(3), 261–276.
- Linehan, M. M. (1987b). Dialectical behavior therapy for borderline personality disorder: Theory and method. *Bulletin of the Menninger Clinic*, 51(3), 261.
- Little, R. J. A. (1988). A Test of Missing Completely at Random for Multivariate Data with Missing Values. *Journal of the American Statistical Association*, 83(404), 1198–1202. <https://doi.org/10.1080/01621459.1988.10478722>
- Little, T. D., Jorgensen, T. D., Lang, K. M., & Moore, E. W. G. (2014). On the Joys of Missing Data. *Journal of Pediatric Psychology*, 39(2), 151–162. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jst048>
- Ludäscher, P., Bohus, M., Lieb, K., Philipsen, A., Jochims, A., & Schmahl, C. (2007). Elevated pain thresholds correlate with dissociation and aversive arousal in patients with borderline personality disorder. *Psychiatry Research*, 149(1), 291–296. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2005.04.009>
- Ludwig, A. M. (1983). The Psychobiological Functions of Dissociation. *American Journal of Clinical Hypnosis*, 26(2), 93–99. <https://doi.org/10.1080/00029157.1983.10404149>

- Lundqvist, D., Flykt, A., & Öhman, A. (1998). Karolinska directed emotional faces. *Cognition and Emotion*.
- Lynch, T. R., Rosenthal, M. Z., Kosson, D. S., Cheavens, J. S., Lejuez, C. W., & Blair, R. J. R. (2006). Heightened sensitivity to facial expressions of emotion in borderline personality disorder. *Emotion*, 6, 647–655. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.6.4.647>
- Lysenko, L., Schmahl, C., Bockhacker, L., Vonderlin, R., Bohus, M., & Kleindienst, N. (2018). Dissociation in Psychiatric Disorders: A Meta-Analysis of Studies Using the Dissociative Experiences Scale. *American Journal of Psychiatry*, 175(1), 37–46. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2017.17010025>
- Madge, N., Hawton, K., McMahon, E. M., Corcoran, P., De Leo, D., de Wilde, E. J., Fekete, S., van Heeringen, K., Ystgaard, M., & Arensman, E. (2011). Psychological characteristics, stressful life events and deliberate self-harm: Findings from the Child & Adolescent Self-harm in Europe (CASE) Study. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 20(10), 499–508. <https://doi.org/10.1007/s00787-011-0210-4>
- Madjar, N., Daka, D., Zalsman, G., & Shoval, G. (2021). Depression symptoms as a mediator between social support, non-suicidal self-injury, and suicidal ideation among Arab adolescents in Israel. *School Psychology International*, 42(4), 358–378. <https://doi.org/10.1177/0143034321998741>
- Maldonado, J., Butler, L., & Spiegel, D. (2002). *Treatments for Dissociative Disorders*.
- Mandal, M. K., & Ambady, N. (2004). Laterality of Facial Expressions of Emotion: Universal and Culture-Specific Influences. *Behavioural Neurology*, 15(1–2), 23–34. <https://doi.org/10.1155/2004/786529>
- Mangiulli, I., Otgaar, H., Jelacic, M., & Merckelbach, H. (2022). A Critical Review of Case Studies on Dissociative Amnesia. *Clinical Psychological Science*, 10(2), 191–211. <https://doi.org/10.1177/21677026211018194>
- Marr, D. (2010). *Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. MIT Press.
- Marsh, A. A., Ambady, N., & Kleck, R. E. (2005). The Effects of Fear and Anger Facial Expressions on Approach- and Avoidance-Related Behaviors. *Emotion*, 5, 119–124. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.5.1.119>
- Martinez, A. M. (2017). Visual perception of facial expressions of emotion. *Current Opinion in Psychology*, 17, 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.06.009>

- Matsumoto, D., & Hwang, H. S. (2011). Evidence for training the ability to read microexpressions of emotion. *Motivation and Emotion*, 35(2), 181–191. <https://doi.org/10.1007/s11031-011-9212-2>
- Mayer, J. D. (2001). Emotion, intelligence, and emotional intelligence. In *Handbook of affect and social cognition* (S. 410–431). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Mayer, J. D., Salovey, P., & Caruso, D. R. (2008). Emotional intelligence: New ability or eclectic traits? *American Psychologist*, 63(6), 503–517. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.63.6.503>
- McCrackin, S. D., Provencher, S., Mendell, E., & Ristic, J. (2023). Decoding the Silent Language of the Eyes: Occluding the Eye Region Impacts Understanding and Sharing of Emotions With Others. *Social Cognition*, 41(4), 365–389. <https://doi.org/10.1521/soco.2023.41.4.365>
- McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: The kappa statistic. *Biochemia Medica*, 22(3), 276–282.
- McKenzie, K. C., & Gross, J. J. (2014). Nonsuicidal Self-Injury: An Emotion Regulation Perspective. *Psychopathology*, 47(4), 207–219. <https://doi.org/10.1159/000358097>
- Merigan, W. H., & Maunsell, J. H. R. (1993). How Parallel are the Primate Visual Pathways? *Annual Review of Neuroscience*, 16(1), 369–402. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.16.030193.002101>
- Mettler, J., Stern, M., Lewis, S. P., & Heath, N. L. (2021). Perceived vs. Actual Emotion Reactivity and Regulation in Individuals With and Without a History of NSSI. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.612792>
- Midkiff, M. F., Lindsey, C. R., & Meadows, E. A. (2018). The role of coping self-efficacy in emotion regulation and frequency of NSSI in young adult college students. *Cogent Psychology*, 5(1), 1520437. <https://doi.org/10.1080/23311908.2018.1520437>
- Minzenberg, M. J., Poole, J. H., & Vinogradov, S. (2006). Social-emotion recognition in borderline personality disorder. *Comprehensive Psychiatry*, 47(6), 468–474. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2006.03.005>
- Mitchell, A. E., Dickens, G. L., & Picchioni, M. M. (2014). Facial Emotion Processing in Borderline Personality Disorder: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuropsychology Review*, 24(2), 166–184. <https://doi.org/10.1007/s11065-014-9254-9>
- Montavon, G., Binder, A., Lapuschkin, S., Samek, W., & Müller, K.-R. (2019). Layer-Wise Relevance Propagation: An Overview. In W. Samek, G. Montavon, A. Vedaldi, L. K. Hansen, & K.-R. Müller (Hrsg.), *Explainable AI: Interpreting, Explaining and Visualizing Deep Learning* (Bd. 11700, S. 193–209). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28954-6_10

- Moon, T. K. (1996). The expectation-maximization algorithm. *IEEE Signal Processing Magazine*, 13(6), 47–60. <https://doi.org/10.1109/79.543975>
- Muehlenkamp, J. J., Claes, L., Havertape, L., & Plener, P. L. (2012). International prevalence of adolescent non-suicidal self-injury and deliberate self-harm. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 6(1), 10. <https://doi.org/10.1186/1753-2000-6-10>
- Muehlenkamp, J. J., Xhunga, N., & Brausch, A. M. (2019). Self-injury Age of Onset: A Risk Factor for NSSI Severity and Suicidal Behavior. *Archives of Suicide Research*, 23(4), 551–563. <https://doi.org/10.1080/13811118.2018.1486252>
- Mulligan, K., & Scherer, K. R. (2012). Toward a Working Definition of Emotion. *Emotion Review*, 4(4), 345–357. <https://doi.org/10.1177/1754073912445818>
- Nasteski, V. (2017). An overview of the supervised machine learning methods. *HORIZONS.B*, 4, 51–62. <https://doi.org/10.20544/HORIZONS.B.04.1.17.P05>
- Nelis, D., Kotsou, I., Quoidbach, J., Hansenne, M., Weytens, F., Dupuis, P., & Mikolajczak, M. (2011). Increasing emotional competence improves psychological and physical well-being, social relationships, and employability. *Emotion*, 11(2), 354–366. <https://doi.org/10.1037/a0021554>
- Nemiah, J. C., & Sifneos, P. E. (1970). Psychosomatic Illness: A Problem in Communication. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 18(1–6), 154–160. <https://doi.org/10.1159/000286074>
- Niedtfeld, I., Defiebre, N., Regenbogen, C., Mier, D., Fenske, S., Kirsch, P., Lis, S., & Schmahl, C. (2017). Facing the Problem: Impaired Emotion Recognition During Multimodal Social Information Processing in Borderline Personality Disorder. *Journal of Personality Disorders*, 31(2), 273–288. https://doi.org/10.1521/pedi_2016_30_248
- Niu, S., Yin, X., Pan, B., Chen, H., Dai, C., Tong, C., Chen, F., & Feng, X. (2024). Understanding Comorbidity Between Non-Suicidal Self-Injury and Depressive Symptoms in a Clinical Sample of Adolescents: A Network Analysis. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 20, 1–17. <https://doi.org/10.2147/NDT.S443454>
- Nock, M. K., Holmberg, E. B., Photos, V. I., & Michel, B. D. (2007). Self-Injurious Thoughts and Behaviors Interview: Development, reliability, and validity in an adolescent sample. *Psychological Assessment*, 19, 309–317. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.19.3.309>
- Nock, M. K., Joiner, T. E., Gordon, K. H., Lloyd-Richardson, E., & Prinstein, M. J. (2006). Non-suicidal self-injury among adolescents: Diagnostic correlates and relation to suicide attempts. *Psychiatry Research*, 144(1), 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2006.05.010>

- Nock, M. K., & Prinstein, M. J. (2004). A Functional Approach to the Assessment of Self-Mutilative Behavior. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 72*(5), 885–890. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.72.5.885>
- Nock, M. K., Wedig, M. M., Holmberg, E. B., & Hooley, J. M. (2008). The Emotion Reactivity Scale: Development, Evaluation, and Relation to Self-Injurious Thoughts and Behaviors. *Behavior Therapy, 39*(2), 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2007.05.005>
- Norman, H., Oskis, A., Marzano, L., & Coulson, M. (2020). The relationship between self-harm and alexithymia: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Psychology, 61*(6), 855–876. <https://doi.org/10.1111/sjop.12668>
- O’Carroll, P. W., Berman, A. L., Maris, R. W., Moscicki, E. K., Tanney, B. L., & Silverman, M. M. (1996). Beyond the Tower of Babel: A Nomenclature for Suicidology. *Suicide and Life-Threatening Behavior, 26*(3), 237–252. <https://doi.org/10.1111/j.1943-278X.1996.tb00609.x>
- Oveis, C., Horberg, E. J., & Keltner, D. (2010). Compassion, pride, and social intuitions of self-other similarity. *Journal of Personality and Social Psychology, 98*(4), 618–630. <https://doi.org/10.1037/a0017628>
- Pandey, R., Saxena, P., & Dubey, A. (2011). Emotion regulation difficulties in alexithymia and mental health. *Europe’s Journal of Psychology, 7*(4), Article 4. <https://doi.org/10.5964/ejop.v7i4.155>
- Paszke, A., Gross, S., Massa, F., Lerer, A., Bradbury, J., Chanan, G., Killeen, T., Lin, Z., Gimelshein, N., Antiga, L., Desmaison, A., Kopf, A., Yang, E., DeVito, Z., Raison, M., Tejani, A., Chilamkurthy, S., Steiner, B., Fang, L., ... Chintala, S. (2019). PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library. *Advances in Neural Information Processing Systems, 32*. https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2019/hash/bdbca288fee7f92f2bfa9f7012727740-Abstract.html
- Pelligra, V. (2011). Empathy, guilt-aversion, and patterns of reciprocity. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics, 4*(3), 161–173. <https://doi.org/10.1037/a0024688>
- Perfetto, S., Wilder, J., & Walther, D. B. (2020). Effects of Spatial Frequency Filtering Choices on the Perception of Filtered Images. *Vision, 4*(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/vision4020029>
- Petermann, F., & Nitkowski, D. (2010). Selbstverletzendes Verhalten: Merkmale, Diagnostik und Risikofaktoren. *PPmP - Psychotherapie · Psychosomatik · Medizinische Psychologie, 6*–15. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1255086>

- Peeverill, M., Dirks, M. A., Narvaja, T., Herts, K. L., Comer, J. S., & McLaughlin, K. A. (2021). Socioeconomic status and child psychopathology in the United States: A meta-analysis of population-based studies. *Clinical Psychology Review, 83*, 101933. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2020.101933>
- Plener, P. L., Libal, G., Keller, F., Fegert, J. M., & Muehlenkamp, J. J. (2009). An international comparison of adolescent non-suicidal self-injury (NSSI) and suicide attempts: Germany and the USA. *Psychological Medicine, 39*(9), 1549–1558. <https://doi.org/10.1017/S0033291708005114>
- Plutchik, R., & Kellerman, H. (2013). *Theories of Emotion*. Academic Press.
- Pollak, S. D., Messner, M., Kistler, D. J., & Cohn, J. F. (2009). Development of perceptual expertise in emotion recognition. *Cognition, 110*(2), 242–247. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.10.010>
- Power, J., Smith, H. P., & Beaudette, J. N. (2016). Examining Nock and Prinstein's four-function model with offenders who self-injure. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment, 7*(3), 309–314. <https://doi.org/10.1037/per0000177>
- Preece, D. A., Becerra, R., Robinson, K., Allan, A., Boyes, M., Chen, W., Hasking, P., & Gross, J. J. (2020). What is alexithymia? Using factor analysis to establish its latent structure and relationship with fantasizing and emotional reactivity. *Journal of Personality, 88*(6), 1162–1176. <https://doi.org/10.1111/jopy.12563>
- Preece, D. A., Mehta, A., Becerra, R., Chen, W., Allan, A., Robinson, K., Boyes, M., Hasking, P., & Gross, J. J. (2022). Why is alexithymia a risk factor for affective disorder symptoms? The role of emotion regulation. *Journal of Affective Disorders, 296*, 337–341. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.09.085>
- Rawat, W., & Wang, Z. (2017). Deep convolutional neural networks for image classification: A comprehensive review. *Neural computation, 29*(9), 2352–2449.
- Regier, D. A., Kuhl, E. A., & Kupfer, D. J. (2013). The DSM-5: Classification and criteria changes. *World Psychiatry, 12*(2), 92–98. <https://doi.org/10.1002/wps.20050>
- Reichl, C., & Kaess, M. (2021). Self-harm in the context of borderline personality disorder. *Current Opinion in Psychology, 37*, 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2020.12.007>
- Reitsema, A. M., Jeronimus, B. F., Van Dijk, M., & De Jonge, P. (2022). Emotion dynamics in children and adolescents: A meta-analytic and descriptive review. *Emotion, 22*(2), 374–396. <https://doi.org/10.1037/emo0000970>

- Revord, J., Sweeny, K., & Lyubomirsky, S. (2021). Categorizing the function of positive emotions. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 39, 93–97. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2021.03.001>
- Rieffe, C., Oosterveld, P., & Terwogt, M. M. (2006). An alexithymia questionnaire for children: Factorial and concurrent validation results. *Personality and Individual Differences*, 40(1), 123–133. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2005.05.013>
- Rieffe, C., Terwogt, M. M., & Bosch, J. D. (2002). Emotie-identificatie en rapportage lichamelijke klachten bij kinderen. *Kind en adolescent*, 23(3), 95–104. <https://doi.org/10.1007/BF03060846>
- Rindermann, H. (2009). *EKF: Emotionale-Kompetenz-Fragebogen*. Hogrefe Göttingen.
- Ritschel, L. A., Tone, E. B., Schoemann, A. M., & Lim, N. E. (2015). Psychometric properties of the Difficulties in Emotion Regulation Scale across demographic groups. *Psychological Assessment*, 27(3), 944–954. <https://doi.org/10.1037/pas0000099>
- Robin, M., Pham-Scottet, A., Curt, F., Dugre-Le Bigre, C., Speranza, M., Sapinho, D., Corcos, M., Berthoz, S., & Kedia, G. (2012). Decreased sensitivity to facial emotions in adolescents with Borderline Personality Disorder. *Psychiatry Research*, 200(2), 417–421. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2012.03.032>
- Roemer, L., Williston, S. K., & Rollins, L. G. (2015). Mindfulness and emotion regulation. *Current Opinion in Psychology*, 3, 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.copsy.2015.02.006>
- Ross, S., & Heath, N. (2002). A Study of the Frequency of Self-Mutilation in a Community Sample of Adolescents. *Journal of Youth and Adolescence*, 31(1), 67–77. <https://doi.org/10.1023/A:1014089117419>
- Roth, B., Becker, N., Romeyke, S., Schäfer, S., Domnick, F., & Spinath, F. M. (2015). Intelligence and school grades: A meta-analysis. *Intelligence*, 53, 118–137. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2015.09.002>
- Ruba, A. L., & Pollak, S. D. (2020). The Development of Emotion Reasoning in Infancy and Early Childhood. *Annual Review of Developmental Psychology*, 2(1), 503–531. <https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-060320-102556>
- Russakovsky, O., Deng, J., Su, H., Krause, J., Satheesh, S., Ma, S., Huang, Z., Karpathy, A., Khosla, A., Bernstein, M., Berg, A. C., & Fei-Fei, L. (2015). ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge. *International Journal of Computer Vision*, 115(3), 211–252. <https://doi.org/10.1007/s11263-015-0816-y>

- Ryoo, H. J., & Kim, D. Y. (2022). A Systematic Approach to Effectively Treat Chronic Wounds Caused by Self-Harm: Two Case Reports. *Journal of Wound Management and Research*, 18(3), 194–199. <https://doi.org/10.22467/jwmr.2022.02110>
- Saarni, C. (1999). *A Skill-Based Model of Emotional Competence: A Developmental Perspective*. <https://eric.ed.gov/?id=ED430678>
- Sackeim, H. A., Gur, R. C., & Saucy, M. C. (1978). Emotions Are Expressed More Intensely on the Left Side of the Face. *Science*, 202(4366), 434–436. <https://doi.org/10.1126/science.705335>
- Sadeh, N., Londahl-Shaller, E. A., Piatigorsky, A., Fordwood, S., Stuart, B. K., McNeil, D. E., David Klonsky, E., Ozer, E. M., & Yaeger, A. M. (2014). Functions of non-suicidal self-injury in adolescents and young adults with Borderline Personality Disorder symptoms. *Psychiatry Research*, 216(2), 217–222. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2014.02.018>
- Scherer, K. R. (1986). Vocal affect expression: A review and a model for future research. *Psychological Bulletin*, 99(2), 143–165. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.99.2.143>
- Scherer, K. R. (2010). Emotion and emotional competence: Conceptual and theoretical issues for modelling agents. *Blueprint for affective computing: A sourcebook*, 3–20.
- Scherer, K. R., & Moors, A. (2019). The Emotion Process: Event Appraisal and Component Differentiation. *Annual Review of Psychology*, 70(1), 719–745. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011854>
- Schober, B., Dresel, M., & Heller, K. A. (2005). *Der Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Kinder-Dritte Version, 1999 (HAWIK-III)*. <https://pada.psycharchives.org/bitstream/c078229a-486d-435d-9f06-94788ab4d368>
- Sedgwick, P. (2012). Multiple significance tests: The Bonferroni correction. *BMJ*, 344, e509. <https://doi.org/10.1136/bmj.e509>
- Serafini, G., Canepa, G., Adavastro, G., Nebbia, J., Belvederi Murri, M., Erbuto, D., Poci, B., Fiorillo, A., Pompili, M., Flouri, E., & Amore, M. (2017). The Relationship between Childhood Maltreatment and Non-Suicidal Self-Injury: A Systematic Review. *Frontiers in Psychiatry*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsy.2017.00149>
- Seymour, K. E., Jones, R. N., Cushman, G. K., Galvan, T., Puzia, M. E., Kim, K. L., Spirito, A., & Dickstein, D. P. (2016). Emotional face recognition in adolescent suicide attempters and adolescents engaging in non-suicidal self-injury. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 25(3), 247–259. <https://doi.org/10.1007/s00787-015-0733-1>

- Shahinfar, S., Meek, P., & Falzon, G. (2020). "How many images do I need?" Understanding how sample size per class affects deep learning model performance metrics for balanced designs in autonomous wildlife monitoring. *Ecological Informatics*, 57, 101085. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101085>
- Sheehan, D. V., Lecrubier, Y., Sheehan, K. H., Amorim, P., Janavs, J., Weiller, E., Hergueta, T., Baker, R., & Dunbar, G. C. (1998). The Mini-International Neuropsychiatric Interview (MINI): The development and validation of a structured diagnostic psychiatric interview for DSM-IV and ICD-10. *Journal of clinical psychiatry*, 59(20), 22–33.
- Sheehan, D. V., Sheehan, K. H., Shytle, R. D., Janavs, J., Bannon, Y., Rogers, J. E., Milo, K. M., Stock, S. L., & Wilkinson, B. (2010). Reliability and Validity of the Mini International Neuropsychiatric Interview for Children and Adolescents (MINI-KID). *The Journal of Clinical Psychiatry*, 71(3), 0–0. <https://doi.org/10.4088/JCP.09m05305whi>
- Shiota, M. N., Neufeld, S. L., Danvers, A. F., Osborne, E. A., Sng, O., & Yee, C. I. (2014). Positive Emotion Differentiation: A Functional Approach. *Social and Personality Psychology Compass*, 8(3), 104–117. <https://doi.org/10.1111/spc3.12092>
- Siemer, M., Mauss, I., & Gross, J. J. (2007). Same situation--Different emotions: How appraisals shape our emotions. *Emotion*, 7(3), 592–600. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.3.592>
- Sifneos, P. E. (1973). The Prevalence of 'Alexithymic' Characteristics in Psychosomatic Patients. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 22(2–6), 255–262. <https://doi.org/10.1159/000286529>
- Simoncelli, E. (2015). *MATLAB Pyramid Toolbox*. <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/124820>
- Sirin, S. R. (2005). Socioeconomic Status and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review of Research. *Review of Educational Research*, 75(3), 417–453. <https://doi.org/10.3102/00346543075003417>
- Skirrow, C., & Asherson, P. (2013). Emotional lability, comorbidity and impairment in adults with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Affective Disorders*, 147(1), 80–86. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2012.10.011>
- Smith, S. W., Hamel, L. M., Kotowski, M. R., Nazione, S., LaPlante, C., Atkin, C. K., Stohl, C., & Skubisz, C. (2010). Action Tendency Emotions Evoked by Memorable Breast Cancer Messages and Their Association With Prevention and Detection Behaviors. *Health Communication*, 25(8), 737–746. <https://doi.org/10.1080/10410236.2010.521916>

- Soloff, P. H., Lis, J. A., Kelly, T., Cornelius, J., & Ulrich, R. (1994). Self-Mutilation and Suicidal Behavior in Borderline Personality Disorder. *Journal of Personality Disorders, 8*(4), 257–267. <https://doi.org/10.1521/pedi.1994.8.4.257>
- Sood, S., Singh, H., Malarvel, M., & Ahuja, R. (2021). Significance and Limitations of Deep Neural Networks for Image Classification and Object Detection. *2021 2nd International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)*, 1453–1460. <https://doi.org/10.1109/ICOSEC51865.2021.9591759>
- Sorgi, K. M., Ammerman, B. A., Cheung, J. C., Fahlgren, M. K., Puhalla, A. A., & McCloskey, M. S. (2021). Relationships between Non-Suicidal Self-Injury and Other Maladaptive Behaviors: Beyond Difficulties in Emotion Regulation. *Archives of Suicide Research, 25*(3), 530–551. <https://doi.org/10.1080/13811118.2020.1715906>
- Sornberger, M. J., Heath, N. L., Toste, J. R., & McLouth, R. (2012). Nonsuicidal Self-Injury and Gender: Patterns of Prevalence, Methods, and Locations among Adolescents. *Suicide and Life-Threatening Behavior, 42*(3), 266–278. <https://doi.org/10.1111/j.1943-278X.2012.0088.x>
- Spitzer, C., Barnow, S., Freyberger, H. J., & Grabe, H. J. (2006). Recent developments in the theory of dissociation. *World Psychiatry: Official Journal of the World Psychiatric Association (WPA), 5*(2), 82–86.
- Steinberg, E. A., & Drabick, D. A. G. (2015). A Developmental Psychopathology Perspective on ADHD and Comorbid Conditions: The Role of Emotion Regulation. *Child Psychiatry & Human Development, 46*(6), 951–966. <https://doi.org/10.1007/s10578-015-0534-2>
- Suzuki, S., Fujisawa, T. X., Sakakibara, N., Fujioka, T., Takiguchi, S., & Tomoda, A. (2020). Development of Social Attention and Oxytocin Levels in Maltreated Children. *Scientific Reports, 10*(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64297-6>
- Swannell, S. V., Martin, G. E., Page, A., Hasking, P., & St John, N. J. (2014). Prevalence of Nonsuicidal Self-Injury in Nonclinical Samples: Systematic Review, Meta-Analysis and Meta-Regression. *Suicide and Life-Threatening Behavior, 44*(3), 273–303. <https://doi.org/10.1111/sltb.12070>
- Tamir, M., John, O. P., Srivastava, S., & Gross, J. J. (2007). Implicit theories of emotion: Affective and social outcomes across a major life transition. *Journal of Personality and Social Psychology, 92*(4), 731–744. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.4.731>

- Taş Torun, Y., Gul, H., Yaylali, F. H., & Gul, A. (2022). Intra/interpersonal Functions of Non-suicidal Self-injury in Adolescents with Major Depressive Disorder: The Role of Emotion Regulation, Alexithymia, and Childhood Traumas. *Psychiatry*, 85(1), 86–99. <https://doi.org/10.1080/00332747.2021.1989854>
- Taylor, P. J., Jomar, K., Dhingra, K., Forrester, R., Shahmalak, U., & Dickson, J. M. (2018). A meta-analysis of the prevalence of different functions of non-suicidal self-injury. *Journal of Affective Disorders*, 227, 759–769. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2017.11.073>
- Thai, M., Schreiner, M. W., Mueller, B. A., Cullen, K. R., & Klimes-Dougan, B. (2021). Coordination between frontolimbic resting state connectivity and hypothalamic–pituitary–adrenal axis functioning in adolescents with and without depression. *Psychoneuroendocrinology*, 125, 105123. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2020.105123>
- Thomassin, K., Quint, E., Sezlik, S., & Shaffer, A. (2017). Profiles of Emotion Deficits and Adolescent Nonsuicidal Self-Injury in an Inpatient Sample. *Journal of Research on Adolescence*, 27(4), 752–764. <https://doi.org/10.1111/jora.12312>
- Thompson, R. (2001). *Childhood Anxiety Disorders from the Perspective of Emotion Regulation and Attachment* (S. 160–182). <https://doi.org/10.1093/med:psych/9780195123630.003.0008>
- Thompson, R. A. (1994). Emotion Regulation: A Theme in Search of Definition. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 59(2/3), 25–52. <https://doi.org/10.2307/1166137>
- Thompson, S. J., Foulsham, T., Leekam, S. R., & Jones, C. R. G. (2019). Attention to the face is characterised by a difficult to inhibit first fixation to the eyes. *Acta Psychologica*, 193, 229–238. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2019.01.006>
- Tschan, T., Schmid, M., & In-Albon, T. (2015). Parenting behavior in families of female adolescents with nonsuicidal self-injury in comparison to a clinical and a nonclinical control group. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 9(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s13034-015-0051-x>
- Tugade, M. M., & Fredrickson, B. L. (2007). Regulation of Positive Emotions: Emotion Regulation Strategies that Promote Resilience. *Journal of Happiness Studies*, 8(3), 311–333. <https://doi.org/10.1007/s10902-006-9015-4>
- Turner, B. J., Chapman, A. L., & Layden, B. K. (2012). Intrapersonal and Interpersonal Functions of Non-suicidal Self-Injury: Associations with Emotional and Social Functioning. *Suicide and Life-Threatening Behavior*, 42(1), 36–55. <https://doi.org/10.1111/j.1943-278X.2011.00069.x>

- v. Ceumern-Lindenstjerna, I.-A., Brunner, R., Parzer, P., Frey, M., Fiedler, P., & Resch, F. (2007). Wahrnehmung und Bewertung von emotionalen Gesichtsausdrücken bei weiblichen Jugendlichen mit einer Borderline-Persönlichkeitsstörung. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 35(5), 333–340. <https://doi.org/10.1024/1422-4917.35.5.333>
- Valdés-Souto, F., & Naranjo-Albarrán, L. (2021). Improving the Software Estimation Models Based on Functional Size through Validation of the Assumptions behind the Linear Regression and the Use of the Confidence Intervals When the Reference Database Presents a Wedge-Shape Form. *Programming and Computer Software*, 47(8), 673–693. <https://doi.org/10.1134/S0361768821080259>
- van de Ven, N., Zeelenberg, M., & Pieters, R. (2012). Appraisal patterns of envy and related emotions. *Motivation and Emotion*, 36(2), 195–204. <https://doi.org/10.1007/s11031-011-9235-8>
- Varma, D. (2017). Relationship of Positive and Negative Affect with Depression in Clinical and Normal Group. *Psychology and Behavioral Science International Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.19080/PBSIJ.2017.02.555579>
- Vetter, P., Badde, S., Phelps, E. A., & Carrasco, M. (2019). Emotional faces guide the eyes in the absence of awareness. *eLife*, 8, e43467. <https://doi.org/10.7554/eLife.43467>
- Victor, S. E., Muehlenkamp, J. J., Hayes, N. A., Lengel, G. J., Styer, D. M., & Washburn, J. J. (2018). Characterizing gender differences in nonsuicidal self-injury: Evidence from a large clinical sample of adolescents and adults. *Comprehensive Psychiatry*, 82, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2018.01.009>
- Wagner, A. W., & Linehan, M. M. (1999). Facial expression recognition ability among women with borderline personality disorder: Implications for emotion regulation. *Journal of Personality Disorders*, 13, 329–344. <https://doi.org/10.1521/pedi.1999.13.4.329>
- Wandell, B. A. (1995). *Foundations of vision*. sinauer Associates.
- Wang, Y., Luo, B., Hong, B., Yang, M., Zhao, L., & Jia, P. (2022). The relationship between family functioning and non-suicidal self-injury in adolescents: A structural equation modeling analysis. *Journal of Affective Disorders*, 309, 193–200. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2022.04.124>
- Wang, Y.-J., Li, X., Ng, C. H., Xu, D.-W., Hu, S., & Yuan, T.-F. (2022). Risk factors for non-suicidal self-injury (NSSI) in adolescents: A meta-analysis. *eClinicalMedicine*, 46, 101350. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2022.101350>

- Watson, A. B., & Pelli, D. G. (1983). Quest: A Bayesian adaptive psychometric method. *Perception & Psychophysics*, *33*(2), 113–120. <https://doi.org/10.3758/BF03202828>
- Weiß, R. H. (2006). *CFT 20-R: Grundintelligenztest skala 2-revision*. Hogrefe.
- Werner, K., & Gross, J. J. (2010). Emotion regulation and psychopathology: A conceptual framework. In *Emotion regulation and psychopathology: A transdiagnostic approach to etiology and treatment* (S. 13–37). The Guilford Press.
- Westers, N. J., Rehfuss, M., Olson, L., & Biron, D. (2012). The Role of Forgiveness in Adolescents Who Engage in Nonsuicidal Self-Injury. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, *200*(6), 535. <https://doi.org/10.1097/NMD.0b013e318257c837>
- Whitlock, J., & Knox, K. L. (2007). The Relationship Between Self-injurious Behavior and Suicide in a Young Adult Population. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, *161*(7), 634–640. <https://doi.org/10.1001/archpedi.161.7.634>
- Willenbockel, V., Sadr, J., Fiset, D., Horne, G. O., Gosselin, F., & Tanaka, J. W. (2010). Controlling low-level image properties: The SHINE toolbox. *Behavior Research Methods*, *42*(3), 671–684. <https://doi.org/10.3758/BRM.42.3.671>
- Wong, C. F., Silva, K., Kecojevic, A., Schragger, S. M., Bloom, J. J., Iverson, E., & Lankenau, S. E. (2013). Coping and emotion regulation profiles as predictors of nonmedical prescription drug and illicit drug use among high-risk young adults. *Drug and Alcohol Dependence*, *132*(1), 165–171. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2013.01.024>
- Yates, T. M., Carlson, E. A., & Egeland, B. (2008). A prospective study of child maltreatment and self-injurious behavior in a community sample. *Development and Psychopathology*, *20*(2), 651–671. <https://doi.org/10.1017/S0954579408000321>
- Yates, T. M., Tracy, A. J., & Luthar, S. S. (2008). Nonsuicidal self-injury among „privileged“ youths: Longitudinal and cross-sectional approaches to developmental process. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *76*(1), 52–62. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.76.1.52>
- Yong Y., Minlei G. a. N., Xiaojian Y. I. N., Huipan W. U., Jinbo S., Yuanyuan M. A., Yuxin H. O. U., Yong L. I., Dongru Z., & Yuan L. I. U. (2023). Correlation analysis between non-suicidal self-injury behavior and depressive symptoms in adolescents. *中国学校卫生*, *44*(5), 659–663. <https://doi.org/10.16835/j.cnki.1000-9817.2023.05.005>

- Yoo, S. H., Matsumoto, D., & LeRoux, J. A. (2006). The influence of emotion recognition and emotion regulation on intercultural adjustment. *International Journal of Intercultural Relations*, 30(3), 345–363. <https://doi.org/10.1016/j.ijintrel.2005.08.006>
- You, J., Ren, Y., Zhang, X., Wu, Z., Xu, S., & Lin, M. P. (2018). Emotional Dysregulation and Nonsuicidal Self-Injury: A Meta-Analytic Review. *Neuropsychiatry*, 08(02). <https://doi.org/10.4172/Neuropsychiatry.1000399>
- Zetterqvist, M., Jonsson, L. S., Landberg, Å., & Svedin, C. G. (2021). A potential increase in adolescent nonsuicidal self-injury during covid-19: A comparison of data from three different time points during 2011 – 2021. *Psychiatry Research*, 305, 114208. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2021.114208>
- Zhao, L., Zhou, D., Ma, L., Hu, J., Chen, R., He, X., Peng, X., Jiang, Z., Ran, L., Xiang, J., Zeng, Q., Zhou, Y., Dai, L., Zhang, Q., Hong, S., Wang, W., & Kuang, L. (2023). Changes in emotion-related EEG components and brain lateralization response to negative emotions in adolescents with nonsuicidal self-injury: An ERP study. *Behavioural Brain Research*, 445, 114324. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2023.114324>
- Ziebell, L. (2021). *Facial Emotion Recognition and Reflexive Facial Mimicry in Individuals with a History of Non-suicidal Self-injury* [Thesis, Université d'Ottawa / University of Ottawa]. <https://doi.org/10.20381/ruor-26127>
- Ziebell, L., Collin, C. A., Weippert, M., & Sokolov, M. (2017). Categorization of Emotional Facial Expressions in Humans with a History of Non-suicidal Self-injury. *International Journal of Comparative Psychology*, 30(0). <https://doi.org/10.46867/ijcp.2017.30.01.07>
- Ziebell, L., Collin, C., Rainville, S., Mazalu, M., & Weippert, M. (2020). Using an ideal observer analysis to investigate the visual perceptual efficiency of individuals with a history of non-suicidal self-injury when identifying emotional expressions. *PLOS ONE*, 15(2), e0227019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227019>

Selbstständigkeitserklärung

“Ich, Otto Alexandra, geboren am 05.05.1992 in Gräfelfing, erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe.

Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater*in oder andere Personen) in Anspruch genommen. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, Datum

eigenhändige Unterschrift
des/der Promovenden*in

