

Aus der
Medizinischen Universitätsklinik Tübingen
Innere Medizin IV
Diabetologie, Endokrinologie, Nephrologie

**Prädiktive Faktoren für die Gewichtsreduktion und
Gewichtsstabilisierung bei Kindern und Jugendlichen
nach einer stationären multidisziplinären
Intervention zur Gewichtsreduktion
Ergebnisse eines systematischen Reviews und
einer Datenanalyse der DROMLIN-Studie**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

**vorgelegt von
Kasemann, Lena Nannette**

2026

Dekanin: Professorin Dr. S. Y. Brucker

1. Berichterstatter: Professorin Dr. I. Mack

2. Berichterstatter: Professorin Dr. S. Kullmann

Tag der Disputation: 30.06.2026

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 Adipositas – Definition für Erwachsene und Kinder.....	1
1.2 Epidemiologie	2
1.3 Gesundheitliche Folgen der Adipositas.....	2
1.4 Risikofaktoren für die Entstehung der Adipositas bei Kindern und Jugendlichen.....	4
1.5 Präventionsmaßnahmen	7
1.6 Interventionen zu Gewichtsreduktion	8
1.7 Problematik der Gewichtsreduktion und -erhaltung	10
1.8 Prädiktoren für Gewichtsreduktion und -stabilisierung	10
1.8.1 Prädiktoren für Erwachsene.....	11
1.8.2 Prädiktoren für Kinder und Jugendliche	14
1.8.3 Weitere mögliche Prädiktoren für die Gewichtsstabilisierung – Erläuterung	16
1.9 Review - Hypothesen	21
1.10 Die DROMLIN-Studie – explorativer Ansatz	22
2 Material und Methoden	24
2.1 Review	24
2.1.1 Literatursuche	24
2.1.2 Einschlusskriterien	25
2.1.3 Studienauswahl, Datensammlung und Organisation	26
2.1.4 Datenauswertung und Statistik	26
2.1.5 Risk of Bias	26
2.2 DROMLIN-Studie	27
2.2.1 Studiendesign und Teilnehmer	28

2.2.2	Messungen und Fragebögen	30
2.2.3	Statistik	46
3	Ergebnisse	49
3.1	Review	49
3.1.1	Studienselektion und Kategorisierung	49
3.1.2	Zusammenfassung der Studiencharakteristika	50
3.1.3	Zusammenfassung der Studienergebnisse für die Gewichtsreduktion	52
3.1.4	Zusammenfassung der Studienergebnisse für die Gewichtsstabilisierung	58
3.1.5	Risk of Bias	62
3.1.6	Update des Reviews	63
3.2	DROMLIN-Studie	63
3.2.1	Studienpopulation	63
3.2.2	Intervention	65
3.2.3	Explorative Prädiktoranalyse	65
3.2.4	Gesamtmodell der Prädiktoren für die Gewichtsreduktion und -stabilisierung	71
4	Diskussion	73
4.1	Stärken und Schwächen	78
4.2	Ausblick	80
5	Zusammenfassung	82
6	Literaturverzeichnis	84
7	Erklärung zum Eigenanteil	96
8	Veröffentlichungen	98
9	Anhang	99
9.1	Suchstrategie	99
9.1.1	Suchterm PubMed	99
9.1.2	Suchterm Cochrane Library	101
9.1.3	Suchterm Web of Science	107
9.2	Studiencharakteristika	110

9.2.1	Update des Reviews	123
9.3	Risk of Bias – Instrument zur Qualitätsbewertung	125
9.4	Übersicht der Prädiktoren für Gewichtsreduktion	129
9.5	Übersicht der Prädiktoren für Gewichtsstabilisierung	140
9.6	Hierarchisch lineares Modell – Modelle und ihr Vergleich	144
10	Danksagung	146

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prädiktorenmodell für die Gewichtsreduktion (GR) und die Erhaltung der Gewichtsreduktion (GS) bei Erwachsenen	13
Abbildung 2: Prädiktorenmodell für Gewichtsreduktion (GR) und die Erhaltung der Gewichtsreduktion (GS) bei Kindern und Jugendlichen	15
Abbildung 3: Screening-Prozess – Flussdiagramm der systematischen Literaturrecherche nach dem Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).....	50
Abbildung 4: Prädiktoren für die Gewichtsreduktion.....	54
Abbildung 5: Prädiktoren für die Gewichtsreduktion nach Domänen.....	54
Abbildung 6: Prädiktoren für die Erhaltung der Gewichtsstabilisierung	59
Abbildung 7: Prädiktoren für die Erhaltung der Gewichtsstabilisierung nach Domänen.....	60
Abbildung 8: Übersicht der Prädiktoren für die postinterventionelle Gewichtsstabilisierung über 24 Monate (DROMLIN-Studie)	65
Abbildung 9: Darstellung der Prädiktion der Gewichtsentwicklung über 24 Monate (Zeitpunkte: 0, 6, 12 und 24 Monate) nach einer Intervention zur Gewichtsreduktion in Abhängigkeit von den präinterventionell erhobenen Prädiktoren für die Erhaltung der Gewichtsreduktion	67
Abbildung 10: Darstellung der Prädiktion der Gewichtsentwicklung über 24 Monate (Zeitpunkten: 0, 6, 12 und 24 Monate) nach einer Intervention zur Gewichtsreduktion in Abhängigkeit von Prädiktoren (prä- zu postinterventionelle Veränderung einer Variable als Prädiktor) für die Erhaltung der Gewichtsreduktion.....	69
Abbildung 11: Prädiktive Faktoren für die Gewichtsreduktion und Gewichtsstabilisierung für Kinder und Jugendliche (Review (GR, GS) und DROMLIN-Studie (GS)) implementiert im theoriegeleiteten Modell für Kinder und Jugendliche	72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einteilung des Body-Mass-Index (BMI).....	1
Tabelle 2: Folgeerkrankungen der Adipositas im Kinder- und Jugendalter	3
Tabelle 3: Erläuterung einer Auswahl relevanter Parameter der Herzratenvariabilität	21
Tabelle 4: Charakteristika des Geschirrs für das Experiment zur Wahrnehmung der Portionsgröße (Doersam et al., 2021)	37
Tabelle 5: Liste des angebotenen Essens, seiner Eigenschaften und dem Verpackungsstatus.....	39
Tabelle 6: Übersicht der auf Prädiktoreigenschaften untersuchten Parameter	44
Tabelle 7: Erläuterung der Variablen im verwendeten hierarchisch linearen Model	47
Tabelle 8: Übersicht der in der systematischen Literaturrecherche selektierten Studien	49
Tabelle 9: Stichprobencharakteristika der Studien der Übersichtsarbeit	52
Tabelle 10: Risk of Bias.....	62
Tabelle 11: Stichprobencharakteristika der Probanden der DROMLIN-Studie zu den Messzeitpunkten T1-T5 (Aufnahmetag bis 24 Monate postinterventionell)	64
Tabelle 12: Präinterventionell erhobene Parameter als Prädiktoren für die Gewichtsstabilisierung - Statistische Ergebnisse des hierarchisch linearen Models.....	66
Tabelle 13: Prä-postinterventionell erhobene Parameter als Prädiktoren für die Gewichtsstabilisierung - Statistische Ergebnisse des hierarchisch linearen Models.....	68
Tabelle 14: Prädiktorenanalyse nach Entfernung der Ausreißer durch die Labeling Outlier Rule - Statistische Ergebnisse des hierarchisch linearen Models.....	70
Tabelle 15: Studiencharakteristika aller über die systematische Literaturrecherche selektierten Studien, welche Faktoren auf ihre Prädiktivität für Gewichtsreduktion und Gewichtsstabilisierung untersucht haben.....	110

Tabelle 16: Studiencharakteristika der beim Update des systematischen Review selektierten Studie, welche Faktoren auf ihre Prädiktivität für Gewichtsreduktion und -stabilisierung untersucht hat.....	123
Tabelle 17: Qualitätsbewertung der Studien des Reviews zu Prädiktoren für Gewichtsreduktion und Gewichtsstabilisierung, anhand von sechs Qualitätsmerkmalen (Repräsentativität der exponierten Kohorte, Drop-out Rate, Validität und Reliabilität, Stichprobengröße und durchgeführte Statistik)	125
Tabelle 18: Übersicht aller Prädiktoren für die Gewichtsreduktion, welche in den Studien des Reviews zu Prädiktoren für Gewichtsreduktion und Gewichtsstabilisierung untersucht wurden; Themensortierte Darstellung (Physiologie, Verhalten, Psychologie, Umwelt)	129
Tabelle 19: Übersicht aller Prädiktoren für die Gewichtsstabilisierung, welche in den Studien des Reviews zu Prädiktoren für Gewichtsreduktion und Gewichtsstabilisierung untersucht wurden; Themensortierte Darstellung (Physiologie, Verhalten, Psychologie, Umwelt)	140
Tabelle 20: Erläuterung der Variablen des hierarchisch linearen Modells	144
Tabelle 21: Vergleich der BIC-Werte der hierarchisch linearen Modelle (1)-(6)	145

Abkürzungsverzeichnis

APOA1	Apolipoprotein A1
BA	Unkontrollierte Vorher-Nachher-Interventionen ohne Gruppenvergleich
BIC	Bayer'schen Informationskriteriums
BMI	Body-Mass-Index
BMI-SDS	Body Mass Index-Standard Deviation Score
CETP	Cholesterinester-Transferprotein
cm	Zentimeter
DI-KJ	Depressionsinventar für Kinder und Jugendliche
DROMLIN	PreDicator Resaerch in Obesity during Medical care – weight Loss in children and adolescents during an INpatient rehabilitation
dT2T1	Delta der Messwerte zwischen T1 und T2
EKG	Elektrokardiogramm
EVP	Essverhalten Psychologie
fT3	Freies Trijodthyronin
fT4	Freies Thyroxin
g	Gramm
GR	Gewichtsreduktion
GS	Gewichtsstabilisierung
HF	High Frequency Power (0,15-0,40 Hz)
HLM	Hierarchisch lineares Modell
HRV	Herzratenvariabilität
Hz	Hertz
IBI	Interbeat Interval
ICC	Interklassenkorrelationskoeffizient

IEG-K	Inventar zum Essverhalten und Gewichtsproblemen für Kinder
ILK	Inventar zur Erfassung der Lebensqualität bei Kindern und Jugendlichen
IQR	Interquartile Range
k	Kappa-Koeffizient
KB	Kognitive Bewertung
kcal	Kilokalorie
kg	Kilogramm
LEPR	Leptinrezeptor
LF	Low Frequency Power (0,04-0,15 Hz)
log	Logarithmus zur Basis 10
LTBP1	Latent-Transforming Growth Factor Beta-Binding Protein 1
m	Meter
MC3R	Melanocortinrezeptor 3
Mio.	Millionen
ML	Maximum-Likelihood-Methode
MMRN1	Multimerin-1
NAFLD	Nicht-alkoholische Fettleber-Erkrankung
PCO-Syndrom	Polyzystisches Ovarialsyndrom
PICOS-Schema	Schema zur Definition der Einschlusskriterien der Studien eines Reviews (Studienpopulation (Participants), Intervention (Intervention), Kontrolle (Comparators), Ergebnis (Outcome) und Studiendesigne (Study Design))
PKHD1L1	Polycystic Kidney And Hepatic Disease 1-Like Protein 1

PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
REML	Resticted Maxiumum-Likelihood
RMSSD	Root mean Sum of squared Distance
RR-Intervall / RR-Abstand	Intervall zwischen zwei R-Zacken im EKG in einer Zeiteinheit (meist Millisekunden)
RSES	Rosenberg Self-Esteem Scale (Fragebogen zum Selbstwertgefühl)
RT	Randomisierte nicht kontrollierte Studie
s	Sekunde
SB	Stressbewältigung
SD	Standardfehler
SSK-J	Fragebogen zur Erhebung von Stress und Stressbewältigung im Kindes- und Jugendalter
T1-T5	Messzeitpunkte: T1: in der ersten Woche des Klinikaufenthaltes, T2: in der letzten Woche des Klinikaufenthaltes, wobei die BMI-Messung am letzten Tag erfolgte, T3-5: 6, 12 und 24 Monate nach Interventionsende
TFPI	Tissue Factor Pathway Inhibitor
TMEM18	Transmembrane Protein 18
TSH	Thyreoidea-stimulierendes Hormon
UK	United Kingdom
VLF	Very Low Frequency Power (< 0,04 Hz)
VNS	Vegetatives Nervensystem

1 Einleitung

1.1 Adipositas – Definition für Erwachsene und Kinder

Übergewicht und Adipositas sind eine das Krankheitsrisiko erhöhende vermehrte Körperfettmasse (World Health Organization, 2025, World Health Organization, 2021). In diesem Sinne wurde auch der Body-Mass-Index (BMI) zur Einschätzung des Risikofaktors für adipositasbedingte Erkrankungen entwickelt. Er ist definiert als das Körpergewicht [kg] dividiert durch die Körpergröße [m]. Auch die Einteilung des BMIs (Tabelle 1) orientiert sich an dem Einfluss der erhöhten Körperfettmasse auf das Risiko für Erkrankungen und Versterben (World Health Organization, 2010). So resultiert aus einem erhöhten BMI ein erhöhtes Risiko für verschiedene Folgeerkrankungen und einer dadurch erhöhten Mortalität (Wabitsch, 2022).

Tabelle 1: Einteilung des Body-Mass-Index (BMI)

BMI	Bewertung
< 18,5	Untergewicht
18,5-24,9	Normalgewicht
25,0-29,9	Übergewicht (Präadipositas)
30,0-34,9	Adipositas I°
35,0-39,9	Adipositas II°
≥ 40	Adipositas III°

(World Health Organization, 2010)

Bedingt durch die unterschiedliche physische Konstitution von Kindern abhängig von Alter und Geschlecht, ist der reine BMI für sie nicht anwendbar. Auf Grund dessen werden alters- und geschlechtsspezifische BMI-Werte in Form von Perzentilenwerten oder dem Body Mass Index-Standard Deviation Score (BMI-SDS) verwendet. Gemäß internationaler Definition liegt Übergewicht ab einem BMI ≥ 85. Perzentile bis < 95. Perzentile vor und Adipositas ab einem BMI ≥ 95. Perzentile (McCarthy et al., 2006). Sowohl für den BMI, als auch für den BMI-SDS ist zu beachten, dass sie lediglich eine Aussage über das Gewicht im Verhältnis zur Körpergröße treffen und keine Differenzierung des Gewichts in Muskelmasse und Fett beinhalten, wodurch muskulöse Menschen möglicherweise fälschlich als übergewichtig

definiert werden können. Dieser Fehler könnte durch die Messung der Körperfettmasse selbst vermieden werden. Die Körperfettmassenmessung ist jedoch für die Routineanwendung nicht praktikabel, weshalb BMI und BMI-SDS in der Praxis Anwendung finden.

1.2 Epidemiologie

Die globale Prävalenz von Übergewicht nimmt sowohl unter Erwachsenen als auch unter Kindern stetig zu. Weltweit verdoppelte sich zwischen 1990 und 2022 die Prävalenz von Übergewicht bei Erwachsenen und vervierfachte sich unter Jugendlichen, wobei insgesamt einer von achten Menschen weltweit übergewichtig war. Im Jahr 2024 galten über 390 Millionen Kinder zwischen 5 und 19 Jahren und 35 Millionen Kinder unter fünf Jahren als Übergewicht (World Health Organization, 2025).

Auch in Deutschland hat die Adipositasprävalenz in den letzten 30 Jahren beträchtlich zugenommen (Wabitsch und Kiess, 2024). Allerdings gibt es Hinweise auf eine Verlangsamung bzw. Stagnation des Anstiegs (Schienkiewitz et al., 2018). Bei in den letzten Jahren durchgeführten Erhebungen in Deutschland waren 53,3 % der Erwachsenen (Erhebung 2019-2020) und 15,4 % der Kinder und Jugendlichen im Alter von 3-17 Jahren übergewichtig oder adipös (Erhebung 2014-2017). Sowohl für Erwachsene als auch für Kinder galt, dass eine höhere Prävalenz für Übergewicht oder Adipositas bei niedrigerem sozioökonomischen Status vorlag und mit zunehmendem Alter anstieg (Schienkiewitz et al., 2022, Schienkiewitz et al., 2018).

In Zukunft wird nach Schätzungen der World Obesity Federation die Rate an übergewichtigen und adipösen Menschen (≥ 5 . Lebensjahr) Weltweit auf 51 % ansteigen, wobei 20 % der Jungen und 18 % der Mädchen zwischen 5-19 Jahren adipös sein werden (World Obesity Federation, 2023).

1.3 Gesundheitliche Folgen der Adipositas

„Das konkrete Gesundheitsproblem der Adipositas besteht in einer drastischen Erhöhung des Risikos für Sekundär- und Folgeerkrankungen“ (Wabitsch, 2022). Tabelle 2 gibt einen Überblick über eine Vielzahl dieser Folgeerkrankungen von Adipositas im Kinder- und Jugendalter. Ein erhöhter BMI-SDS in der Kindheit ist

zusätzlich mit Erkrankungen im Erwachsenenalter assoziiert wie beispielsweise einem erhöhten Risiko einer koronaren Herzkrankheit und einer erhöhten kardiovaskulären Sterblichkeit (Tirosh et al., 2011, Twig et al., 2016). Allein 2015 waren bei mehr als 40 % aller BMI-assoziierten Todesfälle kardiovaskuläre Erkrankungen ursächlich (2,7 Mio. Todesfälle durch kardiovaskuläre Erkrankungen in Zusammenhang mit erhöhtem BMI) (GBD Obesity Collaborators, 2017).

Tabelle 2: Folgeerkrankungen der Adipositas im Kinder- und Jugendalter

Abkürzungen: NAFLD: Nicht-alkoholische Fettleber-Erkrankung, PCO-Syndrom: Polyzystisches Ovarialsyndrom

System	Erkrankung	
Kardiovaskulär	Dyslipidämie ¹ , Hypertension ¹ Chronische Inflammation ⁵ , Endotheliale Dysfunktion ⁶	Linksventrikuläre Hypertrophie ¹ , Systolische und diastolische Dysfunktion ¹
Endokrin /Metabolisch	Insulinresistenz ¹ , Diabetes mellitus Typ 2 ¹ , Metabolisches Syndrom ¹ ,	Pubertas praecox ¹ Hyperandrogenismus (Mädchen) ¹ PCO-Syndrom ¹ Hypogonadismus (Jungen) ⁴
Orthopädisch	Epiphysiolysis capitis femoris ¹ Untere Extremität: Gelenkschmerzen und Fehlstellungen ¹	Tibia vara ¹ Erhöhte Prävalenz für Frakturen ¹
Psychologisch	Herabgesetztes Selbstwertgefühl ¹ Depression ¹ ,	Essstörungen ³
Neurologisch	Pseudotumor cerebri ¹	
Gastrointestinal	NAFLD (Steatose, Zirrhose) ¹ Gastrooesophagealer Reflux ²	
Pulmonal	Schlafapnoe ¹ Asthma ¹	Obesity Hypoventilations Syndrom ¹
Dermatologisch	Acanthosis nigricans ¹ , Stria distensae ¹ , Intertrigo ¹ ,	Furunkulose ¹ , Akne inversa ¹

¹ (Kumar und Kelly, 2017), ² (Leung und Hon, 2019), ³ (Lebow et al., 2015), ⁴ (Mushannen et al., 2019), ⁵ (Hertiš Petek und Marčun Varda, 2024), ⁶ (Bruyndonckx et al., 2016)

Zusätzliche Gesundheitsrisiken ergeben sich durch die Persistenz von Übergewicht und Adipositas im Erwachsenenalter. So haben übergewichtige Kinder und Jugendliche ein erhöhtes Risiko auch im Erwachsenenalter adipös

zu sein (Simmonds et al., 2016). Zu den wesentlichen mit Adipositas assoziierten Erkrankungen im Erwachsenenalter zählen kardiovaskuläre, neurodegenerative, respiratorische, autoimmune, psychische und muskuloskelettale Erkrankungen, des weiteren Diabetes mellitus, das metabolische Syndrom, Verdauungsstörungen und weitere nicht übertragbare Krankheiten wie verschiedene Arten an malignen Tumoren (Safaei et al., 2021).

1.4 Risikofaktoren für die Entstehung der Adipositas bei Kindern und Jugendlichen

Eine effektive Möglichkeit die Prävalenz der Adipositas und damit auch die gravierenden gesundheitlichen Folgen zu reduzieren ist die Prävention von Adipositas. Hierzu ist die Kenntnis der Risikofaktoren für Adipositas notwendig. Grundsätzlich ist die Entstehung von Übergewicht und Adipositas ein multifaktorieller Prozess. Zu ihr tragen Faktoren aus den Bereichen Soziodemographie, individuelles Verhalten, soziale Faktoren, Lebensstil, Psychologie, Soziökonomie, Biologie, Umwelt und Gesundheit bei (Safaei et al., 2021). Im Folgenden werden Faktoren beschrieben, die speziell zur Entwicklung von Übergewicht im Kindes- und Jugendalter beitragen. Es erfolgte eine Einteilung in endogene und exogene bzw. Umweltfaktoren.

Zu den endogenen und somit eher bedingt beeinflussbaren Faktoren zählen Elemente aus den Bereichen Endokrinologie und Genetik und das neonatale bzw. Säuglingsgewicht.

Als endokrine Ursachen für Adipositas finden sich vor allem Erkrankungen, welche die thalamisch-hypothalamischen Hormonachsen betreffen.

Unter ihnen ist das Cushing-Syndrom, die Hyperprolaktinämie, der Hypopituitarismus, der Wachstumshormonmangel und die Hypothyreose.

Läsionen des Hypothalamus selbst beispielsweise nach Operation von supra- oder parasellären Tumoren, Schädeltraumata, kranialer Bestrahlung, Inflammation oder durch cerebralen Aneurysmata führen zur hypothalamischen Adipositas (Bereket et al., 2012, Mason et al., 2014). Auch das ROHHAD-Syndrom (Rapid-onset Obesity with Hypothalamic Dysregulation, Hypoventilation and Autonomic Dysregulation) beinhaltet eine hypothalamische

Dysfunktion und wird meist initial durch eine starke Gewichtszunahme in den ersten Lebensmonaten auffällig (Reppucci et al., 2016).

Eine weitere Ursache ist das häufig vorkommende polyzystische Ovarialsyndrom. Es betrifft 5-10 % aller Frauen und geht in schätzungsweise 60 % mit Übergewicht einher, die Diagnose im Jugendalter ist jedoch erschwert (Freemark, 2011, Lizneva et al., 2016, Mason et al., 2014).

Eine Gruppierung der genetischen Faktoren kann in polygenetisch, monogenetisch und syndromal erfolgen.

Polygenetisch bedingtes Übergewicht und Adipositas entstehen durch die Interaktion multipler Gendefekte mit der Umwelt (Pigeyre et al., 2016). Eine Übersicht von 227 mit Übergewicht assoziierten genetischen Varianten, welche für das zentrale Nervensystem, Nahrungswahrnehmung und Verdauung, die Differenzierung der Adipozyten, den Insulin-Signalweg, den Fettstoffwechsel, Muskeln und Leber und für das Darmmikrobiom eine Rolle spielen, stellte Pigeyre et al. (2016) dar.

Als seltenere Ursache für Übergewicht finden sich einzelne Gene. Zu ihnen zählen Gene, die an der neuronalen Differenzierung des Nucleus paraventricularis beteiligt sind und Gene des Leptin-Melanokortin-Signalweges, von welchen Varianten des MC4R-Gens am häufigsten monogenetisches Übergewicht bedingen (Choquet und Meyre, 2011, Vollbach et al., 2017). Allein 2-3 % der Kinder mit Adipositas weisen eine MC4R-Mutation auf, bei extrem frühkindlicher Adipositas sogar 5-6 %. Die Mutation bewirkt ein fehlendes Ansprechen auf die Behandlung zur Gewichtsreduktion (Trier et al., 2021).

Weitere Beispiele an Genen sind LEP (Leptin), LEPR (Leptin Rezeptor), POMC (Proopiomelanokortin) und PCSK1 (Prohormonkonvertase 1) (Beghini und Scherer, 2021). Als Syndrom wird ein gleichzeitiges Auftreten bestimmter Symptome, Anomalien und Befunde bezeichnet, welchen mutmaßlich die gleiche Ursache zu Grunde liegt. Zahlreiche von ihnen gehen obligat oder fakultativ mit Übergewicht einher. Oft entwickelt sich die Adipositas schon in den ersten Lebensjahren, wie beim Prada-Willi-Syndrom und Bardet-Biel-Syndrom (Crinò et al., 2018, Pomeroy et al., 2021), wobei insgesamt ca. die Hälfte, der mit Adipositas assoziierten Syndrome, eine

stammbetonte Adipositas aufweisen (Wabitsch, 2022).

Im ersten Lebensjahr stand ein stärkeres neonatales Übergewicht in Zusammenhang mit einer höheren Prävalenz für Übergewicht und Adipositas. Außerdem bewirkte ein erhöhter BMI oder Übergewicht und eine erhöhte Wachstumsgeschwindigkeit im Säuglingsalter eine höhere Wahrscheinlichkeit für die Entwicklung von Adipositas im Kindes-, Jugend- und jungen Erwachsenenalter (Weng et al., 2012, Moore et al., 2020).

Die exogenen Faktoren sind im Vergleich zu den endogenen eher beeinflussbar. Dazu gehören der Schlaf, Bildschirmzeit und sitzende Tätigkeit, zuckerhaltige Getränke, Medikamentenwahl und die Schwangerschaft sowie Säuglingsnahrung.

Übersichtsarbeiten zeigten, dass die Schlafqualität in Zusammenhang mit Übergewicht und Adipositas steht. Die Schlafqualität umfasst hierbei sowohl Ein- und Durchschlafstörungen, als auch eine inadäquate Schlafdauer (Fatima et al., 2016).

Ein hohes Maß an Bildschirmzeit war neben anderen gesundheitlichen Folgen mit Adipositas assoziiert (Stiglic und Viner, 2019). Mögliche Erklärungen hierfür sind ein verminderter Energieverbrauch durch einen verringerten Ruheumsatz während des Fernsehens, das Ersetzen der körperlichen Aktivität durch Fernsehen, eine erhöhte Energieaufnahme durch Essensaufnahme während des Fernsehens oder eine erhöhte Energieaufnahme durch die Beeinflussung durch Lebensmittelwerbung für kaloriendichtere Nahrung und Fastfood (Tripathi und Mishra, 2020).

Nebenbei war eine erhöhte sitzende Tätigkeit in der Kindheit ein Prädiktor für einen erhöhten BMI und Adipositas im Erwachsenenalter (Thorp et al., 2011). Der Konsum zuckerhaltiger Getränke stand in direktem Zusammenhang mit Gewichtszunahme und Adipositas. Dies wurde trotz heterogener Lage in aktuellen Metaanalysen in der Mehrzahl der Reviews berichtet (Keller und Bucher Della Torre, 2015).

Auch eine Vielzahl an Medikamenten sind mit einer Gewichtszunahme assoziiert wie beispielsweise Medikamente aus den Gruppen der Neuroleptika, Antidepressiva, Insuline und Immunsuppressiva (May und Engeli, 2020).

In der Schwangerschaft und Stillzeit scheint es verschiedene Faktoren zu geben, die die Entwicklung von Adipositas begünstigen. Dabei stellte sich Stillen als protektiv dar (Rouw et al., 2018). Wurde mit der Beikost begonnen, so bewirkte ein hoher Proteinanteil in der Nahrung eine stärkere Zunahme des BMI im Kleinkindalter, wo hingegen ein höherer Anteil an Kohlenhydraten und Fett mit einer Verringerung des BMI assoziiert war (Pimpin et al., 2016). Eine geringe Evidenz gab es für einen erhöhten BMI der Schwangeren als Risikofaktor (Richmond et al., 2017).

1.5 Präventionsmaßnahmen

Auf Basis der modulierbaren Risikofaktoren gibt es zahlreiche Programme zur Prävention von Adipositas. Sie finden im Rahmen von Schulen, Kindertagesstätten, Kommunen und der Familie statt und beinhalten zumeist eine Kombination aus verhaltens- und verhältnispräventiven Elementen (Robert Koch-Institut, 2020). Sie sollten die Themen gesunde Ernährung und körperliche Aktivität unter Einbeziehung der Familie und des sozialen Umfeldes adressieren (Wabitsch und Moß, 2019). Praktische Beispiele stellen Beratungsangebote, Informationsmaterialien und präventive Strukturentwicklung in Kommunen dar (Robert Koch-Institut, 2020).

Zu den vielversprechenden Komponenten solcher Programme zählen:

- Schule:
 - Lehrinhalt: gesunde Ernährung, körperliche Aktivität und Körperbild
 - Mehr Zeit für körperliche Aktivität und der Entwicklung motorischer Fähigkeiten
 - Verbesserung der Qualität des Essensangebotes
 - Unterstützung der Lehrkräfte und anderem Personal bei der Umsetzung von Strategien und Aktivitäten zur Gesundheitsförderung
- Umwelt:
 - Schaffung einer Umwelt, welche die Kinder bei gesunder Ernährung und täglicher körperlicher Aktivität unterstützt

- Eltern:
 - Unterstützung der Eltern eine Umgebung zu schaffen, in der das Kind zu körperlicher Aktivität, gesunder Ernährung und weniger Bildschirmzeit angeregt wird

(Waters et al., 2011)

Passend zu den Risikofaktoren für Adipositas finden sich in den Leitlinien Empfehlungen für beispielsweise die Vermeidung von Gewichtszunahme während der Schwangerschaft, die Reduktion von Softdrinks, die Limitation des Medienkonsums und eine altersangemessene Dauer an sitzender Tätigkeit (Wabitsch und Moß, 2019).

1.6 Interventionen zu Gewichtsreduktion

Obwohl eine erfolgreiche Prävention die beste Option zur Verringerung der Adipositasprävalenz darstellt, gelingt sie nicht immer. Einmal übergewichtig benötigen die Kinder und Jugendlichen eine frühestmögliche Intervention zur Gewichtsreduktion um eine Aggravation, eine Persistenz bis ins Erwachsenenalter und langfristige gesundheitliche Folgen zu vermeiden. Die konservative Therapie stellt dabei den Grundpfeiler dar und wird auch im pädiatrischen Bereich mittlerweile durch medikamentöse und bariatrische Therapien ergänzt.

Zur konservativen Therapie stehen ambulante und stationäre Kurz- und Langzeittherapien zur Verfügung, wobei letztere nur für ältere Kinder und Jugendliche geeignet sind. Grundlage ist eine multimodale Therapie, welche Ernährung, Bewegung und Verhalten umfasst. Im Kindesalter sollten die Eltern bzw. die Familie gleichermaßen Ziel der Therapie sein, um motivierend und unterstützend wirken zu können. Sollte eine Therapie des Kindes nicht möglich sein, können sie sogar das alleinige Ziel der Intervention darstellen um die Adipositas ihres Kindes zu therapieren (Wabitsch und Moß, 2019).

Die Empfehlungen zur Ernährungstherapie betreffen eine ausgewogene Ernährung, strukturierte Mahlzeiten, Wahrnehmung des Körpers (Hungergefühl, Emotionen), Portionsgrößen, Essensumgebung (Essensangebot, Gestaltung der Mahlzeitemgebung) und Schulungen zu Nahrung.

Für die körperliche Aktivität bzw. Inaktivität werden altersangepasste Pensen pro Tag empfohlen.

Die Verhaltenstherapie beinhaltet Themen wie Stimuluskontrolle, Selbstmonitoring, Problembewältigung, kognitive Strategien zum Management, Identifizierung von problematischem Verhalten oder Triggern, motivierende Gesprächsführung und positive Verstärkung (Pfeiffle et al., 2019).

Die medikamentöse Behandlung der Adipositas ist ein junger und noch unzureichend erforschter Zweig der Adipositastherapie. Für Erwachsene stehen bereits Medikamente aus verschiedenen Wirkstoffgruppen zur Auswahl, hierzu zählen Antidiabetika, Appetitzügler, Lipasehemmer und ein Antikonvulsivum mit blutzuckersenkender Wirkung. Am wirksamsten erwiesen sich u.a. Antidiabetika und Appetitzügler. Die Entwicklungen in den vergangenen Jahren haben dazu geführt, dass in Deutschland Medikamente zur Adipositastherapie seit kurzem auch für Kinder zugelassen sind. Es handelt sich um die zwei Antidiabetika Semaglutid und Liraglutid. Sie dürfen ab dem 12. Lebensjahr unter bestimmten Voraussetzungen eingesetzt werden.

Die chirurgische Adipositastherapie wird bei Kindern und Jugendlichen nur nach strenger Prüfung der Erfüllung verschiedener Kriterien wie z.B. vorangegangene Therapie und psychische und physische Voraussetzungen durchgeführt (Wabitsch und Moß, 2019). Es können restriktive Verfahren wie das Magenband und die Schlauchmagenbildung oder malabsorbitive Verfahren wie der Roux-Y-Magenbypass zum Einsatz kommen.

Sowohl medikamentöse als auch chirurgische Interventionen stellen nur eine Zusatzoption zur herkömmlichen konservativen Therapie dar. Sie sind ebenso im Rahmen eines interdisziplinären Therapieprogramms durchzuführen und müssen mit langfristigen Veränderungen des Lebensstils, Bewegungs- und Ernährungsverhalten einher gehen (Wabitsch und Moß, 2019).

Zur Behandlung der Adipositas fehlt es in Deutschland allerdings an einer niederschweligen, flächendeckenden, effizienten, qualifizierten Versorgungsstruktur. Im ambulanten Bereich sank die Anzahl ambulanter zertifizierter Therapiezentren in den vergangenen Jahren sogar um mehr als 70 %. Zusätzlich ist die Finanzierung der multimodalen Lebensstilintervention

nicht immer gesichert. Eine Verbesserung der Situation soll das für adipöse Kinder und Jugendliche entwickelte Disease-Management-Programm (DMP) bringen. Es handelt sich um ein mehrstufiges Programm mit einer regionalen, niederschweligen, kontinuierlichen Betreuung bei dem Pädater und Pädaterinnen in ihrer koordinatorischen Funktion individuelle Behandlungspläne erstellen (Torbahn et al., 2023).

1.7 Problematik der Gewichtsreduktion und -erhaltung

Therapieprogramme für Adipositas bei Kinder und Jugendlichen werden erfolgreich zur Gewichtsreduktion angewendet, sind jedoch trotz der etablierten Behandlungsmethoden für einen Teil der Patienten nicht erfolgreich (Muehlig et al., 2014, Zolotarjova et al., 2018).

Außerdem können selbst bei erfolgreicher Gewichtsreduktion nur dann gesundheitliche Folgen von Adipositas verringert werden, wenn die Gewichtsreduktion langfristig erhalten bleibt. Dies stellt sich allerdings aktuell immer noch als große Herausforderung dar. So kommen Zolotarjova et al. (2018) in ihrem Review bei der Beurteilung multidisziplinärer Interventionen für Gewichtsreduktion zu dem Schluss, dass die durch Interventionen initial erreichte Gewichtsreduktion meist nicht nachhaltig ist.

Es ist deshalb von höchster Relevanz nicht nur die Gewichtsreduktion während der Interventionen, sondern vor allem auch die langfristige Erhaltung der Gewichtsreduktion nach Beendigung der Intervention positiv zu beeinflussen.

1.8 Prädiktoren für Gewichtsreduktion und -stabilisierung

Um das Erreichen des Ziels einer erfolgreichen Gewichtsreduktion (GR) und Erhaltung der Gewichtsreduktion (GS) zu verbessern ist es unumgänglich zu wissen, welche Faktoren die GR und GS beeinflussen und darauf basierend Therapien anzupassen und zu personalisieren (van der Baan-Slootweg et al., 2014). Im Vergleich mit der Vielzahl an bekannten Risikofaktoren bzw. Prädiktoren für die Gewichtszunahme ist das Wissen über diese Faktoren hingegen gering.

Nach Varkevisser et al. (2019) lassen sich die Faktoren bzw. Prädiktoren für die GR und GS, je nach Hauptfokus der Forscher und der Forschungsgruppen, in vier Hauptgruppen (Domänen) einteilen.

- a) Physiologie: Demographie, Erkrankungen, Blutwerte, Genetik and Geschmack
 - b) Verhalten: Ess- und Bewegungsverhalten, was in Kombination einen Ausgleich zwischen Energieaufnahme- und verbrauch bewirkt
 - c) Psychologie: Motivation, Compliance und kognitive Ressourcen
 - d) Umwelt: Soziales Umfeld und Behandlungsbedingungen
- (Weiland und Kasemann et al., 2022)

1.8.1 Prädiktoren für Erwachsene

Für Erwachsene wurden in einer systematischen Übersichtsarbeit der renommierten Fachzeitschrift Obesity Reviews bereits zahlreiche Längsschnittprädiktoren beschrieben (Varkevisser et al., 2019).

Diese sind in dem in Abbildung 1 dargestellten theoriegeleiteten Modell für Erwachsene zusammengefasst.

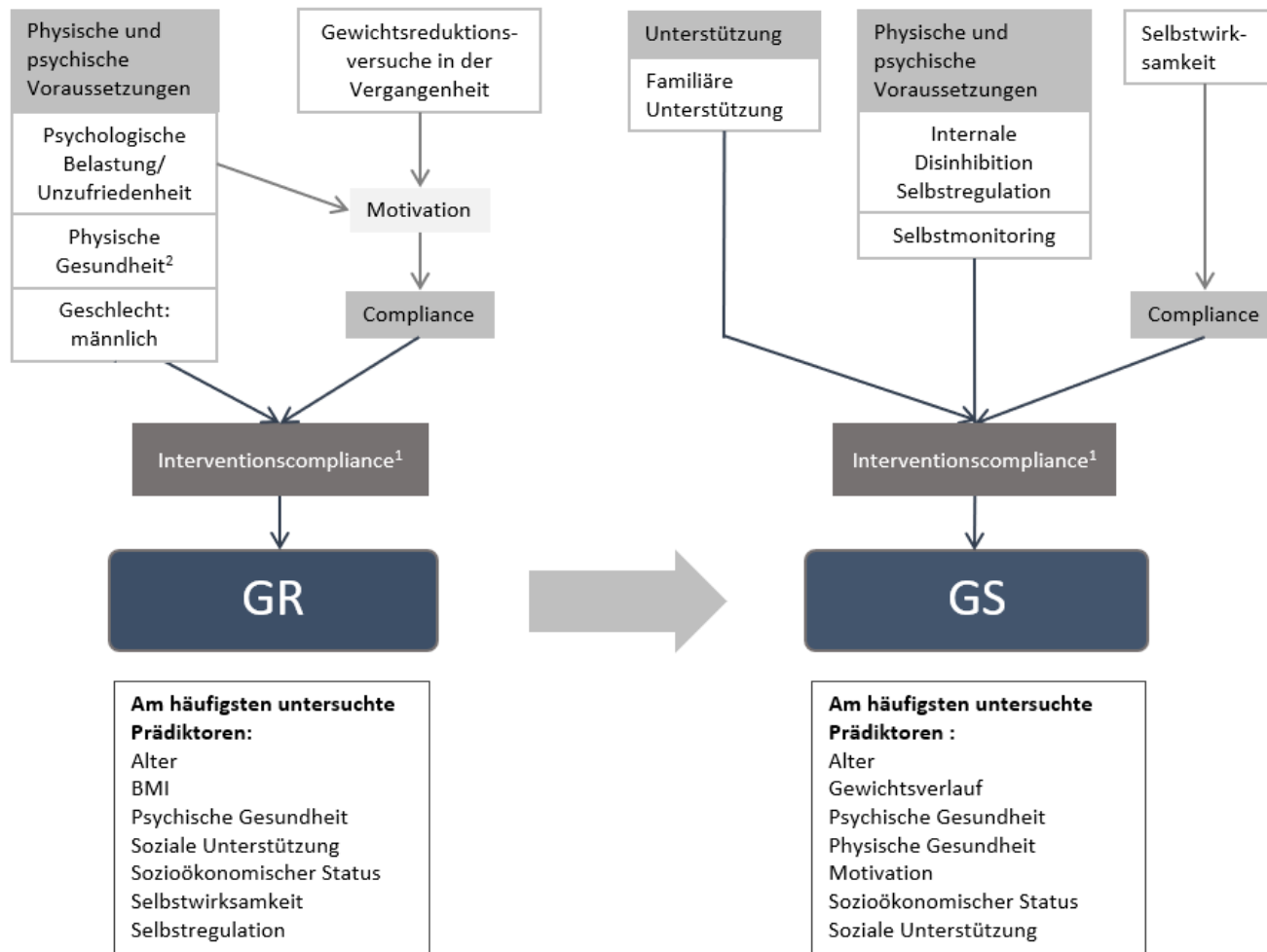
Die GR und GS kann nur dann erfolgreich sein, wenn die Therapiecompliance für die verhaltenstherapeutische Intervention vorhanden ist und aufrecht erhalten wird.

Zu den wichtigsten Komponenten der Kategorie Verhalten zählen Lifestylefaktoren wie gesunde Ernährung und Essverhalten, moderate körperliche Aktivität und ein geringer Anteil an bewegungsarmen Verhalten (Chopra et al., 2021, Varkevisser et al., 2019). Für die GR ist ein Ungleichgewicht zwischen Energieaufnahme und Energieverbrauch zugunsten des Letzteren erforderlich. Wo hingegen für die GS ein Gleichgewicht zwischen Energieaufnahme und Energieverbrauch notwendig ist. Die Faktoren, die die Möglichkeit der Interventionscompliance beeinflussen, unterscheiden sich zwischen der GR und der GS. Interessanterweise sind Faktoren der Umgebung wie beispielsweise die Unterstützung nur für die GS wichtig, während hingegen verschiedene physiologische Faktoren wie vorbestehenden Krankheiten oder das Geschlecht nur für die GR eine Rolle spielen (Chopra et al., 2021). Zusätzlich nehmen psychologische Bedingungen Einfluss auf die GR und GS.

Psychologische Belastung und Gesundheit sind prädiktiv für erfolgreiche GR, während Fähigkeiten der Selbstüberwachung und Selbstregulation für die GS wichtig sind (Varkevisser et al., 2019).

Darüber hinaus wurden für die GR und GS unterschiedliche Faktoren gefunden, die die Compliance selbst beeinflussen. Hierzu zählen bei Erwachsenen Unzufriedenheit und Gewichtsreduktionsversuche in der Vergangenheit als Faktoren für die GR und Selbstwirksamkeit als wichtiger psychologischer Faktor für die GS (Chopra et al., 2021).

(Weiland und Kasemann et al., 2022)



Legende zur Abbildung 1:

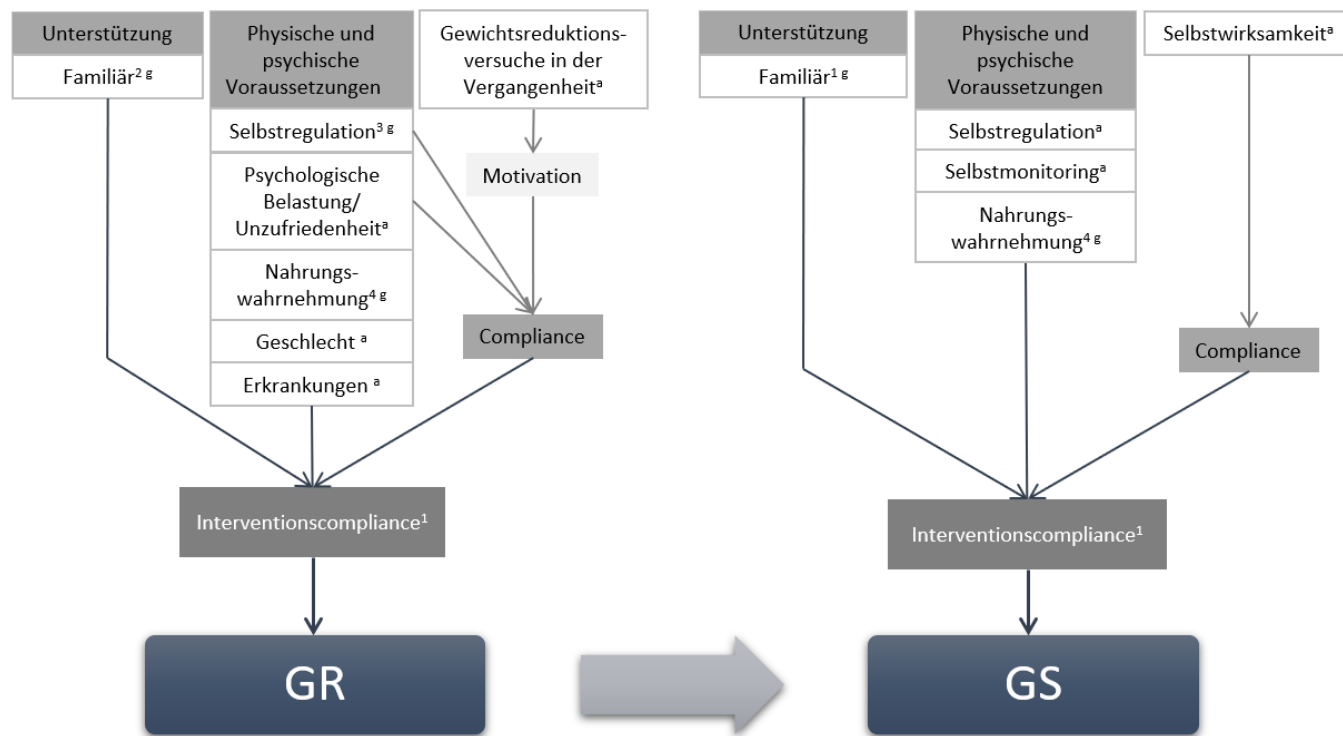
1: Essverhalten (geringe Energiezufuhr), körperliche Aktivität (hoher Energieverbrauch), bewegungsarmes Verhalten (geringer Energieverbrauch); diese Faktoren werden durch vorbestehendes Verhalten beeinflusst (z.B. Diätverhalten). 2: Blutdruck, Diabetes mellitus Typ 2, Schlafapnoe, Somatisierung, Hypercholesterinämie, kardiometabolische Risikofaktoren (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Abbildung 1: Prädiktorenmodell für die Gewichtsreduktion (GR) und die Erhaltung der Gewichtsreduktion (GS) bei Erwachsenen

1.8.2 Prädiktoren für Kinder und Jugendliche

Bislang ist unklar, ob die Prädiktoren für Kinder und Jugendliche denen von Erwachsenen ähneln oder sich von ihnen unterscheiden. Ein systematisches Review zu diesem Thema fehlt in der Literatur.

Auf Grund dessen wurde ein theoriegeleitetes Modell zu Prädiktoren von GR und GS für Kinder und Jugendliche erstellt, welches auf dem Erwachsenenmodell (Varkevisser et al., 2019) basiert und durch 17 internationale high-quality Leitlinien zur Behandlung von Übergewichtigkeit bei Kindern und Jugendlichen ergänzt (Pfeiffle et al., 2019) (Abb. 2). In das Modell wurden nur Faktoren aufgenommen, die in mindestens 30 % der 17 Leitlinien, die in der systematischen Übersichtsarbeit von Pfeiffle et al. (2019) zusammengefasst wurden (Pfeiffle et al., 2019), vorhanden waren. Das Modell zu Prädiktoren von GR und GS für Kinder und Jugendliche (Abbildung 2) enthält analog zum Erwachsenenmodell (Abbildung 1) Prädiktoren von allen vier Domänen. (Weiland und Kasemann et al., 2022)



Legende zur Abbildung 2:

1: Essverhalten (geringe Energiezufuhr), körperliche Aktivität (hoher Energieverbrauch), bewegungsarmes Verhalten (geringer Energieverbrauch); diese Faktoren werden durch vorbestehendes Verhalten beeinflusst; 2: die Familie sollte in die Behandlung einbezogen werden, ihr Verhalten sollte sich nicht von dem des übergewichtigen Kindes unterscheiden, sie sollten gesundes Essen anbieten und zusammen als Familie essen; 3: Stimuluskontrolle; 4: Wahrnehmung und Beachtung von Sinneseindrücken des Essens
a: Modell für Erwachsene; g: Review über Leitlinien zur Behandlung von kindlichem Übergewicht und Adipositas (17 Leitlinien wurden eingeschlossen, alle Empfehlungen, die in mindestens 30 % dieser Leitlinien genannt wurden, wurden für das Modell berücksichtigt), nur die zusätzlich in das Modell eingefügten Faktoren wurden mit einem „g“ gekennzeichnet
(Weiland und Kasemann et al., 2022)

Abbildung 2: Prädiktorenmodell für Gewichtsreduktion (GR) und die Erhaltung der Gewichtsreduktion (GS) bei Kindern und Jugendlichen

1.8.3 Weitere mögliche Prädiktoren für die Gewichtsstabilisierung – Erläuterung

Ergänzend zu dem Kindermodell, das auf bekannten Prädiktoren für Erwachsene und anerkannten Leitlinien basiert, deuten zusätzliche Zusammenhänge darauf hin, dass weitere Faktoren als potenzielle Prädiktoren für die GS in Betracht gezogen werden sollten.

Allgemein ist die Zunahme und Abnahme an Fettmasse abhängig vom Verhältnis des Energieangebots und -verbrauchs. Beeinflusst wird dieses unter anderem durch die Grundbausteine der konservativen Adipositas therapie (Bewegung, Ernährung, Verhalten). Im Weiteren werden Faktoren erläutert, die mit diesen Grundbausteinen in Zusammenhang stehen, wobei vor allem dem Thema Stress eine komplexere Rolle zukommt.

Physische Voraussetzungen scheinen mögliche Prädiktoren für die GS zu sein. So konnte beispielsweise gezeigt werden, dass der initiale BMI ein Prädiktor für den kurz- und langfristigen Erfolg der Behandlung zur Gewichtsreduktion war und die körperliche Aktivität, die Körperzusammensetzung und das Körpergewicht positiv beeinflusste (Hoffmeister et al., 2011, Rigamonti et al., 2010). Dies lässt vermuten, dass BMI-SDS, Körperfettmasse und motorische Leistungsfähigkeit eine Rolle als Prädiktoren für die GS spielen könnten.

Für die Gustatoolfaktorik konnten Zusammenhänge mit dem BMI bzw. Adipositas nachgewiesen werden, allerdings sind die Ergebnisse in der Zusammenschau oft nicht eindeutig. So geht eine reduzierte Wahrnehmung der Geschmacksqualität süß möglicherweise mit Übergewicht einher und einige Studien konnten den Nachweis erbringen, dass eine verminderte Wahrnehmung von 6-n-Propylthiouracil (Bittersubstanz) mit einem erhöhten BMI assoziiert ist (Ribeiro und Oliveira-Maia, 2021, Spinelli und Monteleone, 2021). Außerdem könnten Variationen in olfaktorischen Rezeptorgenen einen Einfluss auf Essverhalten und Übergewicht haben (Choquette et al., 2012, Spinelli und Monteleone, 2021).

Auch Aspekte des Essverhaltens selbst gehen mit einem Risiko für Adipositas einher. Eine schnellere Essgeschwindigkeit erhöht das Risiko für die

Entwicklung einer Adipositas, wo hingegen eine höhere Essensfrequenz möglicherweise mit weniger Übergewicht assoziiert ist (Garcidueñas-Fimbres et al., 2021). Fehlende Inhibition beim Essen korreliert mit Übergewicht und erhöhter Energieaufnahme und auch stärkere Impulsivität und geringer ausgeprägte Selbstkontrolle von Probanden stehen in positivem Zusammenhang mit Übergewicht (French et al., 2012).

Liegen sogar Essstörungen wie Anorexia oder Bulimia Nervosa, so sind diese meist mit Körperwahrnehmungsstörungen vergesellschaftet (Hrabosky et al., 2009). Dies lässt vermuten, dass Wahrnehmungsstörungen des Körpers auch bei Adipositas auftritt und in Zusammenhang mit der GS stehen könnte.

Ferner wird die Wahrnehmung von Flüssigkeitsmengen durch die Beschaffenheit der Behältnisse, in welchen sie sich befinden, beeinflusst. Probanden, die in ein niedrigeres Gefäß mit größerem Durchmesser genau so viel Wasser einfüllen sollten, wie in ein höheres Gefäß mit kleinerem Durchmesser, tendierten dazu in das niedrigere Gefäß mehr Wasser zu füllen (Wansink und Van Ittersum, 2003, Wansink und van Ittersum, 2005). Genauso könnte auch die Wahrnehmung von der Größe einer Essensportion durch die Erscheinung des Gefäßes, in welchem sie ist, beeinflusst werden und deren individuelle Wahrnehmung in Zusammenhang mit Adipositas und GS stehen.

Des Weiteren spielt Stress eine wesentliche Rolle im Zusammenhang mit Adipositas. Stress ist definiert als „psychische und physische Belastung oder Spannung, die durch physische, emotionale, soziale, wirtschaftliche oder berufliche Umstände, Ereignisse oder Erfahrungen entsteht“ und biochemische, physiologische, kognitive und das Verhalten betreffenden Änderungen bzw. Reaktionen hervorrufen und zu einer Gesundheitsschädigung führen kann (Baum, 1990, Colman, 2015). Es ist eine Einteilung in die akute und chronische Form möglich und eine Unterscheidung zwischen physischem und psychischem Stress.

Zwischen chronisch psychischem Stress und erhöhtem Körpergewicht liegt eine klare Assoziation vor (Moore und Cunningham, 2012). Wie dieser Stress eine Veränderung des Gewichts beeinflusst unterscheidet sich je nach individuellen

Voraussetzungen, wobei bei Personen mit bereits erhöhtem Körpergewicht chronisch psychischer Stress mit einer Gewichtszunahme assoziiert ist (Block et al., 2009). Es handelt sich jedoch nicht um einen unidirektionalen Zusammenhang von Stress und Übergewicht, sondern um eine wechselseitige Beziehung in Form eines Circulus Vitiosus. Aus Stress resultiert Übergewicht und die Stigmatisierung übergewichtiger Personen führt wiederum zu Stress (Tomiyaama, 2019).

Tomiyaama et al. (2019) beschreibt in seinem Review 10 verschiedene Faktoren, welche durch Stress beeinflusst werden und zu Übergewicht führen, unterteilt in kognitive (exekutive Funktion, Selbstregulation), physiologische (Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse, Mikrobiom, Belohnungssystem), Verhaltens- (Essen, körperliche Aktivität) und biochemische Prozesse (Leptin und Ghrelin, Neuropeptid Y).

Daher ist es nicht nur plausibel, dass Stressbewältigung als Prädiktor für die GS von Bedeutung sein könnte, sondern auch die Herzratenvariabilität, welche Informationen zum Thema Stress liefern kann.

1.8.3.1 Herzratenvariabilität

Die HRV oder auch Herzfrequenzvariabilität ist die kurz- und langfristige Schwankung der RR-Abstände (Abstand zwischen zwei R-Zacken im Elektrokardiogramm (EKG)), was dem zeitlichen Abstand von zwei Herzaktionen entspricht.

Die taktgebende Basis für die Herzfrequenz ist die rhythmische Depolarisation der Zellen des Sinusknoten. Diese wird durch ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Mechanismen und Regulationssysteme beeinflusst. Schnelle Änderungen der Herzfrequenz werden durch das vegetative Nervensystem (VNS) mit seinem sympathischen und parasympathischen Anteil vermittelt, wobei der Sympathikus die Herzfrequenz steigert und der Parasympathikus eine Senkung hervorruft. Das VNS selbst wird durch kardiovaskuläre Faktoren und die Atmung beeinflusst.

An den kurzfristigen Änderungen der Herzfrequenz haben u.a. der Baroreflex und die respiratorische Sinusarrhythmie (RSA) Anteil.

Der Baroreflex beschreibt die homöostatische Regulierung des Blutdrucks

durch den Barorezeptor, welcher permanent den Blutdruck wahrnimmt. Bei Steigerung des Blutdrucks stimuliert er den Parasympathikus und bewirkt so eine Senkung des Blutdrucks (u.a. durch Senkung der Herzfrequenz). Im Falle des Blutdruckabfalls hemmt er den Parasympathikus und bewirkt so eine gegenteilige Reaktion. Die periodische Schwankung der Herzfrequenz, bedingt durch die Atmung, nennt sich RSA. Bei Einatmung steigt die Herzfrequenz an, bei Ausatmung nimmt sie ab.

Längerfristige Änderungen der Herzfrequenz kommen durch den zirkadianen Rhythmus, den Schlafzyklus, den Metabolismus, die Thermoregulation und das Hormonsystem zustande (Pham et al., 2021).

So komplex das Zusammenspiel der verschiedenen Modulatoren der HRV ist, so vielfältig sind auch die Erkrankungen, die mit einer erniedrigten HRV einher gehen und die bei der Interpretation der HRV zu berücksichtigenden demographischen, behavioralen und psychosozialen Korrelate. Mit einer erniedrigten HRV assoziiert ist u.a. Adipositas, Diabetes mellitus, Hypertonie, Stress und psychische Erkrankungen, wie beispielsweise Depression und Angststörungen, aber auch eine erhöhte allgemeine bzw. kardiovaskuläre Mortalität. Zu den wichtigsten zu berücksichtigenden Korrelaten zählen Alter, Geschlecht, Genussmittel (Rauchen, Alkohol, Kaffee), sozialer Status, psychosoziale Stressoren, genetischer Einfluss und körperliche Aktivität, wobei eine erhöhte körperliche Aktivität die HRV steigert.

Die Messung der HRV kann als Kurzzeitmessung (1-20 min) und Langzeitmessung (24h) erfolgen, wobei die Kurzzeitmessung unter standardisierten Bedingungen valide eingesetzt werden kann.

Zu den etablierten Messgrößen zählen Parameter der Kategorien Zeitbereich, Frequenzbereich und nichtlineare Dynamik (Hoos, 2019). Die für diese Arbeit berücksichtigten Parameter, ihre Berechnung und mit ihnen in Zusammenhang stehenden Informationen finden sich in Tabelle 3.

Alle berechenbaren Messgrößen des Zeitbereichs basieren auf dem Abstand der RR-Intervalle (Intervall zwischen zwei R-Zacken im EKG) in einer Zeiteinheit (meist Millisekunden) (Böckelmann, 2012), wie die durchschnittliche Dauer des RR-Intervalls (IBI, s. Tabelle 3) und die durchschnittliche

Abweichung der Länge eines RR-Intervalls vom vorangegangenen RR-Intervall (RMSSD, s. Tabelle 3).

Für den Frequenzbereich wird das Leistungsdichtespektrum über den gesamten Messzeitraum errechnet. Betrachtet wird die Gesamtleistung des Leistungsdichtespektrums und drei verschiedenen Frequenzbereiche: High Frequency Power (HF, 0,15-0,40 Hz), Low Frequency Power (LF, 0,04-0,15 Hz) und Very Low Frequency Power (VLF, < 0,04 Hz) (Mazurak et al., 2016). Zur Berechnung kann beispielsweise die Fast-Fourier-Transformation auf die Veränderung des RR-Abstandes über die Zeit angewandt werden (Pham et al., 2021).

Die Parameter der nichtlinearen Dynamik wie beispielsweise der Pointcaré-Plot erfassen nichtlineare Beeinflussungen der HRV (Pham et al., 2021). Eine Erläuterung geben Pham et al. (2021) und Hoos et al. (2019).

Wie bereits beschrieben wird die HRV maßgeblich über das VNS beeinflusst, wobei die Modulation durch den Parasympathikus schneller ist, als die durch den Sympathikus. Aus diesem Grund lassen sich kurzzeitige, hochfrequente Änderungen dem Parasympathikus zuordnen. An niederfrequenten Änderungen (LF-Bereich) sind sowohl Parasympathikus und Sympathikus beteiligt (Pham et al., 2021). Grundsätzlich gilt, dass bei Überwiegen der parasympathischen Modulation die HRV erhöht ist. Als Maß für die Balance von sympathischem und parasympathischem Einfluss wird das Verhältnis LF zu HF verwendet, wobei ein hoher Wert für einen vermehrten sympathischen Einfluss spricht und ein niedriger für einen erhöhten parasympathischen Einfluss. „Eine ausgeprägte HRV zeigt sich bei sympatho-vagaler Balance bzw. gutem Gesundheitszustand und Wohlbefinden“ (Böckelmann, 2012).

Tabelle 3: Erläuterung einer Auswahl relevanter Parameter der Herzratenvariabilität

Abkürzungen: ms: Millisekunden

Variable	Berechnung/Einheit	Weitere Definition/Physiologie
IBI	$\overline{RR} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N RR_{i+1}$ [ms]	engl. interbeat interval; = durchschnittliche Dauer eines RR-Intervalls
RMSSD	$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (RR_{i+1} - RR_i)^2}$ [ms]	engl. root mean sum of squared distance; = durchschnittliche Abweichung der Länge eines RR-Intervalls vom vorangegangenen RR-Intervall; Modulation durch Parasympathikus Indikator der Kurzzeitvariabilität
LF	[ms ²]	engl. low frequency; = Leistungsdichtespektrum im Bereich von 0,04-0,15 Hz; Modulation durch Sympathikus und Parasympathikus (Tiwari et al., 2021)
HF	[ms ²]	engl. high frequency; Leistungsdichtespektrum im Bereich von 0,15-0,40 Hz; Modulation durch Parasympathikus (Tiwari et al., 2021)

1.9 Review - Hypothesen

Auf Grund der hohen Relevanz von Prädiktoren für die GR und GS für die Therapie von Übergewicht und Adipositas und des Fehlens einer Übersichtsarbeit zu diesem Thema erfolgte in dieser Dissertation eine

Darstellung des aktuellen Forschungsstandes in Form eines systematischen Reviews.

Ziel war es die aus der Theorie hergeleiteten Prädiktoren für eine erfolgreiche GR und GS bei Kindern und Jugendlichen basierend auf den Erkenntnissen zu Prädiktoren bei Erwachsenen und den internationalen Guidelines mit den Ergebnissen dieses systematischen Reviews zu vergleichen.

Zusammengefasst lauteten die Hypothesen:

Hypothese 1: Der wichtigste Prädiktor für die GR und GS ist die Interventionscompliance, welche durch Essverhalten, körperliche Aktivität und bewegungsarmes Verhalten abgebildet wird.

Hypothese 2: Die Unterstützung durch das soziale Umfeld, insbesondere der Eltern zählt zu den wichtigsten Prädiktoren für die GR und GS der Kinder und Jugendlichen.

Hypothese 3: Die physiologischen und psychologischen Bedingungen wie Nahrungswahrnehmung, exekutive Funktionen, psychologische Belastung und Unzufriedenheit oder Geschlecht und Erkrankungen sind Prädiktoren für die GR, während die GS hingegen nur durch Nahrungswahrnehmung und die exekutiven Funktionen Selbstüberwachung und Selbstregulation vorhergesagt wird.

Hypothese 4: Die Compliance ist ein Prädiktor für erfolgreiche GR und wird durch vorbestehende Erfahrungen, Motivation und exekutive Funktionen beeinflusst. Zudem sagt die Compliance die GS voraus, wobei Selbstwirksamkeit den wichtigsten Einflussfaktor auf die Compliance darstellt. (Weiland und Kasemann et al., 2022)

1.10 Die DROMLIN-Studie – explorativer Ansatz

Das durchgeführte Review zeigte einen deutlichen Mangel an Kenntnissen über Prädiktoren zur GS bei Kindern und Jugendlichen auf. Es wurden nur wenige Prädiktoren für die GS untersucht und pro Prädiktor fanden sich eine oder maximal zwei Studien, die ihn untersucht hatten. Auf Grund dessen wurden bereits erhobenen Daten der DROMLIN-Studie (PreDicator Resaerch in Obesity during Medical care – weight Loss in children and adolescents during an

INpatient rehabilitation) auf Prädiktoren für die GS analysiert. Als primärer Endpunkt diente hierzu die Veränderung des BMI-SDS.

Das Design der DROMLIN-Studie zielte darauf ab Prädiktoren für die GR bei einer stationären Intervention zur Gewichtsreduktion von Kindern und Jugendlichen zu identifizieren (Sauer et al., 2014). Zusätzlich wurden im Zeitraum von zwei Jahren drei Follow-up Messungen zur Erhebung der Körpermaße durchgeführt. Diese Daten ermöglichten die Berechnung des BMI-SDS im Verlauf nach der Intervention auf dessen Basis die Prädiktorenanalyse für die GS erfolgte. Die Analyse für Prädiktoren der GR ist Teil einer separaten Untersuchung (Weiland et al., 2025).

Die zu Beginn und Ende der Intervention erhobenen Parameter, welche auf ihren prädiktiven Wert für die GS untersucht wurden, ließen sich den vier Domänen des Erwachsenenmodells und des Modells für Kinder und Jugendliche zuordnen:

- a) Physiologie: BMI-SDS, Körperfettmasse, motorische Leistungsfähigkeit, Herzratenvariabilität (HRV), gustatorische Fähigkeiten
- b) Verhalten: Essverhalten, gustatorische Präferenz
- c) Psychologie: Stressbewältigung, Psychologie des Essverhaltens, Größenschätzung, Körperwahrnehmung
- d) Umwelt: -

Die insgesamt große Anzahl an erhobenen Parametern war bislang von keiner Studie auf Prädiktoreigenschaften für die GS hin untersucht worden.

Auf Grund dessen war ein explorativer Ansatz zur Analyse der Daten auf Prädiktoren für GS sinnvoll. Bereits für die Auswertung der Daten der DROMLIN-Studie auf Prädiktoren für GR wurde neben der hypothesen-gerichteten Analyse ein exploratives Vorgehen empfohlen und umgesetzt (Sauer et al., 2014, Weiland et al., 2025). Dies wurde nun ebenso für die Analyse der DROMLIN-Daten auf Prädiktoren für GS angewandt, um mit den Ergebnisse das Gesamtmodell des Reviews für Prädiktoren für GR und GS für Kinder und Jugendliche zu ergänzen.

2 Material und Methoden

In dieser Dissertation wurden Daten der Studie „PreDictor Research in Obesity during Medical care - weight Loss in children and adolescents during an INpatient rehabilitation“ (“DROMLIN”, Studiendesign: Sauer et al. 2014) ausgewertet. Das Ziel dieser Auswertung war es Faktoren zu identifizieren, welche möglicherweise prädiktiv für die erfolgreiche GS nach einer stationären Intervention zur Gewichtsreduktion für Kinder und Jugendliche sein könnten. Zur Identifizierung von Prädiktoren für die GR wurden von Alisa Weiland separate Berechnungen durchgeführt. Die Ergebnisse beider Analysen wurden in einem gemeinsame Artikel veröffentlicht (Weiland et al., 2025).

Zusätzlich wurde zusammen mit Alisa Weiland eine aktuelle Literaturübersicht zu dem Thema Prädiktoren für Gewichtsreduktion und Gewichtserhaltung bei Kindern und Jugendlichen mit Adipositas nach einer verhaltenstherapeutischen Gewichtsreduktionsintervention durchgeführt (Weiland und Kasemann et al., 2022). Die Durchführung erfolgte nach dem PRISMA-Standard („Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis“) (Liberati et al., 2009).

2.1 Review

2.1.1 Literatursuche

Es wurde eine systematische Literaturrecherche gemäß der PRISMA-Leitlinie (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) durchgeführt um alle relevanten Studien, die mögliche Prädiktoren der GR und GS analysiert haben, zu erfassen (Liberati et al., 2009).

Der dafür entwickelte Suchbegriff bestand aus den folgenden vier Hauptkategorien:

1. Übergewicht
2. Verhaltenstherapeutisch basiertes Gewichtsreduktionsprogramm
3. Prädiktoren für GR und/oder GS
4. Definition der Altersgruppe der Interventionsteilnehmer (Kinder, Jugendliche)

Der genaue Suchbegriff findet sich in Anhang 9.1.
(Weiland und Kasemann et al., 2022)

2.1.2 Einschlusskriterien

Zur genauen Definition der Einschlusskriterien wurde das PICOS-Schema verwendet bestehend aus den fünf Kategorien Studienpopulation (Participants), Intervention (Intervention), Kontrolle (Comparators), Ergebnis (Outcome) und Studiendesigne (Study Designe) (Santos et al., 2007).

Studienpopulation: Übergewichtige Kinder und Jugendliche mit einem Body-Mass-Index (BMI) ≥ 95 . Perzentile und mit einem durchschnittlichen Alter zwischen 0 bis 18 Jahren (Brown et al., 2019, McCarthy et al., 2006). Es wurden beide Geschlechter und alle ethnischen Gruppen eingeschlossen. Nicht berücksichtigt wurden Studien, die nur Patientenkollektive mit einer neben der Adipositas zusätzlichen bestehenden bestimmten Erkrankung untersucht hatten (z. B. Gewichtsreduktion von Patienten mit Asthma).

Intervention: Verhaltensbasierte, moderate GR-Interventionsprogramme, die aus einem multidisziplinären Ansatz (Ernährung, körperliche Aktivität, Verhalten) in stationären oder ambulanten Einrichtungen bestanden, 1 bis 12 Monate dauerten und am Ende der Studie eine BMI-SDS-Reduktion von mindestens 0,2 aufwiesen.

Kontrolle: Es wurden Studien mit und ohne Kontrollgruppen einbezogen.

Ergebnis: Ziel sollte die Änderung des BMI-SDS sein. Als Datenergebnisse wurden Regressions- und Korrelationsanalysen einbezogen, letztere nur im Falle eines nicht prädiktiven Ergebnisses. Die geforderte Mindestbeobachtungsdauer von Studien, die die GS untersuchten, betrug drei Monate (Berry et al., 2007, Johnston et al., 2007).

Studiendesign: randomisierte kontrollierte Studien, randomisierte nicht kontrollierte Studien (RTs) und unkontrollierte Vorher-Nachher-Interventionen ohne Gruppenvergleich (BA)

Einschluss fanden sowohl englisch- als auch deutschsprachige von Experten im Peer-Review-Verfahren geprüfte Originalartikel. (Weiland und Kasemann et al., 2022)

2.1.3 Studienauswahl, Datensammlung und Organisation

Die Artikel wurden von A. Weiland und L. Kasemann unabhängig voneinander in drei Schritten gesichtet. Nach der Entfernung von Duplikaten und Übersichtsarbeiten wurden zunächst Titel und Zusammenfassungen der Artikel auf die Einschlusskriterien geprüft. Bei den verbleibenden Artikeln fand eine Prüfung des Volltextes statt. Das Ergebnis der Sortierung der beiden Autoren stimmte insgesamt zu 98 % überein. Nach jedem Schritt wurden die Ergebnisse diskutiert und wenn notwendig die Meinung einer dritten Person eingeholt (I. Mack; 2,0 % der gesamten Suchergebnisse wurden diskutiert). Die ausgewählten Studien wurden in zwei Gruppen eingeteilt: Prädiktoren der GR (Gruppe 1) und Prädiktoren der GS (Gruppe 2). (Weiland und Kasemann et al., 2022)

2.1.4 Datenauswertung und Statistik

Folgende Informationen wurden aus jedem Artikel erfasst: Jahr der Veröffentlichung, Herkunftsland, Studententyp, Stichprobengröße, Setting (stationär/ambulant), Interventionsbestandteile (Ernährung, Sport, Verhaltenstherapie), Interventions-/Follow-up Dauer, Einbeziehung der Eltern, Stichprobencharakterisierung einschließlich Alter, Geschlecht, BMI-SDS, Ergebnismessungen, untersuchte Prädiktoren, statistische Methode und Art der Vorhersage. Bei fehlenden oder unklaren Informationen wurden die jeweiligen Autoren kontaktiert, von ihnen antworteten 21 %. (Weiland und Kasemann et al., 2022)

2.1.5 Risk of Bias

Zur qualitativen Bewertung der Studien wurde das „modified quality assessment tool“, welches ursprünglich von Uijtdewilligen et al. (2015) verwendet wurde, benutzt (Uijtdewilligen et al., 2015, Varkevisser et al., 2019). Es enthält sechs Bewertungskriterien. Bei Erfüllung eines Kriteriums wurde jeweils ein Punkt vergeben, sodass eine maximale Punktzahl von Sechs erreicht werden konnte.

Definition der Kriterien:

- 1) Repräsentativität der Kohorte bei Studienbeginn: mindestens 80 % der Kohorte haben zu Beginn der Studie teilgenommen oder es liegt ein nicht selektiver Non-Response vor;
- 2) Repräsentativität der Kohorte bei der Nachbeobachtung: Antwortrate bei der Nachbeobachtung von mindestens 80 % der Kohorte oder ein nicht selektiver Non-Response
- 3) Valide und zuverlässige Messungen der Prädiktoren:
Test-Retest-Korrelation $\geq 0,80$ oder κ (Kappa-Koeffizient) / ICC (Interklassenkorrelationskoeffizient) $\geq 0,70$ für jede Messung (erfüllt: Punkte pro gemessenem Prädiktor = $1/\text{Anzahl der gemessenen Prädiktoren}$, nicht erfüllt / nicht berichtet: null Punkte; wurden beispielsweise fünf Prädiktoren gemessen, dann könnten 0,2 Punkte für jede zuverlässig gemessene Variable vergeben werden)
- 4) gültige und zuverlässige Messungen des Gewichts: Messung mit einem objektiven Instrument oder Fragebogen; Test-Retest-Korrelation $\geq 0,80$ oder $\kappa/\text{ICC} \geq 0,70$
- 5) Angemessene Stichprobengröße: Stichprobengröße $\geq n = 10$ multipliziert mit der Anzahl der unabhängigen Variablen)
- 6) Geeignete statistische Methoden: angemessene statistische Methoden, bei Notwendigkeit angepasst an etwaige Störungen
(Weiland und Kasemann et al., 2022)

2.2 DROMLIN-Studie

Die Durchführung der Studie geschah im Jahr 2012-2013 in der Rehabilitationsklinik für Kinder und Jugendliche mit Atemwegserkrankungen, Allergien und psychosomatischen Beschwerden, welche sich zu den Fachkliniken Wangen (Westallgäu) zählte. Die Klinik besaß neben einem eigenen Kindergarten auch eine Schule, sodass der reguläre Unterricht auch während des Klinikaufenthalts durchgeführt werden konnte. Die Unterbringung erfolgte in Wohneinheiten auf einem parkähnlichen Gelände. Zum Zeitpunkt der Studiendurchführung wurden in der Klinik im Schnitt 200 übergewichtige Kinder und Jugendliche pro Jahr behandelt mit einer durchschnittlichen

Aufenthaltsdauer von 42 Tagen.

Die Therapie erfolgte nach aktuellem medizinischen Wissensstand u.a. in enger Zusammenarbeit mit der Adipositas-Akademie Baden-Württemberg und unter Beteiligung eines Teams aus Kinderärzten, Allergologen, Psychologen, Pflegepersonal, Ergotherapeuten, Logopäden, Physiotherapeuten, Trainern, Diätassistenten, Lehrern und Sozialarbeitern. Die adipositasspezifische Behandlung umfasste körperliche Bewegung, kognitive Verhaltenstherapie und eine ausgewogene Ernährung und fand zusammen mit Gleichaltrigen in kleinen therapeutischen Gruppen statt. Die Basis des Ernährungskonzepts war eine ausgewogene Ernährung oder eine optimierte Mischkost. Zusätzlich wurde ein wöchentliches Ernährungstraining in Gruppen Gleichaltriger von sechs bis acht Personen durchgeführt, in dem die Teilnehmer die Zubereitung und das Kochen von Lebensmitteln erlernten und ein Einkaufstraining im Supermarkt absolviert. Rauchen war während des gesamten Klinikaufenthaltes untersagt. (Sauer et al., 2014, Mazurak et al., 2021)

Das Protokoll wurde von der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Eberhard Karls Universität Tübingen und des Universitätsklinikums Tübingen, Deutschland, genehmigt (050/2014BO1). Sowohl die Eltern als auch die Kinder gaben eine schriftliche Einverständniserklärung ab. Die Studie ist im deutschen Register für klinische Studien (DRKS00005122) registriert, welches Teil des WHO-Netzwerks für klinische Studien ist. (Weiland et al., 2025)

2.2.1 Studiendesign und Teilnehmer

Es wurden insgesamt 60 adipöse Kinder und Jugendliche in die Studie aufgenommen. Voraussetzung für die Teilnahme waren ein Alter zwischen 9 bis 17 Jahren, ein BMI-SDS über der 90. Perzentile (alters- und geschlechtsspezifisch, Referenzgruppen nach Kromeyer-Hauschild et al. (2001)) und eine Indikationsstellung durch ihren zuständigen Arzt oder Ärztin für eine stationäre Rehabilitationsbehandlung zur Gewichtsreduktion. „Eine Indikation zur stationären Rehabilitation ist gegeben, wenn das Kind an einer Krankheit leidet, die relevant für die Schulbildung, Ausbildung oder Erwerbsfähigkeit (emotionale und soziale Entwicklung,

Persönlichkeitsentwicklung) ist oder negative Auswirkungen darauf hat, vor allem bei Störungen oder Krankheiten, die negative Auswirkungen auf altersentsprechende Aktivitäten und soziale Teilhabe haben.

Als Voraussetzung für eine stationäre Rehabilitationsbehandlung galt die erfolglose Ausschöpfung aller ambulanten Behandlungsmöglichkeiten und ein zu erwartender positiver Effekt auf den Krankheitsverlauf (Sauer et al., 2014). Ausgeschlossen wurden Kinder oder Jugendliche mit sprachlichen oder intellektuellen Einschränkungen (beurteilt durch den behandelnden Arzt oder Therapeuten) oder Komorbiditäten (schwere psychiatrische Erkrankung, Diabetes mellitus Typ 1, Tumore, schwere kardiovaskuläre Erkrankung, systemische Störungen). (Sauer et al., 2014)

2.2.1.1 Parametererhebung und BMI-SDS Messungen

In der ersten (T1) und letzten Woche (T2) des Klinikaufenthaltes wurden die in dieser Arbeit ausgewerteten Parameter gemäß der Beschreibung in 2.2.1.2 bis 2.2.2.10 erhoben. Weiterhin wurden zu T1 und T2 vor dem Durchlauf der Testtage zu Beginn der Intervention und am Entlasstag Körpergröße und -gewicht mittels eines wandbefestigten Stadiometers (Seca, Hamburg, Deutschland) bei einer Kopfhaltung in der deutschen Horizontale und einer digitalen Personenwaage (Soehnle, Nassau, Deutschland) gemessen und der BMI berechnet ($\text{BMI} = \text{Körpergewicht [kg]} / (\text{Körpergröße [m]})^2$). Der geschlechts- und altersspezifische BMI-SDS wurde anhand deutscher Referenzwerte ermittelt (Sauer et al., 2017, Kromeyer-Hauschild et al., 2001). Des Weiteren wurde der BMI-SDS zu den Follow-up Terminen 6, 12 und 24 Monate (T3-T5) nach Ende der Intervention erhoben (6 Monate: Telefonanruf, 12 Monate: Brief mit Rückbogen auszufüllen durch einen Arzt oder Apotheker, 24 Monate: Telefonanruf). (Sauer et al., 2014)

2.2.1.2 Inhalt der Testtage

Aus logistischen Gründen wurde ein Testdurchlauf auf zwei Tage verteilt (Tag 1: 09.00 bis 12.00 Uhr, Tag 2: 14.00 bis 17.00 Uhr). An beiden Tagen wurden sowohl Tests durchgeführt, als auch von den Kindern und Jugendlichen Fragebögen ausgefüllt. Tag 1 beinhaltete unter anderem die in dieser

Dissertation ausgewerteten Daten der Anthropometrie, des Geschmacks- und Geruchstests, des Inventars zum Essverhalten und Gewichtsproblemen für Kinder (IEG-K), des Dordel-Koch Tests, des Tests zur Wahrnehmung von Portionsgrößen und zum Körperbild und der Erhebung der Rosenberg Self-Esteem Scale (Fragebogen zum Selbstwertgefühl). Weiterhin wurden am zweiten Tag ein Stresstest mit Erfassung der Herzratenvariabilitätsdaten und ein Test zum Essverhalten (Snack-Szenario) durchgeführt. Außerdem wurde ein Fragebogen zur Erhebung von Stress und Stressbewältigung im Kindes- und Jugendalter ausgefüllt.

Beide Testtage wurden jeweils zu Beginn und Ende der Intervention durchgeführt. (Sauer et al., 2014)

2.2.2 Messungen und Fragebögen

Im Folgenden wird die Durchführung der Messungen und die Erhebung der Parameter erläutert. Bei der Verwendung der Begriffe Proband oder Teilnehmer sind sowohl männliche als auch weibliche Kinder und Jugendlichen eingeschlossen.

2.2.2.1 Physische Kondition

BMI-SDS

Körpergewicht und Körpergröße wurden mit standardisierten Messtechniken bei Aufnahme und Entlassung der Probanden und zu den Follow-up Zeitpunkten T3-T5 erfasst, der BMI errechnet und in den BMI-SDS überführt. Eine detaillierte Beschreibung findet sich in 2.2.1.1.

Körperfettanteil

Die Messung des Körperfettanteils war durch die Bestimmung der Dicke der unter der Haut liegenden Fettschicht mit Hilfe eines Lipometers© (Möller Messtechnik, Graz, Austria) möglich. Hierfür wurden Messungen an 15 standardisierten Punkten durchgeführt (Nacken, Trizeps, Bizeps, Rücken oben, Brust vorne, Brust seitlich, Bauch oben, Bauch unten, Rücken unten, Hüfte, Oberschenkel vorne, Oberschenkel seitlich, Oberschenkel hinten, Oberschenkel innen, Wade) (Jürimäe et al., 2003, Tafeit et al., 2009).

Motorische Leistungsfähigkeit:

Die Erhebung erfolgte anhand des Dordel-Koch-Tests, welcher die folgenden Aufgaben beinhaltet: (1) Seitliches Hin- und Herspringen (Messung der Koordination unter Zeitdruck, Schnelligkeit, Kraftausdauer der Beinmuskulatur), (2) Sit and Reach (Beurteilung der Flexibilität, vorrangig der Beweglichkeit der Hüftgelenke und der unteren Wirbelsäule), (3) Standweitsprung (Messung der Sprungkraft, vorwiegend Kraft der Beinmuskulatur), (4) Sit-up (Messung der Kraft der Bauchmuskulatur und der Hüftbeuger), (5) Einbeinstand (Überprüfung der Koordination bei Präzisionsaufgaben: Standgleichgewicht einbeinig), (6) Liegestütz (Messung der Kraft der Arm-/Rumpfmuskulatur und Ganzkörperkoordination), (7) 6-Minuten Lauf (Messung der Ausdauerleistungsfähigkeit).

Anhand der Tabellen des Test-Manuals wurde jede Aufgabe mit einer Note von eins bis sechs entsprechend dem deutschen Schulnotensystem (1 = sehr gut, 2 = gut etc.) bewertet (Dordel, 2013) und Durchschnittsnoten errechnet für die Oberthemen Ganzkörperkraft (Situp, Standweitsprung, Liegestütz), Koordination (Einbeinstand, seitliches Hin- und Herspringen), Beweglichkeit (Sit and Reach) und aerobe Ausdauer (6-Minuten Lauf). Die Einteilung beruht auf Jouck (2008).

2.2.2.2 Herzratenvariabilität

Die Herzratenvariabilität (HRV) wurde unter kontrollierten Bedingungen (Temperatur und Luftfeuchtigkeit) mit einem konventionellen EKG (3991/3-GPP BioLog (UFI Company, Morro Bay, CA)) gemessen.

Die standardisierte Messung bestand aus drei Phasen: 20 min Baseline-Phase, 5 min Stressphase (psychischer Stress), 20 min Erholungsphase. In der Baseline-Phase saß der Teilnehmer auf einem bequemen Stuhl und durfte einen ruhigen Film seiner Wahl anschauen (Filmangebot abhängig von Alter und Interessen). Währenddessen war es ihm untersagt zu sprechen oder sich zu bewegen. In der daran anschließenden Stressphase wurde der Teilnehmer gebeten in 7er Schritten so schnell wie möglich rückwärts zu zählen und er bekam die Information, dass die Fehler gezählt würden und der beste Teilnehmer in seiner Altersgruppe einen Geschenkgutschein erhalten würde.

Die Aufgabe wurde altersadaptiert durchgeführt: 13-17 Jahre beginnend von 1.000, 11-12 Jahre von 300, 9-10 Jahre oder bei bestehender Rechenschwäche von 100. Währenddessen saß der Teilnehmer vor einer Kamera mit blinkendem rotem Licht. Direkt darauf sollte der Teilnehmer seine subjektive Stresswahrnehmung mit einer 6-Punkteskala bewerten, wobei „1“ für „absolut nicht gestresst“ und „6“ für „absolut gestresst“ stand. Danach folgte die Erholungspause, in der der Film weiter angeschaut werden durfte.

Für die HRV-Analyse wurden vier 5-min-Abschnitte der Aufnahmen betrachtet: Baseline-Phase: zwischen Minute 10 und 15, die Stressphase, Erholungsphase: zwischen Minute 0 und 5 und zwischen Minute 15 und 20. Als Analysesoftware wurde die Kubios HRV 2.1 Software der Biosignal Analysis and Medical Imaging Group (Department of Physics, University of Kuopio, Kuopio, Finland) verwendet. Zur Artefaktidentifizierung wurden alle Abschnitte von einem erfahrenen Untersucher visuell kontrolliert. Artefakte können zum einen technischen Ursprungs während der Aufnahme sein, zum anderen können bei der Auswertung aufgetretene Extrasystolen stören oder die R-Erkennung fehlerhaft sein (nicht oder doppelt gezählte R-Zacke). Kubios selbst verwendet die „piecewise cubic spline interpolation method“ bei der identifizierte Artefakte durch interpolierte Werte ersetzt werden. Die Identifizierung der Artefakte erfolgt über die Abweichungsstärke vom durchschnittlichen RR-Abstand. Es kann zwischen fünf verschiedenen Korrekturstufen gewählt werden: sehr niedrig, niedrig, medium, stark oder sehr stark. Bei dem Level „medium“ werden beispielsweise alle RR-Abstände, die mehr als 0,25 s vom errechneten jeweiligen durchschnittlichen RR-Abstand abweichen, als Fehler detektiert und ersetzt. Bei „niedrig“ werden bis $\pm 0,35$ s akzeptiert. Niedrigere Level akzeptieren also eine größere Abweichung, höhere eine niedrigere (Alcantara et al., 2020). Zur Korrektur wurde schrittweise vorgegangen, wobei nur das Level „niedrig“ und „medium“ verwendet wurde. Es wurde zunächst das Korrekturlevel „niedrig“ angewandt. War dies nicht ausreichend, so wurde das Level „medium“ verwendet. War jenes auch nicht ausreichend, so wurde die Aufnahme als nicht korrigierbar eingestuft auf Grund der Annahme, dass die „starke“ Korrektur eine zu große Veränderung der Daten verursache.

Für die Bewertung der Aktivität des autonomen Nervensystems und die Reaktivität in jedem Abschnitt wurden einige Parameter berechnet, welche die HRV widerspiegeln. Zur Untersuchung der parasympathischen Aktivität: Mittelwert des interbeat interval (IBI), root mean sum of squared distance (RMSSD) und die high frequency power (HF). Zur Untersuchung der Baroreflexregulation: low frequency power (LF). Zur Berechnung der frequenzbasierten Parameter der HRV wurde eine Fast-Fourier-Transformation auf die Veränderung des RR-Abstandes über die Zeit angewandt (265 s Hamming-Fenster, 50%ige Fensterüberlappung). LF bildet die Leistung im Bereich 0,04-0,15 Hz und HF die Leistung im Bereich 0,15-0,4 Hz ab. Die absolute Leistung der einzelnen Bereiche wurde logarithmiert, um die Daten für die parametrischen Methoden nutzbar zu machen.

(Mazurak et al., 2016)

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die für die weitere Analyse relevanten Parameter, ihre Berechnung und mit ihnen in Zusammenhang stehenden Informationen.

2.2.2.3 Essverhalten

Das Essverhalten wurde mit dem validierten Fragebogen IEG-Kinder (Inventar zum Essverhalten und Gewichtsproblemen, 1999) erfasst, welcher aus 64 Items und 10 Subskalen besteht. Die Subskalen lauten wie folgt: (1) Stärke und Auslösbarkeit des Essbedürfnisses, (2) Bedeutung und Wirkung des Essens, (3) Essen als Mittel gegen emotionale Belastung, (4) Essen und Gewicht als Problem, (5) Zügelung des Essens, (6) Einstellung zu gesunder Ernährung, (7) Einstellung zu Übergewichtigen, (8) elterliche Esszwänge, (9) Angst vor Gewichtszunahme, (10) Unzufriedenheit mit der Figur. Die Werte für die interne Konsistenz (Chronbach's α) der 10-Item-Skalen liegen zwischen $\alpha = 0,61$ und $\alpha = 0,88$. (Diehl, 1999)

Subskala 7 wurde nicht in der statistischen Analyse berücksichtigt.

2.2.2.4 Körperwahrnehmung

Schätzung der eigenen Körpermaße

Zur Messung der Fähigkeit die eigenen Körpermaße einzuschätzen wurde eine

2 m lange Holzlatte mit zwei Schiebern verwendet. Der Teilnehmer sollte nun die zwei Schieber so weit auseinander schieben, wie er die zu schätzenden Größe annahm. Zu schätzen waren: Körperbreite (Wirbelsäule, Hüfte, Oberschenkel, Oberarm), Körpertiefe (Bauch, Gesäß), Körperumfang (Bauch, Gesäß, Oberschenkel, Oberarm). Vor jeder Einschätzung platzierte der Untersucher beide Schieber in der Mitte der Latte, nach jeder Einschätzung maß er den Abstand der Schieber und notierte diesen ohne eine Rückmeldung an den Teilnehmer zu geben. Das Experiment führte der Untersucher durch, der auch zuvor die Körpermaße des Teilnehmers gemessen hatte. Diese wurden am Morgen des Untersuchungstages erfasst. Die Körpertiefe (Bauch und Gesäß) wurde mit einer Schieblehre und die Körperumfänge (Bauch, Gesäß, Oberschenkel, Oberarm) mit Hilfe eines Maßbandes im Bereich des größten Umfangs bzw. der größten Tiefe gemessen. Die Teilnehmer erhielten keine Information über die Ergebnisse.

Um fest zu stellen, ob die Teilnehmer prinzipiell die kognitive Fähigkeit aufwiesen Größen schätzen zu können, wurden ihnen Alltagsgegenstände präsentiert, deren Größe sie mit der oben beschriebenen Holzlatte nach Beendigung der Präsentation schätzen sollten.

Zur Berechnung des Einschätzungsindex wurde folgende Formel verwendet: $\text{Einschätzungsindex} = (\text{geschätztes/tatsächliches Körpermaß}) \times 100$. Hieraus wurde wiederum der durchschnittliche Einschätzungsindex innerhalb jeder Gruppe (Körperbreite, Körpertiefe, Körperumfang) errechnet. (Mölbart et al., 2016)

Abstandsabschätzung taktiler Reize

Die Bestimmung der Fähigkeit Abstände zweier taktiler Reize abzuschätzen wurde wie bei Keizer et al. (2011) beschrieben durchgeführt. Hierfür wurden dem Teilnehmer die Augen verbunden und der Untersucher präsentierte auf vier verschiedenen Körperregionen (obere Wirbelsäule, Oberarm, Gesäß, Oberschenkel) jeweils zwei Berührungspunkte gleichzeitig mit einem kleinen Messschieber oder einem Zirkelpaar in vorgegebenem Abstand (Wirbelsäule ± 20 cm, Oberarm ± 10 cm, Gesäß ± 15 cm, Oberschenkel ± 10 cm). Nach jeder taktilen Stimulation wurde der Teilnehmer gebeten den Abstand der ihm

präsentierten zwei Berührungspunkte mithilfe der Holzlatte zu reproduzieren. Zur Berechnung des Einschätzungsindex wurde folgende Formel verwendet: $\text{Einschätzungsindex} = (\text{geschätzter} / \text{tatsächlicher Abstand}) \times 100$. Hieraus wurde wiederum der durchschnittliche Einschätzungsindex über alle Körperregionen errechnet. (Mölbart et al., 2016)

Wahrnehmung des Herzschlages

Zur Bestimmung der Wahrnehmungsfähigkeit des Herzschlages wurde ein EKG (3991/3-GPP BioLog, UFI Company, Morro Bay, CA) aufgezeichnet, während der Teilnehmer sich auf seinen Herzschlag konzentrieren und ihn zählen sollte. Der Teilnehmer saß hierbei auf einem bequemen Stuhl und durfte weder sprechen noch sich bewegen. Nach einem 15-sekündigen Testintervall folgten vier weitere Intervalle mit einer Länge von 25 s, 35 s, 45 s und 55 s mit jeweils einer Pause von 30 s zwischen den Intervallen. Alle Instruktionen während des Experiments wurden von einer Aufnahme wiedergegeben.

Zur Berechnung des durchschnittlichen Herzschlagwahrnehmungsindex über alle vier Intervalle wurde folgende Formel verwendet:

$$\text{Herzschlagswahrnehmungsindex über alle 4 Intervalle} = \frac{\sum_{i=1}^4 1 - \left(\frac{|\text{aufgezeichnete Herzschläge}_i - \text{gezählte Herzschläge}_i|}{\text{aufgezeichnete Herzschläge}_i} \right)}{4}$$

Das maximale Ergebnis beträgt eins, das minimale null, wobei ein hoher Index eine gute Übereinstimmung von aufgezeichneten und gezählten Herzschlägen bedeutet und ein niedriger Index eine schlechte Übereinstimmung.

(Mölbart et al., 2016)

2.2.2.5 Stressbewältigung

Das Verhalten zur Stressbewältigung wurde mit dem validierten Fragebogen SSKJ 3-8 (Fragebogen zur Erhebung von Stress und Stressbewältigung im Kindes- und Jugendalter 2006) erfasst, welcher aus drei Teilen bestand: Stressvulnerabilität (a), Stressbewältigungsstrategien (b) und Stresssymptomatik (c). Teil (a) wurde durch sechs Items erfasst. Teil (b) beinhaltete fünf Subskalen: (b1) Suche nach sozialer Unterstützung, (b2)

problemorientierte Bewältigung, (b3) vermeidende Bewältigung, (b4) konstruktiv-palliative Emotionsregulation, (b5) destruktiv-ärgerbezogene Emotionsregulation mit jeweils sechs Items und Teil (c) bestand aus den zwei Subskalen physische Symptomatik (c1; sechs Items) und psychische Symptomatik (c2; 12 Items) (Subskalen von (c2): Ärger, Traurigkeit, Angst; jeweils vier Items). Die Werte für die interne Konsistenz (Chronbach's α) lag zwischen $\alpha = 0,67$ und $\alpha = 0,89$ und die Test-Retest-Reliabilität lag zwischen $r = 0,56$ und $r = 0,82$ (Mazurak et al., 2021). (Lohaus et al., 2006)

2.2.2.6 Wahrnehmung der Portionsgröße

Das Experiment fand in einem ca. 20 m² großen Raum statt in dem sich nur der Teilnehmer und der Untersucher befanden. Dem Teilnehmer wurden in standardisierter Reihenfolge immer zwei unterschiedlich große Geschirrgegenstände gleichzeitig präsentiert, welche entweder beide das gleiche oder unterschiedliche Volumina an fester Nahrung oder Flüssigkeit beinhalteten.

Es gab insgesamt drei verschiedene Paare von Gläsern, ein paar weiße Schüsseln und zwei Paar weiße Teller. Die Gläser unterschieden sich in Form und Volumen voneinander und jeweils die Schüsseln und Teller im Durchmesser. Als Flüssigkeit und fester Nahrung wurden Wasser und getrocknete rote Linsen verwendet. Eine detaillierte Abbildung des verwendeten Geschirrs inklusive der Volumenunterschiede zwischen den Paaren findet sich in Tabelle 4.

In dem Experiment wurde unter anderem die kognitive Bewertung (KB) der Portionsgröße in oder auf unterschiedlich großem Geschirr untersucht. Hierfür sollten die Teilnehmer bei jedem Geschirrpaar bewerten, ob die Portionsmenge sich in den beiden Gefäßen unterschied oder nicht. Die Bewertung durch die Teilnehmer begann immer mit den Glaspaares gefolgt von den Tellern. Die Reihenfolge innerhalb der Kategorie konnten die Teilnehmer jedoch selber wählen.

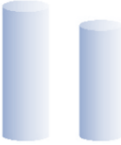
Die Antworten der Teilnehmer wurden während des gesamten Experimentes schriftlich dokumentiert.

Zur Analyse der kognitiven Bewertung wurde für jede richtige Antwort ein Punkt vergeben und diese zu einem KB-Score summiert.

Genauere Details zur Testdurchführung finden sich in Doersam et al. (2021).

Tabelle 4: Charakteristika des Geschirrs für das Experiment zur Wahrnehmung der Portionsgröße (Doersam et al., 2021)

Abkürzungen: Q: Quantität, Ø: Durchmesser in cm (Zentimeter), H: Höhe in cm

Paar	Objekt	Aussehen	Unterschied in der Füllmenge	Mengenverhältnis
Glaspaar 1	breites parabolisches Glas, Q = 120 vs. hohes parabolisches Glas, Q = 100		20	1,2:1
Glaspaar 2	kleines, breites Glas Ø = 7,5; H = 9,0; Q = 250 vs. breites Glas, Ø = 8,0; H = 13,5; Q = 250		0	1:1
Glaspaar 3	hohes, schmales Glas Ø = 5,5; H = 15,5; Q = 300 vs. schmales Glas, Ø = 5,5; H = 13,0; Q = 250		20	1,2:1
Tellerpaar 1	große Schüssel, Ø = 15; Q = 180 vs. kleine Schüssel, Ø = 12; Q = 120		20	1,2:1
Tellerpaar 2	großer Teller, Ø = 28; Q = 100 vs. kleiner Teller, Ø = 24; Q = 100		0	1:1
Tellerpaar 3	großer Teller, Ø = 28; Q = 130 vs. kleiner Teller, Ø = 24; Q = 100		30	1,3:1

(Doersam et al., 2021)

2.2.2.7 Snack-Szenario

Die Teilnehmer wurden 20 min bevor sie den Untersuchungsraum verließen dazu aufgefordert sich einen 20 min langen Film ihrer Wahl anzuschauen und

sich zu entspannen. Es wurde beiläufig erwähnt, dass sie sich nach Belieben an denen auf einem Teller in armreichweite bereit gestellten Lebensmitteln bedienen durften. Die Lebensmittel variierten in ihrer Energiedichte, waren entweder offen oder verpackt (Tabelle 5) und wurden vor dem Experiment mit einer Präzisionswaage abgemessen bevor sie auf den Teller gelegt wurden. Während des gesamten Experimentes war der Untersucher ohne das Wissen des Teilnehmers hinter einer Trennwand anwesend. Während des gesamten Snack-Szenario wurde der Teller mit Essen durch einen Pocket-Camcorder (Samsung HMX-W200, Samsung Electronics (UK) Ltd, Hampshire, Vereinigtes Königreich) gefilmt. Die Kamera war auf einem Regal neben dem Tisch in einer Mappe versteckt, sodass das kleine Objektiv kaum sichtbar war. Nach Beendigung des Experiments wurde jedes einzelne Lebensmittel erneut gewogen und die verzehrte Menge und die entsprechende Energiezufuhr berechnet und notiert. Es wurden hierzu die Nährwertangaben von EBISpro8 © (Dr. Jürgen Erhardt/Universität Hohenheim/Stuttgart, Willstätt-Legelshurst/Stuttgart, Deutschland) verwendet. Zusätzlich wurde das Video ausgewertet, wobei die Latenzzeit bis zur ersten Nahrungsaufnahme, die Zeitpunkte der Lebensmittelberührung, die Art des gegessenen Essens und die Anzahl, wie oft Essen zum Mund geführt wurde, dokumentiert wurden. (Mack et al., 2025)

Tabelle 5: Liste des angebotenen Essens, seiner Eigenschaften und dem Verpackungsstatus

Abkürzungen: g: Gramm, kJ: Kilojoule

Essensobjekt	Angebotene Menge (g)	Energiedichte (kJ/100 g)	Klassifikation der Energiedichte	Darreichungsform
Apfel	ca. 170	226	niedrig	unverpackt
Banane	ca. 130	377	niedrig	verpackt
Gurke	ca. 140	50	niedrig	unverpackt
Möhre	ca. 75	138	niedrig	unverpackt
Salzstangen	25	1682	hoch	unverpackt
Gummibären	ca. 50	1473	hoch	unverpackt
Kartoffelchips	30	2255	hoch	verpackt
Schokoriegel (Kinderriegel)	25	2360	hoch	verpackt
Butterkeks (Leibnitz)	25	1807	hoch	verpackt
Schokolinsen (Smarties)	25	1958	hoch	unverpackt
Kräcker	15	2033	hoch	unverpackt

(Mack et al., 2025)

2.2.2.8 Geschmackswahrnehmung

Testmaterial:

Die Geschmackswahrnehmung wurde mit einem standardisierten Geschmackserkennungstest (Schmeckstreifen, Burghart Messtechnik GmbH, Wedel, Deutschland) und durch subjektive Berichte der Geschmackspräferenz und Geschmackssensitivität erfasst.

Die Schmeckstreifen bestanden aus Filterpapier getränkt mit Lösungen der vier verschiedenen Geschmacksqualitäten in jeweils vier verschiedenen Konzentrationen (süß: 0,4; 0,2; 0,1; 0,05 g/ml Saccharose; sauer: 0,3; 0,165; 0,09; 0,05 g/ml Zitronensäure; salzig: 0,25; 0,1; 0,04; 0,016 g/ml Natriumchlorid; bitter: 0,006; 0,0024; 0,0009; 0,0004 g/ml Chininhydrochlorid-Dihydrat) und sind sowohl für Erwachsene als auch für Kinder validiert (Mueller et al., 2003, Overberg et al., 2012, Welge-Lussen et al., 2011). Diese Methode der Geschmacksprüfung wird insbesondere von Kindern und Jugendlichen gut

akzeptiert und wurde bereits in verschiedenen klinischen und wissenschaftlichen Kontexten verwendet. Die Messergebnisse spiegeln das Maß der Fähigkeit wider die 4 Geschmacksrichtungen erkennen zu können (Landis et al., 2009, Overberg et al., 2012, Welge-Lussen et al., 2011). Die Test-Retest-Reliabilität ist vergleichbar mit anderen Geschmackstests (Mueller et al., 2003).

Ablauf des Tests:

Der Test wurde am Nachmittag (14.30-17.00 Uhr) ca. 2,5 Stunden nach dem Mittagessen durchgeführt.

Während des Tests wurde ein Schmeckstreifen mittig auf den vorderen Bereich der Zunge platziert und der Teilnehmer musste die wahrgenommene Geschmacksrichtung (salzig, sauer, süß, bitter oder keine) angeben, indem er auf das passende Wort auf einer Antworttafel zeigte. Um die Teilnehmer mit dem Verfahren vertraut zu machen und zu testen, ob sie in der Lage waren die verschiedenen Geschmacksrichtungen richtig zu identifizieren, wurden Geschmackstreifen mit der höchsten Konzentration des jeweiligen Geschmacks vor Beginn des Tests in zufälliger Reihenfolge präsentiert. Die Teilnehmer wurden gebeten die Geschmacksrichtung anhand der Antworttabelle zu identifizieren und erhielten nach jeder Geschmackspräsentation eine Rückmeldung. Zu Beginn des Tests wurden 16 Streifen mit Geschmacksrichtung (von jeder der vier Geschmacksrichtungen jeweils vier verschiedene Konzentrationen) und zwei Streifen ohne Geschmacksrichtung in randomisierter Reihenfolge und einem zeitlichen Abstand von ca. 25 s präsentiert. Für jeden korrekt identifizierte Geschmacksrichtung wurde ein Punkt vergeben und zu einer Gesamtpunktzahl der Geschmacksidentifizierung summiert (maximale Punktzahl = 16). Zusätzlich wurde die Punktzahl der Geschmacksidentifizierung für jede Geschmacksrichtung einzeln errechnet (maximale Summe pro Geschmacksqualität = 4). Ein Testergebnis unter der 10. Perzentile wies auf Hypogeusie oder eine reduzierte Schmeckfähigkeit hin. Zur Minimierung des Lern- und Carry-Over Effekts wurden zwei verschiedene Pseudo-

Randomisierungen vorgenommen. Nach Beendigung des Tests bekamen die Teilnehmer eine Rückmeldung über ihre Leistung. (Sauer et al., 2017)

2.2.2.9 Subjektive Geschmackspräferenz

Um die individuelle Geschmackspräferenz zu eruieren wurden die Teilnehmer gefragt, ob sie eine Lieblingsgeschmacksrichtung hätten, wobei es möglich war mehrere Antworten zu geben (z.B. süß und sauer)“ (Sauer et al., 2017). Zur Auswahl standen insgesamt die drei Geschmacksrichtungen: süß, sauer und salzig. Weitere Details zur Durchführung finden sich in Sauer et al. (2017).

2.2.2.10 Geruchssinn

Zu Überprüfung des Geruchssinnes wurden ein Schwellentest, ein Diskriminationstest und ein Identifikationstest durchgeführt. Hierfür wurde das Sniffin' Sticks © System (Burghart Messtechnik GmbH, Wedel, Deutschland) verwendet, welches aus Riechstiften, die mit Duftstoffen gefüllt waren, bestand. Der Teilnehmer befand sich während des Testes in einem ruhigen, gut ventilierten Raum. Die Präsentation der Gerüche erfolgte mit ca. 2 cm Abstand vor beiden Nasenlöchern für 3-4 s. Nach der Präsentation musste sich der Teilnehmer auch bei Unsicherheit immer für eine Antwort entscheiden. Der Untersucher trug während der Präsentation Baumwollhandschuhe. Sowohl der Schwellen- als auch der Diskriminationstest fand mit verbundenen Augen des Teilnehmers statt.

Schwellentest:

Der Schwellentest beinhaltete 48 Riechstifte, bestehend aus 16 mit Duftstoff (n-Butanol) in verschiedenen Konzentrationen befüllten Stiften (1 = höchste Konzentration, 16 = niedrigste Konzentrationen) und 32 Blanks. Die Aufgabe des Teilnehmers war es aus einem Triplet bestehend aus zwei Blanks und ein Stift mit n-Butanol, den mit Duftstoff befüllten Stift zu identifizieren.

Hierfür wurde dem Teilnehmer zunächst mit unverbundenen Augen die höchste Konzentration des Duftstoffs präsentiert, um ihn mit dem Geruch des n-Butanols vertraut zu machen.

Bei dem folgenden Test wurden die Stifte eines Triplets randomisiert mit einem 5 s-Abstand präsentiert und zwischen den Triplets ein Abstand von 30 s

eingehalten. Es wurde kein Stift auf Nachfrage nochmals gezeigt. Beginnend mit der niedrigsten Konzentration wurden nacheinander die Triplets in aufsteigender Reihenfolge der Konzentration in zweier Schritten (16, 14, 12...) präsentiert. Sobald ein Stift mit Duftstoff richtig identifiziert wurde, wurde das Triplet in einer anderen Reihenfolge erneut getestet. Eine Identifizierung galt immer nur dann als richtig, wenn beide Durchgänge einer Konzentration korrekt identifiziert wurde. Sobald dies geschah wurden die Konzentrationen wieder in absteigender Reihenfolge der Konzentration präsentiert (in einer Schritten, beispielsweise 6, 7, 8...) solange, bis eine Verdünnung nicht mehr korrekt wahrgenommen werden konnte. Dann wurde wieder in aufsteigender Reihenfolge präsentiert (in einer Schritten), bis eine Verdünnung korrekt identifiziert wurde. Dies wurde solange durchgeführt bis sieben Wendepunkte erfasst wurden (viermal aufsteigende Konzentration, dreimal absteigende Konzentration). Zur Bestimmung eines Schwellenscore wurde der Durchschnitt der Schwellenwerte (w (Nummer des Stiftes mit n-Butanol)) der letzten vier Wendepunkte berechnet: $\text{Schwellenscore} = (w_4 + w_5 + w_6 + w_7)/4$. Je höher der Score, desto besser konnten geringe Konzentrationen wahrgenommen werden.

Diskriminationstest:

Der Diskriminationstest beinhaltete 48 Riechstifte, bestehend aus 16 Triplets, die sich jeweils aus zwei Stiften gleichen Geruchs und einem eines anderen Geruchs zusammensetzten. Die Aufgabe des Teilnehmers bestand darin den Stift andersartigen Geruchs zu identifizieren. Es erfolgt eine randomisierte Präsentation der Stifte eines Triplets und es wurde ein Abstand von 30 s zwischen den Triplets eingehalten. Jeder Stift wurde nur einmal gezeigt, wobei die Präsentation sowohl vor dem linken als auch dem rechten Nasenloch stattfand. Die Antworten wurden notiert und die Anzahl der korrekten Antworten addiert um den Diskriminationsscore zu erhalten (maximale Punktzahl: 16).

Identifikationstest:

Der Identifikationstest bestand aus 16 Riechstiften mit insgesamt 16 verschiedenen Alltagsgerüchen. Zu jedem Stift gab es eine Multiple-Choice Karte mit jeweils vier Begriffen als Antwortmöglichkeit. Der Teilnehmer hatte die

Aufgabe nach jeder Geruchsprobe die am besten passende Antwortmöglichkeit auf der ihm präsentierten Karte auszuwählen. Der Abstand zwischen den einzelnen Geruchsproben betrug ca. 30 s. Die Antworten wurden notiert und die Anzahl der korrekten Antworten addiert um den Identifikationsscore zu erhalten (maximale Punktzahl: 16).

Für Kinder unter 12 Jahren wurde eine modifizierte kürzere Testversion verwendet: Schwellen- und Diskriminationstest: 16 x 2 anstatt 16 x 3 Stifte, Identifikationstest: 12 statt 16 Stifte, Multiple-Choice Karten: Bilder als Antwortmöglichkeiten (Gellrich et al., 2017, Lohrer et al., 2024, Oleszkiewicz et al., 2019).

Gesamtscore:

Für den Gesamtscore (threshold, discrimination, identification, TDI) wurde die Summe der Einzelscores gebildet.

Die Teilnehmer bekamen zum Testzeitpunkt T1 die Testergebnisse nicht mitgeteilt.

2.2.2.11 Übersicht der auf Prädiktoreigenschaften untersuchten Parameter
Tabelle 6 stellt alle erhobenen und auf Prädiktoreigenschaften analysierten Parameter dar.

Tabelle 6: Übersicht der auf Prädiktoreigenschaften untersuchten Parameter

Abkürzungen: BMI-SDS: Body Mass Index-Standard Deviation, HRV: Herzratenvariabilität, ibi: Interbeat Interval, RMSSD: Root mean Sum of squared Distance, LF: Low Frequency Power (0,04-0,15 Hz), HF: High Frequency Power (0,15-0,40 Hz), log: Logarithmus zur Basis 10, Proz: Prozent, ms: Millisekunden, kcal: Kilokalorien, SB: Stressbewältigung, EVP: Essverhalten Psychologie, KB-Score: Kognitive Bewertung Score; Für alle mit Sternchen (*) gekennzeichneten Variablen wurde der Baselinewert (Wert direkt vor Beginn der Intervention) als möglicher Prädiktor untersucht. Für die übrigen Variablen wurde der Baselinewert und die Veränderung der Variable zwischen Anfang und Ende der Intervention als möglicher Prädiktor untersucht.

Thema [Info]	Variablenbezeichnung	Informationen zur Variable
Physiologische Voraussetzungen*	BMI-SDS	Body Mass Index-Standard Deviation Score
	Körperfettmasse	Körperfettmasse [%]
	Kraft	Situps, Standweitsprung (Dordel-Koch Test, Note)
	Koordination	Einbeinstand, seitliches Hin- und Herspringen (Dordel-Koch Test, Note)
	Beweglichkeit	Sit and Reach (Dordel-Koch Test, Note)
Herzratenvariabilität Baseline-Phase	Ausdauer	6-Minuten Lauf (Dordel-Koch Test, Note)
	HRV baseline ibi	Interbeatintervall (ibi) [ms]
	HRV baseline RMSSD	Root Mean Sum of Squared Distance [ms]
	HRV baseline LF	= log(Low Frequency) (LF: Leistungsdichtespektrum im Bereich von 0,04-0,15 Hz) [log(ms ²)] (1)
Herzratenvariabilität Stress-Phase	HRV baseline HF	= log(High Frequency) (HF: Leistungsdichtespektrum im Bereich von 0,15-0,40 Hz) [log(ms ²)] (2)
	HRV Stress ibi Proz	Interbeatintervall (ibi) = Delta ibi Stress von Base/ibi Base*100 [%], wobei Delta ibi Stress von Base = Stress ibi - Base ibi (4)
	HRV Stress RMSSD Proz	Berechnung analog zu (4)
	HRV Stress LF Proz	Berechnung analog zu (4), wobei Stress LF: analog zu (1)
	HRV Stress HF Proz	Berechnung analog zu (4), wobei Stress HF: analog zu (2)

Herzratenvariabilität Erholungsphase	HRV Erholung ibi Proz	Interbeatinterval (ibi) in ms = Delta ibi Erholung von Base/ibi Base*100, wobei Delta ibi Erholung von Base = Stress ibi - Base ibi (6) Berechnung analog zu (6), Berechnung analog zu (6), wobei Erholung LF: analog (1) Berechnung analog zu (6), wobei Erholung LF: analog (2)
	HRV Erholung RMSSD Proz	
	HRV Erholung LF Proz	
	HRV Erholung HF Proz	
Psychologie [Stressbewältigung; SB]	SB Verletzlichkeit	[%]
	SB Suche nach sozialer Unterstützung	[%]
	SB Problemorientierte Bewältigung	[%]
	SB Vermeidende Bewältigung	[%]
	SB Konstruktiv-palliative Emotionsregulation	[%]
	SB Destruktiv-ärgerbezogene Emotionsregulation	[%]
	SB Physiologische Symptome	[%]
	SB Psychologische Symptome	[%]
Essverhalten Psychologie [Psychologie; EVP]	EVP Essbedürfnis	[%]
	Auslösbarkeit und Stärke	
	EVP Bedeutung und Wirkung des Essens	[%]
	EVP Essen gegen emotionale Belastung	Essen als Mittel gegen emotionale Belastung [%]
	EVP Essen und Gewicht als Problem	[%]
	EVP Zügelung des Essens	[%]
	EVP Einstellung zu gesunder Ernährung	[%]
	EVP Elterliche Esszwänge	[%]
	EVP Angst vor Gewichtszunahme	[%]
Körperwahrnehmung	EVP Unzufriedenheit mit Figur	[%]
	Wahrnehmung Körperbreite	[%]
	Wahrnehmung Körpertiefe	[%]
	Wahrnehmung Körperumfang	[%]
	Einschätzung taktiler Reize	Einschätzungsindex [%]
	Wahrnehmung Herzschlag	Herzschlagwahrnehmungsindex

Essverhalten [Snack-Szenario]	Snack verzehrte Essensmenge	[g]
	Snack Energieaufnahme	[kcal]
	Snack Energiedichte der Nahrung	[kcal/g]
	Snack Berührungen Essen	Anzahl Berührung des Essens auf dem Teller
	Anzahl	
	Snack Essen zum Mund	Anzahl Essen zum Mund führen
	Snack Latenzzeit	Latenzzeit bis zur ersten Nahrungsaufnahme [s]
Gustatoolfaktorische Fähigkeiten	Geschmack Identifikation süß	
	Geschmack Identifikation sauer	
	Geschmack Identifikation salzig	
	Geschmack Identifikation bitter	
	Geschmack Identifikation	
	Gesamt-score	
	Geruchsschwelle	
	Geruchsdiskrimination	
	Geruchsidentifikation	
	Geruch Gesamtscore	
Gustatorische Präferenz*	Geschmack Präferenz süß	
	Geschmack Präferenz sauer	
	Geschmack Präferenz salzig	
Größenschätzung*	Schätzung Volumen im Glas	KB-Score Gläser
	Schätzung Portion auf Porzellan	KB-Score Schüsseln/Teller

2.2.3 Statistik

Die statistischen Berechnungen wurden mit der Statistics and Machine Learning Toolbox in Matlab R2022a und Excel (Microsoft 365 Apps for Enterprise, Build 19127.20222) durchgeführt.

2.2.3.1 Teilnehmerausschluss

Ausgeschlossen wurden Teilnehmer, bei denen Messwerte von mindestens 6 Tests fehlten, die zwischen T1 und T2 Körpergewicht zugenommen hatten, die die Intervention vorzeitig abbrachen oder bei denen keine Messwerte zu T2 vorlag. Außerdem musste mindestens zu einem Follow-up Zeitpunkt ein BMI-SDS vorliegen und der Messwert für die zu analysierende Prädiktorvariable. (Weiland et al., 2025)

2.2.3.2 Umgang mit Ausreißern

Ausreißer, welche durch Mess- oder Tippfehler bedingt waren, wurden als fehlend eingetragen.

2.2.3.3 Hierarchisch lineare Modelle

Für die Prädiktorenanalyse wurden verschiedene hierarchisch lineare Modelle (HLM) aufgestellt und mit dem bayer'schen Informationskriteriums (BIC) in Form einer Vorwärtsselektion miteinander verglichen (Modelle und Vergleich s. Anhang 9.6). Die Parameter wurden dafür mit der Maximum-Likelihood-Methode (ML) geschätzt. Das unter (1) beschriebene Modell erwies sich als das Beste.

(1) Verwendetes Modell (Erläuterungen der Variablen in Tabelle 7):

$$y = \beta_{00} + u_{0prob} + \beta_1 x_{1uv} + \beta_2 x_{2zeit} + \beta_3 x_{1uv} x_{2zeit} + \varepsilon_i$$

Tabelle 7: Erläuterung der Variablen im verwendeten hierarchisch linearen Modell

Abkürzungen: Intercept: y-Achsenabschnitt, slope: Steigung, random effect: zufälliger Effekt, fixed effect: fester Effekt, unabh. Variable: unabhängige Variable

Variable	Definition
β_{00}	Intercept
x_{1uv}	unabh. Variable
x_{2zeit}	vergangene Zeit nach Therapieende
$x_{1uv}x_{2zeit}$	Interaktion der unabh. Variable und der vergangenen Zeit
u_{0prob}	random effect (intercept) durch Proband
β_1	fixed effect (slope) durch die unabh. Variable
β_2	fixed effect (slope) durch vergangene Zeit nach Therapieende
β_3	fixed effect (slope) durch Interaktion der unabh. Variable und der vergangenen Zeit
ε_i	Fehlerterm

Mit diesem Modell wurde eine schrittweisen Variablenselektion durchgeführt, wobei eine unabhängige Variable als signifikant galt, sobald ihr Interaktionsterm mit der Zeit signifikant war. Die Parameter wurden dafür mit der Restricted Maximum-Likelihood Methode (REML) geschätzt.

Zur Annäherung der Residuen an die Normalverteilung wurde die abhängige Variable quadratisch transformiert.

Die schrittweise Variablenselektion wurde wie folgt durchgeführt:

1. Berechnung eines HML pro unabhängige Variable
(Signifikanzniveau des Interaktionsterms $p \leq 0,05$)
2. Schrittweise Aufnahme der unabhängigen Variablen in ein HLM, welche im ersten Schritt einen signifikanten Interaktionsterm aufwiesen.
Reihenfolge der Aufnahme nach aufsteigendem p-Wert aus dem ersten Schritt. Hierbei wurden Interaktionsterme bei einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ als relevant für das Modell eingestuft. Bereits im Modell vorhandene unabhängige Variablen wurden aus dem Modell entfernt, sobald ihr Interaktionsterm durch eine neu aufgenommene unabhängige Variable mit signifikantem Interaktionsterm ($p \leq 0,05$ in Schritt 1) nicht mehr signifikant war (Signifikanzniveau $p \leq 0,1$) (Weiland et al., 2025).

Für alle HLM wurde eine Satterthwait-Korrektur der Freiheitsgrade vorgenommen. Der daraus resultierende korrigierte p-Wert wurde für alle Prüfungen auf Signifikanz verwendet.

Das beschriebene Verfahren wurde zweimal gerechnet, wobei vor der zweiten Berechnung alle Messpunkte mit Ausreißern der Residuen entfernt wurden (Detektion der Ausreißer durch die Labeling Outlier Rule: Werte 1,5 Quartile oberhalb des oberen und unterhalb des unteren Quartils). Die Ergebnisse der ersten und zweiten Berechnung wurden verglichen um die Stabilität der Ergebnisse der ersten Berechnung zu prüfen.

2.2.3.4 Messzeitpunkte der im hierarchisch linearen Modell analysierten Parameter

Analysiert wurden die vor Beginn der Intervention bestehenden Ausprägungen der Parameter (T1) als auch die Veränderung der Parameter über die Intervention hinweg (Bildung des Deltas zwischen T1 und T2 ($dT2T1$)).

3 Ergebnisse

3.1 Review

3.1.1 Studienselektion und Kategorisierung

Abbildung 3 zeigt den Ablauf der Literatursuche. Von den 2623 Artikeln, die nach der Entfernung von Duplikaten übrig blieben, wurden 24 Studien für die Aufnahme in das Review ausgewählt. Davon beschäftigten sich 23 Studien mit der GR (Gruppe 1). Sieben dieser 23 Artikel befassten sich zusätzlich mit der GS und eine Arbeit ausschließlich mit der GS, sodass 8 Artikel in Gruppe 2 (GS) aufgenommen wurden. (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Eine Übersicht der Studien und ihrer Gruppenzuteilung ist in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Übersicht der in der systematischen Literaturrecherche selektierten Studien

*Legende: * Studien die GR und GS untersucht haben*

Gruppe 1: Gewichtsreduktion (GR)	Gruppe 2: Gewichtsstabilisierung (GS)
Augustijn, 2018, Boutelle et al., 2019, Dubuisson et al., 2012, Eichen et al., 2018, Garcia-Calzon et al., 2014, Halberstadt et al., 2017, Kloppenborg et al., 2018, Mölbert et al., 2016, Moleres et al., 2014, Moleres et al., 2012, Murer et al., 2011, Pauli-Pott et al., 2010, Pott et al., 2009, Pott et al., 2010, Rendo-Urteaga et al., 2015, Röbl et al., 2013, Roth et al., 2013, Santoro et al., 2007, Sauer et al., 2017, van Egmond-Froehlich et al., 2012, Vander Wal et al., 2013, Wolters et al., 2013, Zamrazilova et al., 2015	Boutelle et al., 2019*, Celi et al., 2003, Eichen et al., 2018*, Garcia-Calzon et al., 2014*, Halberstadt et al., 2017*, Murer et al., 2011*, van Egmond-Froehlich et al., 2012*, Wolters et al., 2013*

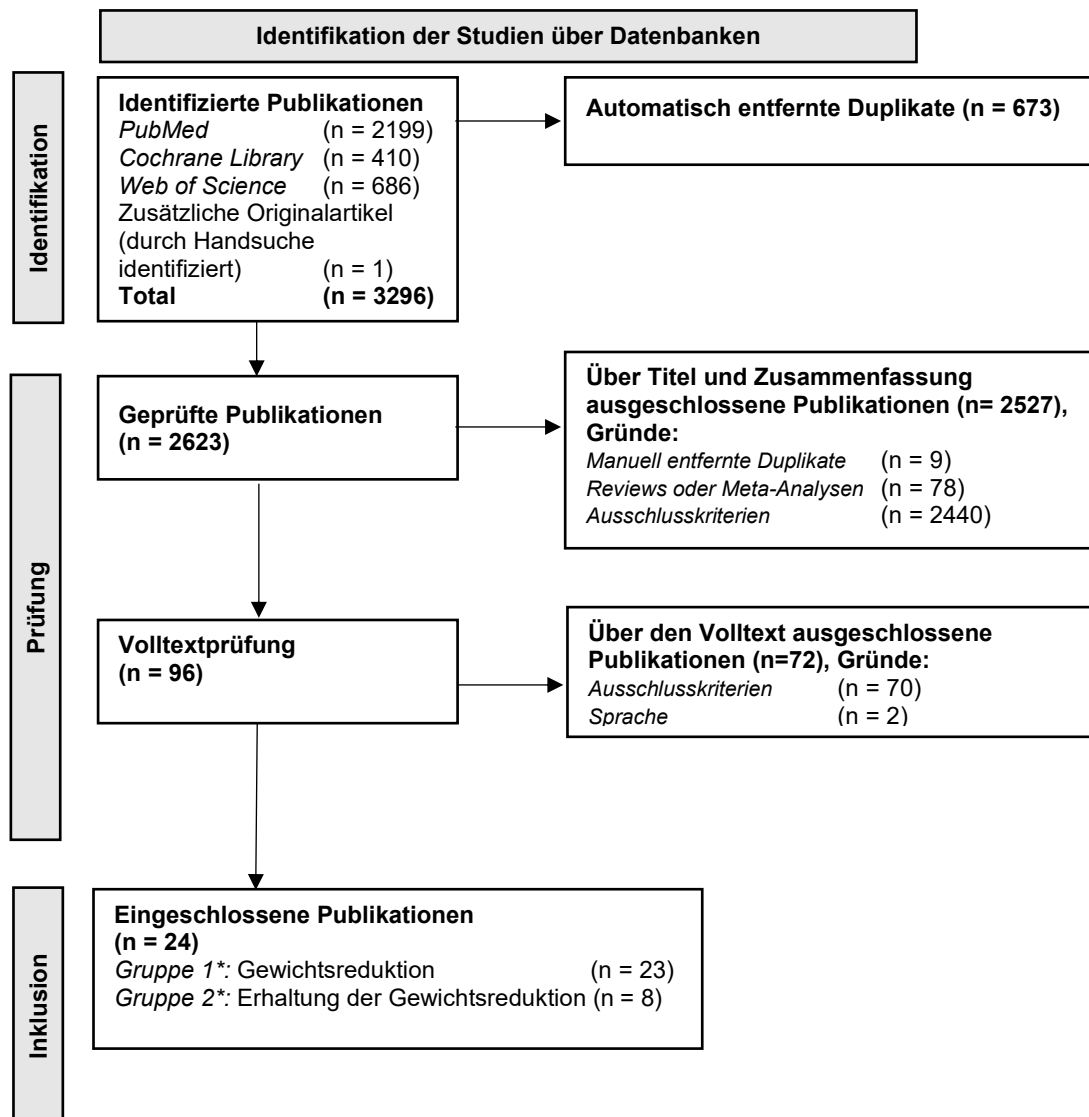


Abbildung 3: Screening-Prozess – Flussdiagramm der systematischen Literaturrecherche nach dem Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)

Legende: * 7 der insgesamt 24 Publikationen gehörten beiden Gruppen an (Weiland und Kasemann et al., 2022)

3.1.2 Zusammenfassung der Studiencharakteristika

Studiencharakteristika der Gruppe 1: Gewichtsreduktion

Tabelle 9 gibt einen Überblick über die Charakteristika der einzelnen Studien. Der häufigste Studientyp war ein Vorher-Nachher-Vergleich ohne Kontrollgruppe (n = 17). Bei sieben Artikeln handelte es sich um nicht-

randomisierte kontrollierte Studien. Die Arbeiten wurden hauptsächlich in europäischen Ländern durchgeführt: Belgien (n = 2), Dänemark (n = 1), Italien (n = 1), Deutschland (n = 9), Schweiz (n = 1), Spanien (n = 4), Niederlande (n = 1) und die Tschechische Republik (n = 1), aber auch in den Vereinigten Staaten von Amerika (n = 3). Das Durchschnittsalter lag bei 12,5 Jahren. 19 Studien umfassten beide Geschlechter, wobei 43,5 % (Median) Jungen waren. Der mittlere BMI-SDS bei Studienbeginn lag bei 2,5 und reichte von 2,0 bis 4,8 (BMI-SDS 1,645 $\pm$ 95. Perzentil; BMI $\geq$ 95. wird als Fettleibigkeit definiert). In vier Studien waren die Eltern an der Intervention beteiligt (Boutelle et al., 2019, Eichen et al., 2018, Halberstadt et al., 2017, van Egmond-Froehlich et al., 2012). (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Studiencharakteristika der Gruppe 2: Gewichtsstabilisierung

Detaillierte Informationen zu den Studienmerkmalen finden sich im Anhang 9.2 in Tabelle 15.

In diese Gruppe wurden acht Studien aufgenommen von denen mit Ausnahme einer Studie (Celi et al., 2003) alle sowohl über GR, als auch GS berichteten.

Bei dem Studiendesign handelte es sich entweder um nicht-randomisierte kontrollierte Studien (n = 1) oder um Vorher-Nachher-Vergleiche ohne Kontrollgruppe (n = 7). Die Studien wurden in den Vereinigten Staaten von Amerika (n = 2), Italien (n = 1), Spanien (n = 1), der Schweiz (n = 1) und Deutschland (n = 3) durchgeführt. Das mittlere Alter bei Studienbeginn betrug 11,7 Jahre, der mittlere BMI-SDS 2,3 (Spanne: 1,9-4,8) und der Anteil der Jungen lag bei 41,8 % (Median). Die Gruppe der Patienten, die im Follow-up verloren gingen, wurde nicht charakterisiert (inklusive der Geschlechterverteilung). Es wurde ausschließlich der Median der Stichprobengröße in drei Studien angegeben (Murer et al., 2011, van Egmond-Froehlich et al., 2012, Wolters et al., 2013). In drei der acht Studien wurden die Eltern in die Intervention mit einbezogen (Boutelle et al., 2019, Eichen et al., 2018, Halberstadt et al., 2017). (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Die Stichprobencharakteristika der Studien des Reviews sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Tabelle 9: Stichprobencharakteristika der Studien der Übersichtsarbeit

IQR = Interquartile Range, n = Gesamtzahl der Studien dieser Gruppe, r = Anzahl der Studien, die diese Werte berichten (bei den GS-Werten handelt es sich um Baseline-Werte, weshalb diese für die Follow-up Population nicht repräsentativ sind)

Stichprobengröße	Median	IQR	Minimum	Maximum
Alle Studien (n = 24)				
Stichprobengröße (r = 24)	150,0	[101,8 - 200,0]	12,0	12305,0
Geschlecht (% Jungen) (r = 23)	43,2	[38,9 - 48,2]	13,3	53,3
Alter (Jahre) (r = 20)	12,5	[11 - 14,2]	9,2	14,9
BMI-SDS (r = 24)	2,5	[2,4 - 3,1]	1,9	4,8
GR (n = 23)				
Stichprobengröße (r = 23)	150,0	[92,5 - 201,0]	12,0	12305,0
Geschlecht (% Jungen) (r = 22)	43,5	[38,5 - 48,2]	0,0	100,0
Alter (Jahre) (r = 20)	12,5	[11,0 - 14,2]	9,2	14,9
BMI-SDS (r = 23)	2,5	[2,4 - 3,2]	2,0	4,8
GS (n = 8)				
Stichprobengröße (r = 8)	172,0	[150,0 - 394,0]	74,0	12305,0
Geschlecht (% Jungen) (r = 8)	41,8	[33,1 - 47,9]	13,3	56,2
Alter (Jahre) (r = 7)	11,7	[10,5 - 14,2]	10,4	14,8
BMI-SDS (r = 8)	2,3	[2,0 - 2,6]	1,9	4,8

(Weiland und Kasemann et al., 2022)

3.1.3 Zusammenfassung der Studienergebnisse für die Gewichtsreduktion

Insgesamt untersuchten die 23 eingeschlossenen Studien 146 mal verschiedene Prädiktoren. Die Prädiktoren wurden in 16 Gruppen eingeteilt, welche wiederum in 4 Übergruppen (Domänen) zusammen gefasst werden konnten: Physiologie, Verhalten, Psychologie und Umwelt.

Tabelle 18 im Anhang 9.4 zeigt die Details der Einteilung. Die meisten Studien untersuchten die Domäne Physiologie (n = 17), wobei insgesamt 75 verschiedene physiologische Faktoren im Detail betrachtet wurden, vor allem im Bereich der Genetik (Garcia-Calzon et al., 2014, Molerres et al., 2014, Molerres et al., 2012, Rendo-Urteaga et al., 2015, Roth et al., 2013, Santoro et al., 2007) und Demographie (Dubuisson et al., 2012, Mölbert et al., 2016, Pott et al., 2009, Röbl et al., 2013, Santoro et al., 2007, van Egmond-Froehlich et al., 2012, Vander Wal et al., 2013).

Der Bereich Psychologie wurde von acht Studien betrachtet (Augustijn, 2018, Dubuisson et al., 2012, Eichen et al., 2018, Halberstadt et al., 2017, Mölbert et al., 2016, Pauli-Pott et al., 2010, Pott et al., 2010, van Egmond-Froehlich et al., 2012), untersucht wurden neben der psychischen Gesundheit auch die Bereiche Motivation, Körperbild and Impulskontrolle, wobei Impulskontrolle am besten untersucht wurde (20 Untersuchungen) (Augustijn, 2018, Eichen et al., 2018, Halberstadt et al., 2017, Pauli-Pott et al., 2010, van Egmond-Froehlich et al., 2012).

Nur einige Studien beschäftigten sich mit Verhalten ($n = 3$) (Augustijn, 2018, Boutelle et al., 2019, Dubuisson et al., 2012) und Umwelt ($n = 5$) (Dubuisson et al., 2012, Eichen et al., 2018, Halberstadt et al., 2017, Pauli-Pott et al., 2010, van Egmond-Froehlich et al., 2012).

Abbildung 4, Abbildung 5 und Tabelle 18 im Anhang 9.4 geben einen Überblick über die durch die eingeschlossenen Studien untersuchten Prädiktoren.

Insgesamt wurden in jeder Domäne positive und negative Prädiktoren für die GR gefunden. (Weiland und Kasemann et al., 2022)

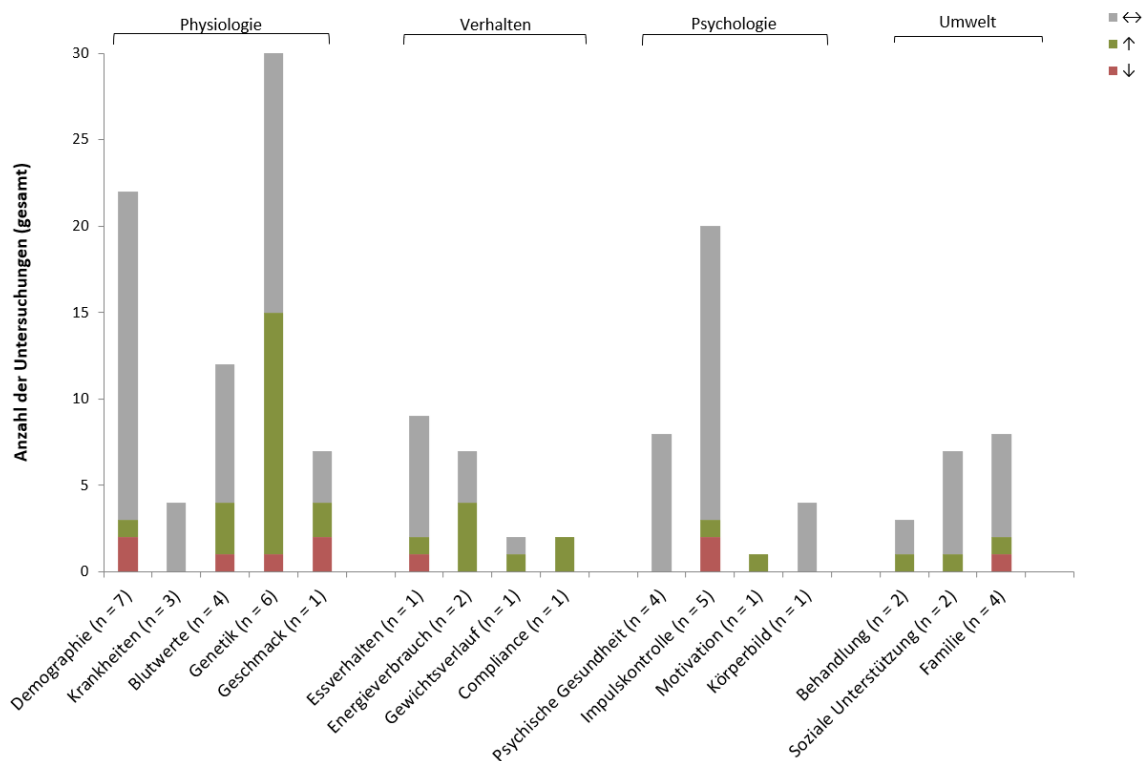


Abbildung 4: Prädiktoren für die Gewichtsreduktion

Anzahl der positiven (↑), negativen (↓) oder nicht prädiktiven (↔) Untersuchungen für die Gewichtsreduktion (Anzahl: 158) pro Prädiktortyp; n = Anzahl der an der Untersuchung der Prädiktoren beteiligten Studien pro Domäne (n gesamt = 23) (Weiland und Kasemann et al., 2022)

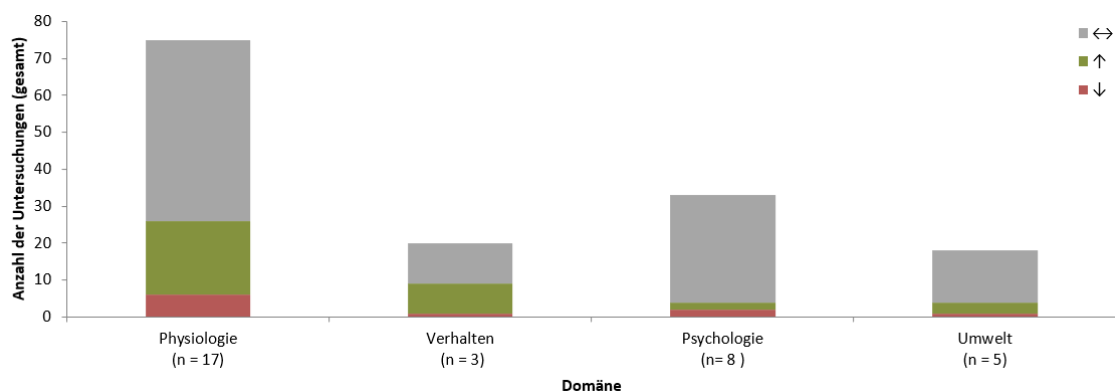


Abbildung 5: Prädiktoren für die Gewichtsreduktion nach Domänen

Anzahl der positiven (↑), negativen (↓) oder nicht prädiktiven (↔) Untersuchungen für Gewichtsreduktion (n = 158) pro Domäne; n = Anzahl der an der Untersuchung der Prädiktoren beteiligten Studien pro Domäne (n gesamt = 23) (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Physiologie – Gewichtsreduktion

Die Domäne Physiologie umfasste die Gruppen Demographie, Erkrankungen, Blutwerte, Genetik und Nahrungswahrnehmung (Geschmack). Insgesamt waren 65 % (n = 49) der Untersuchungen nicht prädiktiv, 27 % (n = 20) positiv prädiktiv und 8 % (n = 6) negativ prädiktiv. Eine Übersicht über alle Prädiktoren findet sich in Tabelle 18 im Anhang 9.4, die Übersicht über die Studien mit den jeweils von ihnen berichteten Prädiktoren und die verwendete Statistik in Tabelle 15 im Anhang 9.2.

Hinsichtlich der demografischen Merkmale waren die Daten konsistent: Weder das Geschlecht, das Alter (Dubuisson et al., 2012, Pott et al., 2009, Röbl et al., 2013, Santoro et al., 2007, Vander Wal et al., 2013) noch die Körpergröße oder der anfängliche BMI-SDS (Dubuisson et al., 2012, Röbl et al., 2013) waren prädiktiv für die GR (Dubuisson et al., 2012, Mölbert et al., 2016, Vander Wal et al., 2013). Außerdem war das Geburtsgewicht ein nicht prädiktiver Faktor (einmal untersucht). Allerdings führte eine verzögerte Pubertät zu einem schlechteren Ansprechen auf die GR-Intervention (Dubuisson et al., 2012).

Unklare Ergebnisse wurden hinsichtlich des sozioökonomischen Status gefunden (Röbl et al., 2013, van Egmond-Froehlich et al., 2012).

Krankheiten wie Schwangerschaftsdiabetes, Asthma und Adenovirus 36 sagten die GR nicht voraus (Dubuisson et al., 2012, Vander Wal et al., 2013, Zamrazilova et al., 2015).

Die meisten Blutparameter waren nicht prädiktiv. Lediglich der Leptingrundspiegel sagte die GR negativ voraus (Murer et al., 2011), während die TSH-Konzentration (TSH: thyreoidea-stimulierendes Hormon) und die fT3-Konzentration (fT3: freies Trijodthyronin) (Wolters et al., 2013) die GR positiv vorhersagten (Wolters et al., 2013). Höhere C-Peptid-Werte bei Mädchen führten zu einer höheren GR (Kloppenborg et al., 2018).

In vielen Untersuchungen wurden genetische Faktoren analysiert. Die meisten untersuchten Gene waren nicht prädiktiv. Einige wenige spezifische Gene waren positiv prädiktiv (TMEM18, LEPR, APOA1, CETP, TFPI, LTBP1, MMRN1 und PKHD1L1) (Moleres et al., 2014, Moleres et al., 2012, Rendo-Urteaga et

al., 2015), eines negativ prädiktiv (MC3R) (Santoro et al., 2007) und für FTO war die Vorhersage nicht konsistent (einmal positiv prädiktiv (Moleres et al., 2012), einmal nicht prädiktiv (Moleres et al., 2014)). Bei Jungen war die Telomerlänge zu Studienbeginn ebenfalls ein positiver Prädiktor (Garcia-Calzon et al., 2014).

In einer Studie (Sauer et al., 2017) wurde festgestellt, dass die Fähigkeit Süßes zu schmecken eine positive Vorhersagekraft für die GR hat (eine hohe Empfindlichkeit für Süßes führte zu einer schlechteren GR), während das Gegenteil für den Bittergeschmack gezeigt wurde (eine hohe Empfindlichkeit für Bitteres führte zu einem besseren Ergebnis).

(Weiland und Kasemann et al., 2022)

Verhalten – Gewichtsreduktion

Die Domäne Verhalten umfasste die Gruppen Essverhalten, Energieverbrauch, Gewichtsverlauf und Compliance. 75 % (n = 24) aller

Verhaltensuntersuchungen waren nicht prädiktiv, 22 % (n = 7) positiv prädiktiv und 3 % (n = 1) negativ prädiktiv. In Bezug auf das Essverhalten war nur der tägliche Wasserkonsum positiv und der Konsum von Soda negativ prädiktiv für die GR (Dubuisson et al., 2012). Zwei Studien untersuchten Faktoren des Energieverbrauchs als potenzielle Prädiktoren. Die Fertigkeiten im Umgang mit dem Ball und das bereits vorhandene körperliche Aktivitätsniveau sagten eine erfolgreiche GR voraus (Augustijn, 2018, Dubuisson et al., 2012). Manuelle Fertigkeiten und Gleichgewichtsfähigkeit (Augustijn, 2018) sowie das allgemeine Essverhalten waren nicht prädiktiv (Boutelle et al., 2019, Dubuisson et al., 2012, van Egmond-Froehlich et al., 2012). Die Ergebnisse zum Verlauf des Körpergewichts waren nicht schlüssig, wobei die jüngste Gewichtsveränderung als positiv prädiktiv und die jüngste Gewichtszunahme als nicht prädiktiv eingestuft wurde (Dubuisson et al., 2012). Compliance und Therapieadhärenz wurden wiederholt als positiver Prädiktor für die GR bestätigt (Dubuisson et al., 2012). (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Psychologie – Gewichtsreduktion

Psychologie wurde in vier Untergruppen unterteilt: psychische Gesundheit,

Impulskontrolle, Motivation und Körperbild. 91 % (n = 30) aller psychologischen Untersuchungen waren nicht prädiktiv, 3 % (n = 1) positiv prädiktiv und 6 % (n = 2) negativ prädiktiv. Die psychische Gesundheit war eindeutig nicht prädiktiv (Dubuisson et al., 2012, Mölbert et al., 2016, Pott et al., 2010, van Egmond-Froehlich et al., 2012), ebenso wie die Motivation (Dubuisson et al., 2012) und das Körperbild (Mölbert et al., 2016).

Die Untersuchungen zur Impulskontrolle zeigten ambivalente Ergebnisse. Viele Studien ermittelten verschiedene Faktoren als nicht prädiktiv für die GR, genauer gesagt die wiederholte Ziffernspanne (Arbeitsgedächtnisfähigkeit) (Eichen et al., 2018), Selbstregulation (Eichen et al., 2018, Halberstadt et al., 2017), die Aktualisierung und Verarbeitung des Arbeitsgedächtnisinhalts, die inhibitorische Kontrolle (Augustijn, 2018) und Planen und Entscheiden (Augustijn, 2018, Eichen et al., 2018). Im Gegensatz dazu berichteten Pauli-Pott et al. (2010), dass hohe Impulsivität einen negativen Einfluss auf die GR hat. Die Ergebnisse zu Aufmerksamkeitswechsel (Augustijn, 2018) und Unaufmerksamkeit (Pauli-Pott et al., 2010, van Egmond-Froehlich et al., 2012) waren uneindeutig. (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Umwelt – Gewichtsreduktion

Die Domäne Umwelt setzte sich aus den Gruppen Behandlung, soziale Unterstützung und Familie zusammen. 77,8 % (n = 14) aller Untersuchungen der Umwelt waren nicht prädiktiv, 16,7 % (n = 3) positiv prädiktiv und 5,6 % (n = 1) negativ prädiktiv.

Die Ergebnisse zu Modalitäten der Behandlung waren gemischt (Dubuisson et al., 2012, Röbl et al., 2013). Innerhalb der sozialen Unterstützung wurde nur die familiäre Unterstützung bei dem Projekt als positiv prädiktiv für die GR erkannt, alle anderen untersuchten Faktoren blieben nicht prädiktiv (Dubuisson et al., 2012, Pott et al., 2009). Auch die familiären Umstände waren meist nicht prädiktiv (exekutive Funktionen der Eltern, Depression und Gewicht) (Dubuisson et al., 2012, Eichen et al., 2018, Pott et al., 2009, van Egmond-Froehlich et al., 2012). Jedoch sagte das Vorhandensein adipöser Geschwister

einen geringeren GR voraus (Pott et al., 2009) und Einzelkinder hatten eine höhere GR (Dubuisson et al., 2012). (Weiland und Kasemann et al., 2022)

3.1.4 Zusammenfassung der Studienergebnisse für die Gewichtsstabilisierung

Insgesamt untersuchten die acht eingeschlossenen Studien 42 mal verschiedene Prädiktoren für die GS. Die Prädiktoren wurden in 10 Gruppen eingeteilt, welche wiederum den vier Domänen zugeordnet wurden: Physiologie, Verhalten, Psychologie und Umwelt. Die Details der Einteilung finden sich in Tabelle 19 im Anhang 9.5.

Die Hälfte der Studien führten Untersuchungen zu dem Thema Physiologie durch. Vier der eingeschlossenen Studien führten hierzu zusammen insgesamt 26 Untersuchungen durch, insbesondere zu den Kategorien Blutwerte (Celi et al., 2003, Murer et al., 2011, Wolters et al., 2013) und Demographie (Celi et al., 2003).

Am zweithäufigsten wurden psychologische Parameter von insgesamt drei Studien untersucht (Eichen et al., 2018, Halberstadt et al., 2017, van Egmond-Froehlich et al., 2012) mit 8 Analysen zur Kategorie Impulskontrolle (Eichen et al., 2018, Halberstadt et al., 2017, van Egmond-Froehlich et al., 2012) und 3 zur Kategorie psychische Gesundheit (van Egmond-Froehlich et al., 2012).

(Weiland und Kasemann et al., 2022)

Einige wenige Analysen wurden in den Bereichen Verhalten (n = 2) (Boutelle et al., 2019, Celi et al., 2003) und Umwelt (n = 3) (Celi et al., 2003, Eichen et al., 2018, van Egmond-Froehlich et al., 2012) vorgenommen, wobei sechs Mal Prädiktoren zu familiären Gegebenheiten untersucht wurden. Die Abbildungen 6 und 7 geben einen detaillierten Überblick zu den Untersuchungen.

(Weiland und Kasemann et al., 2022)

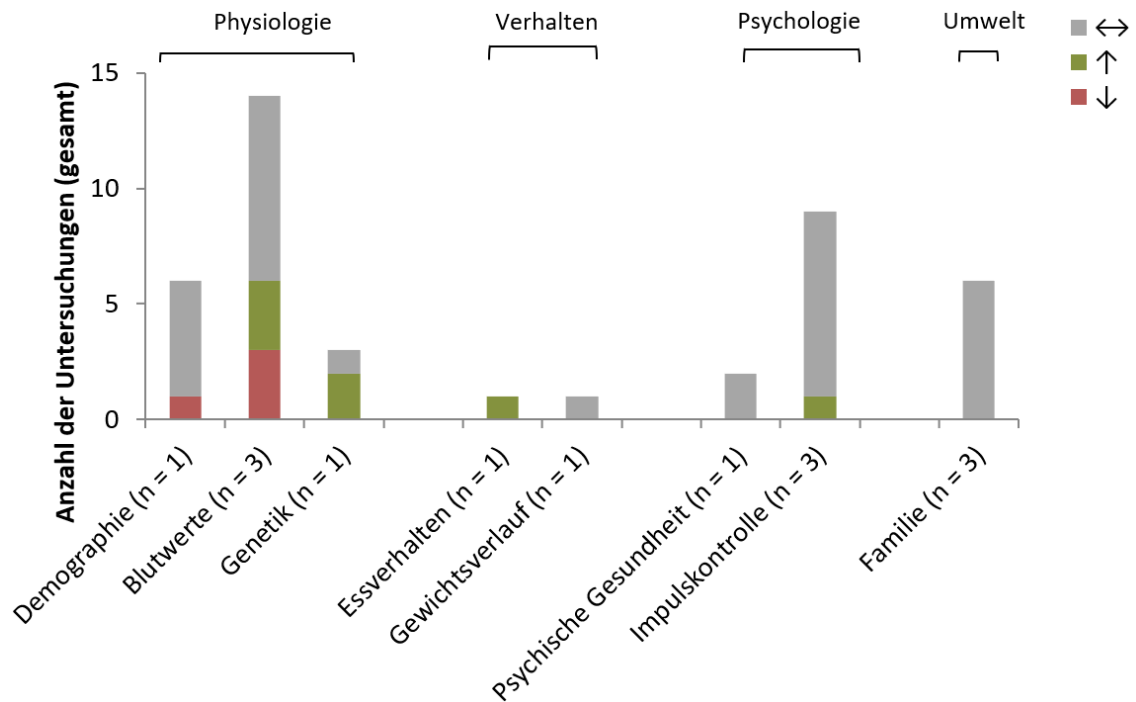


Abbildung 6: Prädiktoren für die Erhaltung der Gewichtsstabilisierung

Anzahl der positiven (↑), negativen (↓) oder nicht prädiktiven (↔) Untersuchungen für die Erhaltung der Gewichtsreduktion (Anzahl: 42) pro Prädiktortyp; n: Anzahl der an der Untersuchung der Prädiktoren beteiligten Studien pro Domäne (n gesamt = 8) (Weiland und Kasemann et al., 2022)

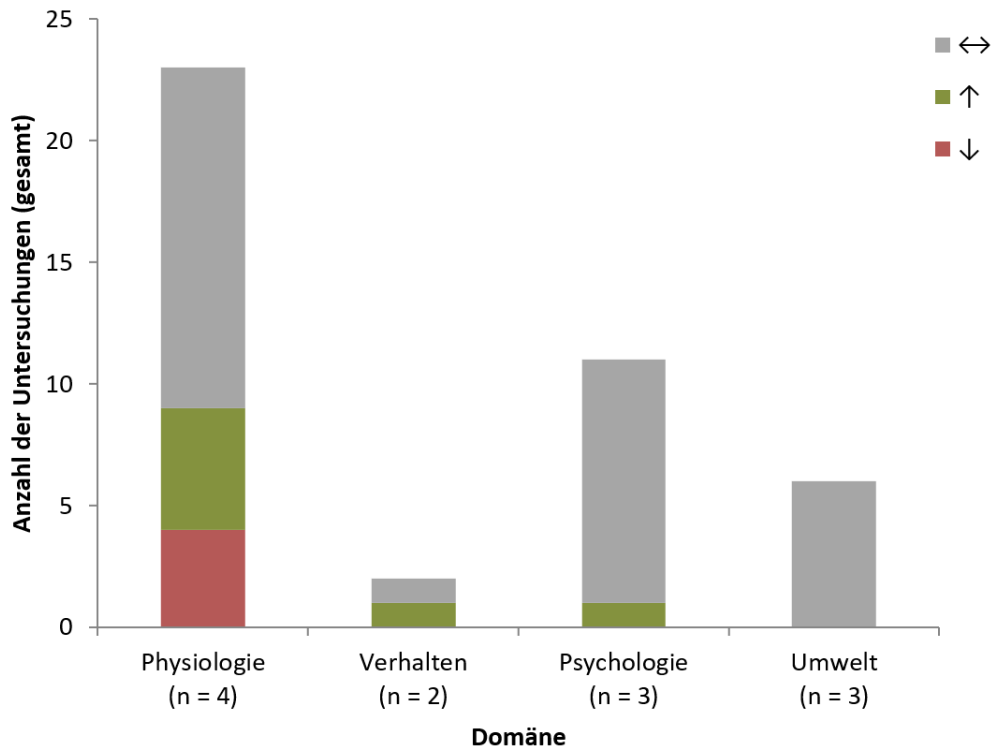


Abbildung 7: Prädiktoren für die Erhaltung der Gewichtsstabilisierung nach Domänen

Anzahl der positiven (↑), negativen (↓) oder nicht prädiktiven (↔) Untersuchungen für die Erhaltung der Gewichtsreduktion ($n = 42$) pro Domäne; n : Anzahl der an der Untersuchung der Prädiktoren beteiligten Studien pro Domäne (n gesamt = 8) (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Physiologie – Gewichtsstabilisierung

Zum Thema Physiologie wurden die Bereiche Demographie und Blutwerte untersucht, wobei die GS zu verschiedenen Zeitpunkten bewertet wurde. Ein detaillierter Überblick der Prädiktoren findet sich in Tabelle 19 im Anhang 9.5. Insgesamt waren 65 % ($n = 17$) der Untersuchungen nicht prädiktiv, 19 % ($n = 5$) positiv prädiktiv und 15 % ($n = 4$) negativ prädiktiv. Bis auf eine verzögerte Pubertät als negativer Prädiktor für die GS, waren demographische Parameter nicht prädiktiv (Celi et al., 2003). Unterschiedliche Ergebnisse zeigten sich bei Blutwerten. Weder die zu Beginn der Intervention gemessenen Werte des Insulinspiegel (Celi et al., 2003), der Blutfettwerte (Vander Wal et al., 2013) oder des Blutdrucks (Celi et al., 2003), noch eine Verringerung des fT_4 während der Intervention (Wolters et al., 2013) waren Prädiktoren für die GS. Um eine Schlussfolgerung bezüglich des Leptinspiegels ziehen zu können, war die

Evidenzlage nicht ausreichend (Celi et al., 2003, Murer et al., 2011) und die Telomerlänge zu Therapiebeginn war nur für Jungen ein positiver Prädiktor für die GS (Garcia-Calzon et al., 2014). (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Verhalten – Gewichtsstabilisierung

Zwei Studien untersuchten Faktoren zum Thema Verhalten, wobei eine Studie über einen nicht prädiktiven und eine über einen positiven Prädiktor berichtete (Boutelle et al., 2019, Celi et al., 2003).

Das Verhalten wurde in Essverhalten und Gewichtsverlauf eingeteilt.

In einer Studie wurde festgestellt, dass die GS von einer Verlaufsgruppe eines bestimmten Phänotyps voraus gesagt wurde:

Die Gruppe deren Essverhalten vor allem durch ihr Sättigungsempfinden bestimmt war, konnte ihr Gewicht besser halten, als die Gruppe mit ausgeprägtem emotionsgeleitetem Essverhalten oder die Gruppe deren Essverhalten durch die Nahrung selbst bestimmt wurde (Boutelle et al., 2019). Gewichtsveränderungen während der Intervention hatten keinen prädiktiven Einfluss (Celi et al., 2003). (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Psychologie – Gewichtsstabilisierung

91 % (n = 11) aller Untersuchungen zur Domäne Psychologie waren nicht prädiktiv, 9 % (n = 1) positiv prädiktiv und keine negativ prädiktiv. Die Domäne beinhaltete für die GS die Kategorien psychische Gesundheit und Impulskontrolle, wobei kein Prädiktor, der der psychischen Gesundheit zugeordnet wurde, prädiktiv für die GS war (van Egmond-Froehlich et al., 2012). Auch die meisten der untersuchten Variablen zur Impulskontrolle sagten GS nicht voraus (Eichen et al., 2018, Halberstadt et al., 2017, van Egmond-Froehlich et al., 2012). Allerdings sagten Planen und Entscheiden, gemessen mit dem Wisconsin Card Sorting Test, die langfristige GS positiv voraus, jedoch nicht mittelfristig (Eichen et al., 2018). (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Umwelt – Gewichtsstabilisierung

100 % (n = 6) aller Untersuchungen des Umfelds der Probanden waren nicht prädiktiv. Die Domäne enthielt nur Familiencharakteristika, von denen keines

die GS signifikant voraus sagte (Celi et al., 2003, Eichen et al., 2018, van Egmond-Froehlich et al., 2012). (Weiland und Kasemann et al., 2022)

3.1.5 Risk of Bias

Die Zusammenfassung des Verzerrungsrisikos der Studien ist in Tabelle 10 dargestellt. Alle Studien bis auf eine erhielten keinen Punkt für das Kriterium Repräsentativität der exponierten Kohorte, da sie keine Angaben machten oder das Kriterium nicht erfüllten (21 Studien) und die Teilnahmequote unter 80 % lag (zwei Studien). Die Drop-out-Rate und die Validität und Zuverlässigkeit der Messungen der Prädiktoren war mäßig gut. Es erfüllten 50,00 % bzw. 66,17 % der Studien das jeweilige Kriterium.

Bei der Validität und Zuverlässigkeit der Gewichtsmessung, der angemessenen Stichprobengröße und den geeigneten statistischen Modellen schnitten die Studien mit 87,50 %, 87,50 % und 83,33 % sehr gut ab. Anhang 9.2 beinhaltet die Qualitätsbewertung für jede Studie und Anhang 9.3 zeigt für jede Studie die Aufschlüsselung nach den Bewertungskriterien.

(Weiland und Kasemann et al., 2022)

Tabelle 10: Risk of Bias

Kriterien	Studien, die das Kriterium erfüllten [%]
Repräsentativität der exponierten Kohorte	4.17
Drop-out Rate	50.00
Validität und Reliabilität der Messungen von Determinanten	66.17
Validität und Reliabilität der Körpergewichtsmessung	87.50
Geeignete Stichprobengröße	87.50
Geeignete statistische Modelle	83.33
Durchschnittliche Menge der erfüllten Kriterien	63,11

(Weiland und Kasemann et al., 2022)

3.1.6 Update des Reviews

Seit der Literaturrecherche waren mehr als vier Jahre vergangen, weshalb am 25.01.2025 eine Aktualisierung der Datenlage durch einer erneute Literatursuche mit dem identischen Suchterm in PubMed, Web of Science und Cochrane durchgeführt wurde. Nach der Sortierung nach Titel und Zusammenfassung und dem Volltext konnte eine Studie identifiziert werden, die die PICO-Kriterien erfüllte und das bestehende Review ergänzte. Das Ergebnis der Hypothesenprüfung blieb dadurch allerdings unverändert. Die Studie von Vermeiren et al. 2022 berichtete von dem initialen BMI und metabolischen Risikofaktoren als negative Prädiktoren für die GR, von dem initialen systolischen Blutdruck als positiven Prädiktor für die Vorhersage der Veränderung des BMI-SDS über den gesamten Messzeitraum (zwischen Interventionsbeginn und Follow-up Messung), dem initialen Alter als positiv prädiktiv für die postinterventionelle Gewichtszunahme, Leptin als negativ prädiktiv für die Vorhersage der Veränderung des BMI-SDS über den gesamten Messzeitraum (zwischen Interventionsbeginn und Follow-up Messung) und der postinterventionellen Gewichtszunahme und Adiponectin als negativen Prädiktor für die postinterventionelle Gewichtszunahme (Vermeiren et al., 2022). Details der Studie finden sich in Anhang 9.2.1 in Tabelle 16.

3.2 DROMLIN-Studie

3.2.1 Studienpopulation

3.2.1.1 Teilnehmerausschluss

Insgesamt wurden 17 Teilnehmer ausgeschlossen. Hiervon konnte bei sechs Teilnehmern keine Werte zu T2 erhoben werden. Gründe hierfür waren u.a. Suizidalität, fehlende Führbarkeit und zeitliche Engpässe. Des Weiteren wurden zwei Probanden auf Grund fehlender Messwerte von mindestens sechs Tests (Fehlende Werte von sechs bzw. acht Tests) und ein Teilnehmer infolge von Gewichtszunahme während der Intervention ausgeschlossen. Zusätzlich konnten auf Grund fehlender Follow-up Daten weitere acht Teilnehmer in der Analyse nicht berücksichtigt werden. (Weiland et al., 2025)

3.2.1.2 Stichprobencharakteristika

Eine Übersicht der Stichprobencharakteristika finden sich für jede Analyse und jeweils jeden Zeitpunkt in Tabelle 11.

Tabelle 11: Stichprobencharakteristika der Probanden der DROMLIN-Studie zu den Messzeitpunkten T1-T5 (Aufnahmetag bis 24 Monate postinterventionell)

Abkürzungen: T1: Interventionsbeginn, T2: Interventionsende, T3-T5: Follow-up Messung nach 6, 12 und 24 Monaten, n: Stichprobengröße, m: männlich, w: weiblich, IQR: Interquartilsabstand, Min: Minimum, Max: Maximum, cm: Zentimeter, BMI-SDS: Body Mass Index-Standard Deviation Score

Zeitpunkt	Median	IQR	Min	Max
T1 n = 43 (m:w = 19:24)				
Alter (Jahre)	13,43	12,16 - 14,34	9,42	17,46
Gewicht (kg)	83,00	72,00 - 93,00	51,00	124,00
Größe (cm)	162,00	156,00 - 170,00	140,00	185,00
BMI-SDS	2,54	2,10 - 2,89	0,99	3,65
T2 n = 43 (m:w = 19:24)				
Alter (Jahre)	13,52	12,24 - 14,43	9,52	17,55
Gewicht (kg)	78,00	67,50 - 88,50	49,00	116,00
BMI-SDS	2,33	1,85 - 2,72	0,51	3,54
T3 n = 36 (m:w = 17:20)				
Alter (Jahre)	14,03	12,87 - 14,79	10,20	18,08
Gewicht (kg)	77,85	66,38 - 90,00	50,00	116,50
Größe (cm)	163,50	158,75 - 171,25	143,00	185,00
BMI-SDS	2,12	1,53 - 2,60	0,61	4,05
T4 n = 37 (m:w = 16:21)				
Alter (Jahre)	14,53	13,43 - 15,57	10,58	18,55
Gewicht (kg)	85,00	74,50 - 92,50	45,00	133,00
Größe (cm)	167,00	160,50 - 175,00	150,00	185,00
BMI-SDS	2,24	1,79 - 1,79	-0,01	4,15
T5 n = 28 (m:w = 11:17)				
Alter (Jahre)	16,12	15,50 - 16,93	12,28	19,66
Gewicht (kg)	89,50	80,00 - 99,25	61,00	130,00
Größe (cm)	172,00	164,50 - 180,00	151,00	185,00
BMI-SDS	2,22	1,64 - 2,77	0,67	4,31

3.2.2 Intervention

Die 43 Probanden nahmen an der stationären Intervention zur Adipositasbehandlung im Schnitt rund 40 Tage teil und konnten dabei ihren BMI-SDS signifikant um durchschnittlich ca. 0,22 reduzieren (Aufenthaltsdauer: $40 \pm 7,13$ Tage; Anderson-Darling (BMI-SDS): $A^2 = 0,47$, $p = 0,24$; Reduktion des BMI-SDS: $0,22 \pm 0,12$).

3.2.3 Explorative Prädiktoranalyse

Es fanden sich sowohl unter den präinterventionell erhobenen Parametern als auch unter den prä-postinterventionellen Veränderungen der Parameter Prädiktoren für die GS. Eine Übersicht der Prädiktoren und ihrem Einfluss bietet Abbildung 8.

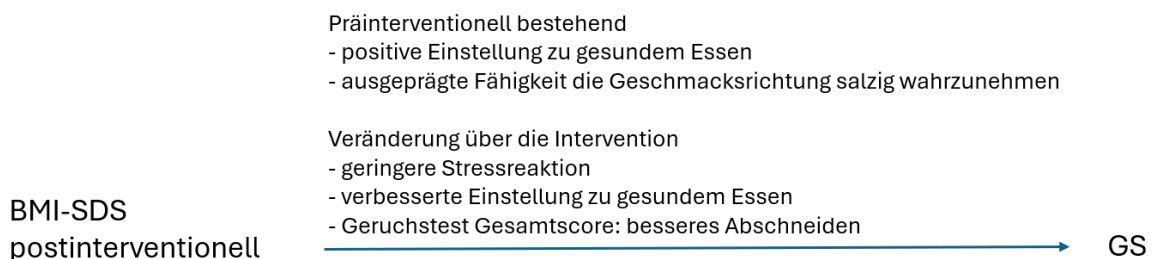


Abbildung 8: Übersicht der Prädiktoren für die postinterventionelle Gewichtsstabilisierung über 24 Monate (DROMLIN-Studie)

Abkürzungen: BMI-SDS: Body Mass Index-Standard Deviation Score, GS: Gewichtsstabilisierung

3.2.3.1 Präinterventionell erhobene Parameter als Prädiktoren für die GS

Mit dem HLM konnten über die schrittweise Variablenselektion zwei zu Beginn der Intervention gemessene Parameter identifiziert werden, die die Entwicklung des BMI-SDS über 24 Monate nach der Intervention vorher sagten.

Parameter 1:

Einstellung zu gesunder Ernährung

Eine positive Einstellung zu gesunder Ernährung zu Beginn der Intervention sagte einen sinkenden BMI-SDS über 24 Monate nach der Intervention vorher.

Parameter 2:

Ausprägung der Fähigkeit zur Identifikation des Geschmacks salzig

(Variablenname: Geschmack Identifikation salzig)

Eine zu Beginn der Intervention bestehende ausgeprägten Fähigkeit die Geschmacksrichtung salzig wahrzunehmen sagte einen sinkenden BMI-SDS über 24 Monate nach der Intervention vorher.

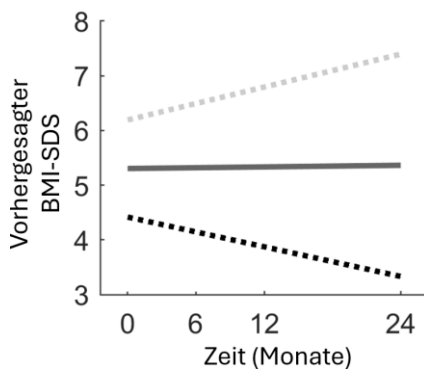
Details zu den statistischen Werten finden sich in Tabelle 12. Abbildung 9 visualisiert den Gewichtsverlauf nach der Intervention in Abhängigkeit von der jeweiligen Prädiktorvariable.

Tabelle 12: Präinterventionell erhobene Parameter als Prädiktoren für die Gewichtsstabilisierung - Statistische Ergebnisse des hierarchisch linearen Modells

Abkürzungen: SE: Standardfehler, Intercept: y-Achsenabschnitt, Zeit durch ":" verbunden mit der unabhängigen Variabel (Interaktionsterm)

	Koeffizient	SE	95% Konfidenzintervall	F-Wert	p-Wert
Intercept	5,355	0,442	4,480 - 6,230	146,484	<0,001
Zeit	0,006	0,013	-0,019 - 0,031	0,226	0,636
Einstellung zu gesundem Essen	-0,060	0,019	-0,098 - -0,021	9,447	0,004
Geschmack Identifikation salzig	-0,560	0,489	-1,527 - 0,407	1,313	0,259
Zeit:Einstellung zu gesundem Essen	-0,002	<0,001	-0,003 - -0,001	14,032	<0,001
Zeit:Geschmack Identifikation salzig	-0,032	0,014	-0,061 - -0,004	5,183	0,025

A Einstellung zu gesunder Ernährung



B Identifikationsfähigkeit salzig

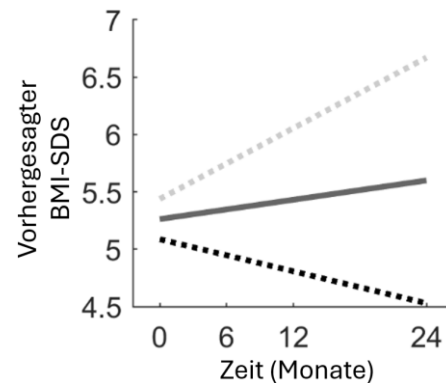


Abbildung 9: Darstellung der Prädiktion der Gewichtsentwicklung über 24 Monate (Zeitpunkte: 0, 6, 12 und 24 Monate) nach einer Intervention zur Gewichtsreduktion in Abhängigkeit von den präinterventionell erhobenen Prädiktoren für die Erhaltung der Gewichtsreduktion

Die Gewichtsentwicklung ist für den Mittelwert und ± 1 Standardabweichung des jeweiligen Prädiktors dargestellt (durchgezogene Linie: Mittelwert, dunkel gestrichelte Linie: plus eine Standardabweichung, helle gestrichelte Linie: minus eine Standardabweichung). Prädiktoren: **A:** Einstellung zu gesunder Ernährung zu Beginn der Intervention ($p < .001$), **B:** Ausprägung der Identifikationsfähigkeit von salzig zu Beginn der Intervention ($p = .007$) (Weiland et al., 2025)

Die unter 3.2.3.1 dargestellten Ergebnisse finden sich zu Teilen in Weiland et al. (2025).

3.2.3.2 Veränderungen der Parameter über die Intervention als Prädiktoren für die Gewichtsstabilisierung

Mit dem HML konnten über die schrittweise Variablenselektion drei Parameter identifiziert werden, deren Veränderung von prä- zu postinterventionell prädiktiv für die Entwicklung des BMI-SDS über 24 Monate nach der Intervention war.

Parameter 1:

Stressreaktion

(Variablenname: HRV Stress RMSSD proz)

Ein Rückgang der Reaktion auf Stress im Verlauf der Intervention sagte einen sinkenden BMI-SDS über 24 Monate nach der Intervention vorher. Als Parameter für die Messung der Stressreaktion galt die Veränderung der RMSSD durch Stress. Die RMSSD ist ein Maß für die parasympathische

Aktivität. Bei einer geringeren Reaktion auf Stress sank die RMSSD, also die parasympathische Aktivität durch Stress weniger ab.

Parameter 2:

Einstellung zu gesunder Ernährung

Eine Verbesserung der Einstellung zu gesundem Essen im Verlauf der Intervention sagte einen sinkenden BMI-SDS über 24 Monate nach der Intervention vorher.

Parameter 3:

Gesamtscore des Geruchswahrnehmungstests

(Variablenname: Geruch Gesamtscore)

Besseres Abschneiden im Geruchswahrnehmungstest am Ende der Intervention sagte einen sinkenden BMI-SDS über 24 Monate nach der Intervention vorher.

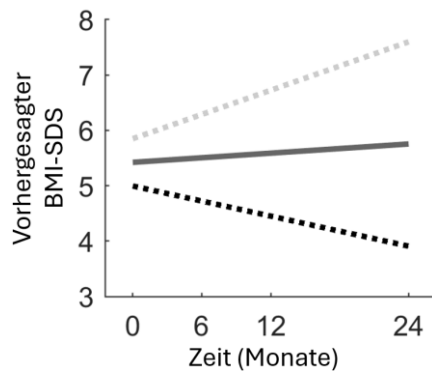
Details zu den statistischen Werte finden sich in Tabelle 12. Abbildung 10 visualisiert den Gewichtsverlauf nach der Intervention in Abhängigkeit von der jeweiligen Prädiktorvariable.

Tabelle 13: Prä-postinterventionell erhobene Parameter als Prädiktoren für die Gewichtsstabilisierung - Statistische Ergebnisse des hierarchisch linearen Models

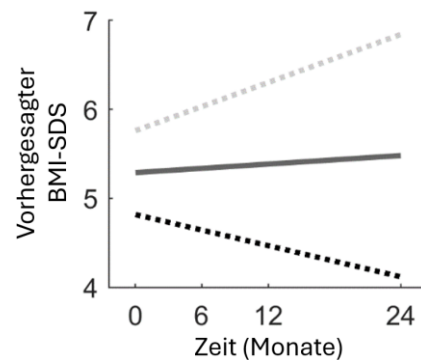
Abkürzungen: SE: Standardfehler, Intercept: y-Achsenabschnitt, Zeit durch ":" verbunden mit der unabhängigen Variable (Interaktionsterm)

	Koeffizient	SE	95% Konfidenzintervall		F-Wert	p-Wert
Intercept	5,725	0,493	4,748	- 6,703	134,643	<0,001
Zeit	0,012	0,013	-0,013	- 0,037	0,891	0,348
HRV Stress RMSSD Proz	-0,028	0,013	-0,053	- 4,570	32,925	0,040
Einstellung zu gesundem Essen	-0,030	0,024	-0,077	- 1,636	32,116	0,210
Geruch Gesamtscore	-0,109	0,123	-0,352	- 0,793	32,614	0,380
Zeit:HRV Stress RMSSD Proz	-0,001	<0,001	-0,002	- <-0,001	9,812	0,002
Zeit:Einstellung zu gesundem Essen	-0,001	0,001	-0,002	- <0,001	3,021	0,086
Zeit:Geruch Gesamtscore	-0,011	0,003	-0,018	- -0,004	10,934	0,001

A Veränderung der Stressreaktion



B Veränderung der Einstellung zu gesunder Ernährung



C Veränderung des Gesamtabschneidens im Geruchstest

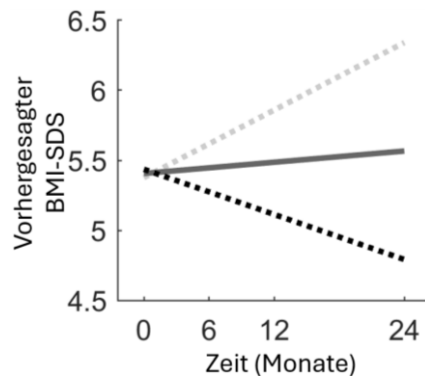


Abbildung 10: Darstellung der Prädiktion der Gewichtsentwicklung über 24 Monate (Zeitpunkten: 0, 6, 12 und 24 Monate) nach einer Intervention zur Gewichtsreduktion in Abhängigkeit von Prädiktoren (prä- zu postinterventionelle Veränderung einer Variable als Prädiktor) für die Erhaltung der Gewichtsreduktion

Die Gewichtsentwicklung ist für den Mittelwert und ± 1 Standardabweichung des jeweiligen Prädiktors dargestellt (durchgezogene Linie: Mittelwert, dunkel gestrichelte Linie: plus eine Standardabweichung, helle gestrichelte Linie: minus eine Standardabweichung).

Prädiktoren: **A:** Veränderung der RMSSD-Veränderung durch eine Stresssituation im Vergleich zum RMSSD-Wert in Ruhe über die Intervention ($p < .001$), **B:** Veränderung der Einstellung zu gesundem Essen über die Intervention ($p = .003$), **C:** Veränderung des Gesamtabschneidens im Geruchstests über die Intervention ($p = .003$) (Weiland et al., 2025)

Die unter 3.2.3.2 dargestellten Ergebnisse finden sich zu Teilen in Weiland et al. (2025).

3.2.3.3 Stabilität der Ergebnisse nach Ausreißerentfernung

Durch die Labeling Outlier Rule wurde ein Wert als Ausreißer für T1 und drei Werte als Ausreißer für dT2T1 definiert. Die Berechnung ohne diese Werte detektierte für T1 die Variable Einstellung zu gesundem Essen in Interaktion mit der Zeit und für dT2T1 die Variable HRV Stress RMSSD Proz, Einstellung zu gesundem Essen und Geruch Gesamtscore jeweils in Interaktion mit der Zeit im obig dargestellten Modell (2) als Prädiktoren für den BMI-SDS Verlauf über 24 Monate nach der Intervention. Dabei standen alle Variablen in einem negativen linearen Zusammenhang mit der BMI-SDS Entwicklung nach der Intervention (Details s. Tabelle 14).

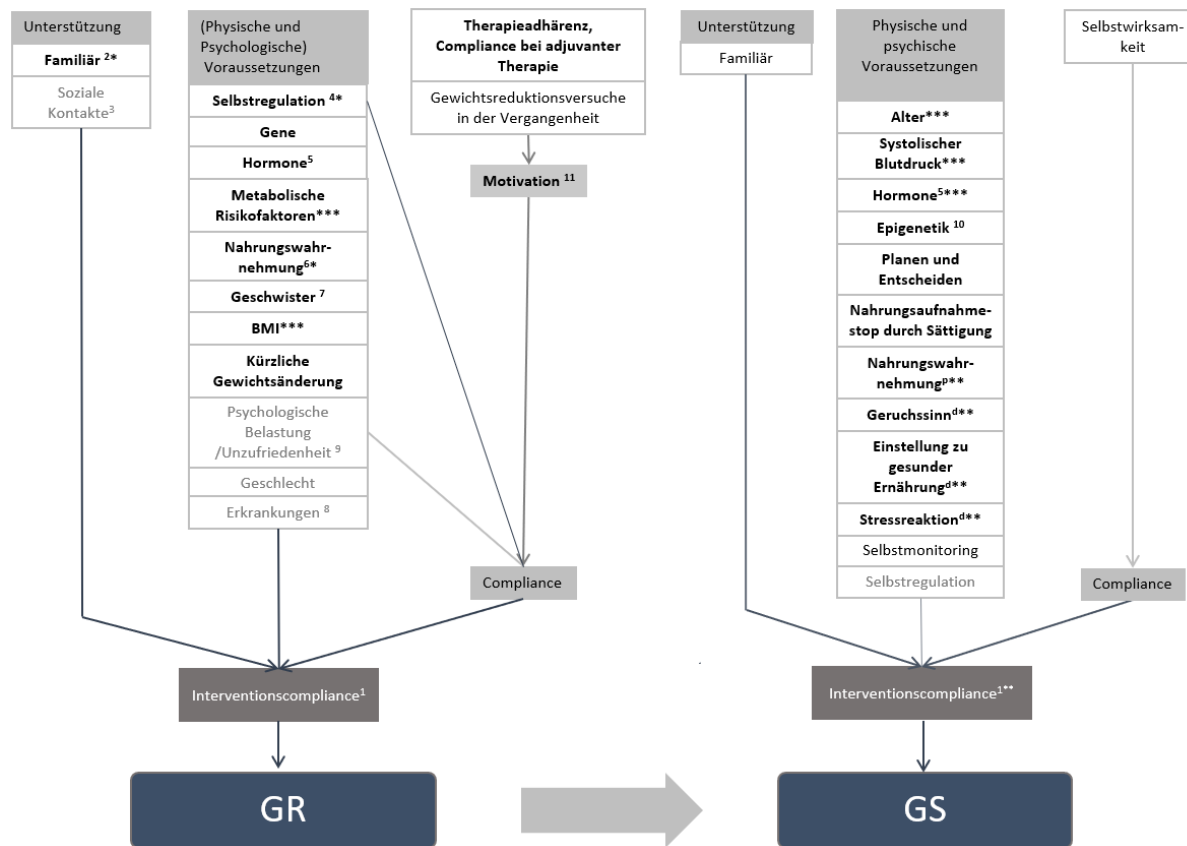
Tabelle 14: Prädiktorenanalyse nach Entfernung der Ausreißer durch die Labeling Outlier Rule - Statistische Ergebnisse des hierarchisch linearen Models

Abkürzungen: T1: Ausprägung der Prädiktoren zum Interventionsbeginn, dT2T1: Delta der Ausprägung der Prädiktoren prä- und postinterventionell, SE: Standardfehler, Zeit durch ":" verbunden mit der unabhängigen Variable (Interaktionsterm)

	Koeffizient	SE	95% Konfidenzintervall		F-Wert	p-Wert
T1						
Intercept	5,373	0,440	4,503	- 6,243	149,161	<0,001
Zeit	0,008	0,012	-0,016	- 0,032	0,400	0,529
Einstellung zu gesundem Essen	-0,064	0,019	-0,102	- -0,025	10,817	0,002
Zeit:Einstellung zu gesundem Essen	-0,002	<0,001	-0,003	- -0,001	23,563	<0,001
dT2T1						
Intercept	5,708	0,492	4,734	- 6,683	134,724	<0,001
Zeit	0,013	0,013	-0,011	- 0,038	1,133	0,290
HRV Stress RMSSD Proz	-0,027	0,013	-0,053	- -0,002	4,456	0,042
Einstellung zu gesundem Essen	-0,030	0,024	-0,077	- 0,017	1,613	0,213
Geruch Gesamtscore	-0,106	0,122	-0,348	- 0,136	0,757	0,391
Zeit:HRV Stress RMSSD Proz	-0,001	<0,001	-0,002	- -0,001	11,297	0,001
Zeit:Einstellung zu gesundem Essen	-0,001	0,001	-0,002	- <0,001	2,943	0,090
Zeit:Geruch Gesamtscore	-0,012	0,003	-0,018	- -0,005	12,044	0,001

3.2.4 Gesamtmodell der Prädiktoren für die Gewichtsreduktion und -stabilisierung

Abbildung 11 visualisiert die Ergebnisse des Reviews und der explorativen Analyse als Einfügung im theoriegeleitete Prädiktorenmodell für Kinder und Jugendliche.



Legende zur Abbildung 11:

1: körperliche Aktivität (hoher Energieverbrauch)* : vorbestehende körperliche Aktivität/Kompetenzen (GR, GS), Essverhalten (geringe Energieaufnahme) (GR: tägliches Frühstück, zwei warme Mahlzeiten pro Tag, Snacker, große Portionen, „Esstyp“ (Sättigung, Emotional, Nahrungsbezogen)), **GS: Einstellung zu gesunder Ernährung^{p**}**, bewegungsarmes Verhalten (geringer Energieverbrauch), Flüssigkeitsaufnahme (GR, GS), Verhaltensprobleme; diese Faktoren werden von vorbestehendem Verhalten beeinflusst;
2: familiäre Unterstützung bei dem Projekt; 3: untersuchte Faktoren: soziale Integration; 4: untersuchte Faktoren: **Unaufmerksamkeit, Impulsivität;** 5: beinhaltet auch **verzögerte Pubertät;** 6: **Geschmackswahrnehmung (GR, GS);** 7: **Einzelkind, fettleibige Geschwister;** 8: untersuchte Krankheiten: Asthma, Adenovirus 36 Antikörper, psychische Gesundheit (Verhaltensprobleme, Essstörungen, psychische Gesundheit, Stress (Schlafqualität)) (GR, GS); 9: untersuchte Faktoren: Sorgen über Körpergewicht und -form; Stress (Schlafqualität); 10: **Telomerlänge Jungen, Telomerlänge Mädchen;** 11: **Motivation des Kindes** (schwarz und fett geschrieben: prädiktiv, schwarz geschrieben: nicht untersucht oder nicht berichtet, grau geschrieben: untersucht, aber nicht prädiktiv; *prädiktiv und im aufgestellten Kindermodell enthalten, **Prädiktoren der DROMLIN-Studie, ***hinzugekommene Prädiktoren nach dem Review Update, p: präinterventionell, d: Veränderung der prä- zu postinterventionellen Veränderung)

Abbildung 11: Prädiktive Faktoren für die Gewichtsreduktion und Gewichtsstabilisierung für Kinder und Jugendliche (Review (GR, GS) und DROMLIN-Studie (GS)) implementiert im theoriegeleiteten Modell für Kinder und Jugendliche

4 Diskussion

In dieser Arbeit wurde untersucht, welche Prädiktoren den Gewichtsverlauf nach einer stationären Intervention zur Gewichtsreduktion bei übergewichtigen Kindern und Jugendlichen vorhersagen. Dies geschah sowohl durch ein systematisches Review, welches zusätzlich die Prädiktoren für die Gewichtsreduktion durch die Abnehmintervention umfasste, als auch durch eine explorative Analyse von Studiendaten.

Das systematische Review gibt einen aktuellen Überblick über Prädiktoren für die Gewichtsreduktion durch die Intervention als auch für die Gewichtserhaltung nach der Intervention für Kinder von 0 bis 18 Jahren. Aus 3249 gescreenten Artikeln konnten 25 zur Aufnahme ihrer Prädiktoren in die Übersicht ausgewählt werden. Es zeichnete sich das Bild einer großen Heterogenität, sowie eines vor allem in der GS bestehenden ausgeprägten Forschungsbedarfs.

Im Rahmen der explorativen Analyse konnten neue potentielle Prädiktoren für den postinterventionellen Gewichtsverlauf identifiziert werden, welche auf mögliche neue Ansatzpunkte zur Verbesserung der Intervention zur Gewichtsreduktion für einen langfristig positiv beeinflussten Gewichtsverlauf hinweisen und richtungsweisend für weitere Forschung sind.

Im Folgenden werden die Ergebnisse und Erkenntnisse der Literaturübersicht und der explorativen Analyse detailliert diskutiert.

Das Review fasst die Ergebnisse der Studien zusammen, die Prädiktoren für die GR und GS bei Kindern und Jugendlichen nach einer verhaltensbasierten GR-Intervention untersucht hatten. Die Prädiktoren wurden in die vier Domänen Physiologie, Verhalten, Psychologie und Umwelt eingeteilt. Es lag eine sehr hohe Heterogenität der untersuchten Prädiktoren vor, wobei die meisten Prädiktoren für die GR untersucht wurden und wenige für die GS.

Es war angenommen worden, dass die Interventionscompliancen und damit das auf sie Einfluss nehmende vorbestehende Verhalten (vorbestehendes Essverhalten, körperliche Aktivität, bewegungsarmes Verhalten) Hauptprädiktor

für die GR und GS seien. Diese Annahme konnte nicht bestätigt werden, da das vorbestehende Verhalten zum größten Teil nicht prädiktiv war und somit nicht von einem Hauptprädiktor gesprochen werden kann (Augustijn, 2018, Boutelle et al., 2019, Dubuisson et al., 2012). Lediglich einzelne Faktoren hatten Einfluss auf die GR (vorbestehende körperliche Aktivität, motorische Fähigkeiten). Die Frage, ob das vorbestehende Verhalten die GS beeinflusst, bleibt gänzlich offen (Augustijn, 2018, Dubuisson et al., 2012). Gleichwohl also die vorbestehenden Verhaltensweisen keinen großen Einfluss auf den Therapieerfolg hatten, ist eine Änderung jener für die Gewichtsreduktion sehr wichtig und auch für die GS gilt, dass die langfristige Änderung des Verhaltens insbesondere des Ess- und Bewegungsverhaltens für einen Therapieerfolg notwendig sind (Oude Luttikhuis et al., 2009, Hauner et al., 2013). (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Soziale Unterstützung insbesondere durch Eltern wurde in mehreren Leitlinien als Schlüsselfaktor für die GR genannt (Pfeiffé et al., 2019), weshalb die zweite Hypothese die Annahme vertrat, dass die soziale Unterstützung ein Prädiktor für die GR ist. Dies konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Die soziale Unterstützung wurde lediglich von zwei Studien untersucht, wobei die eine Studie familiäre Unterstützung bei dem Projekt als positiv prädiktiv für die GR identifizierte, während die andere feststellte, dass die soziale Integration keinen Einfluss auf die GR hatte. Diese Inkonsistenz beschreibt auch die American Heart Association. Sie berichtet, dass, obwohl frühere Übersichtsarbeiten zu dem Schluss kamen, dass eine stärkere Einbindung der Eltern bei der Behandlung übergewichtiger Kinder die GR fördert, andere Reviews dies nicht bestätigen konnten (Faith et al., 2012).

Für die GS wurde die soziale Unterstützung nicht untersucht. Dennoch konnten systematische Reviews und Metaanalysen einen positiven Effekt der Elternbeteiligung an Interventionen zur Gewichtsreduktion oder an körperlengewichtsbezogenen Gesundheitsinterventionen für Kinder feststellen (Niemeier et al., 2012, Seo und Sa, 2010). Da bei diesen Studien jedoch keine Prädiktorenanalysen durchgeführt wurden, konnten diese Daten nicht für das vorliegende Review verwendet werden. (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Die dritte Hypothese ging davon aus, dass physiologische und psychologische Bedingungen wie Nahrungswahrnehmung, exekutive Funktionen, psychologische Belastung und Unzufriedenheit oder Geschlecht und Erkrankungen die GR vorher sagen, während für die GS nur Nahrungswahrnehmung und die exekutiven Funktionen Selbstmonitoring und Selbstregulation als Prädiktoren angenommen wurden.

Von diesen Faktoren wurden lediglich Nahrungswahrnehmung (Mölbart et al., 2016) und Faktoren aus dem Bereich Selbstregulation als Prädiktoren für die GR nachgewiesen. Impulsivität war positiv prädiktiv (Pauli-Pott et al., 2010), Aufmerksamkeitswechsel und Unaufmerksamkeit waren negativ oder nicht prädiktiv (Augustijn, 2018, Pauli-Pott et al., 2010, van Egmond-Froehlich et al., 2012), während andere Faktoren der Selbstregulation wie die Stop-Signal Task und Sensitivität für Belohnung nach der Intervention nicht prädiktiv waren (Eichen et al., 2018, Halberstadt et al., 2017). Interessanterweise sagten Selbstregulation (GS) und Geschlecht und Erkrankungen (GR), die für Erwachsene wichtig waren, bei Kindern weder GR noch GS voraus (Celi et al., 2003, Dubuisson et al., 2012, Eichen et al., 2018, Halberstadt et al., 2017, Röbl et al., 2013, Santoro et al., 2007, van Egmond-Froehlich et al., 2012, Vander Wal et al., 2013, Wolters et al., 2013). Dennoch könnte das Geschlecht eine Rolle als Moderator oder Mediator spielen, da das Geschlecht bei Prädiktoren wie der C-Peptid-Konzentration und der Telomerlänge einen Unterschied machte (Garcia-Calzon et al., 2014, Kloppenborg et al., 2018). In Bezug auf Krankheiten muss berücksichtigt werden, dass Kinder nicht so viele Krankheiten haben wie Erwachsene und sich ihre Krankheiten von denen der Erwachsenen unterscheiden. Psychologische Belastung/Unzufriedenheit war bisher nicht prädiktiv. Außerdem fehlen Untersuchungen zur Fähigkeit Probleme zu lösen (GR) und zum Selbstmonitoring (GS), stattdessen wurden in der Literatur viele andere Prädiktoren untersucht (Anhang 9.4 und 9.5). Insbesondere in den Bereichen Gene und Hormone konnten viele Prädiktoren nachgewiesen werden. (Weiland und Kasemann et al., 2022)

Als vierte Hypothese wurde angenommen, dass Compliance und Faktoren, welche die Compliance beeinflussen die GR und GS vorhersagen. Im Einklang

mit dieser Hypothese wurde die GR durch die Motivation des Kindes positiv vorhergesagt (Dubuisson et al., 2012). Weitere wichtige positive Prädiktoren für die GR waren die Therapieadhärenz und die Compliance bei adjuvanter Therapie (Dubuisson et al., 2012), was die entscheidende Rolle der Compliance für den Behandlungserfolg unterstreicht. (Weiland und Kasemann et al., 2022) Zudem bestätigt es Studienergebnisse, die zeigten, dass gute Compliance im Vergleich zu schlechter Compliance im Schnitt eine deutlich bessere GR mit sich brachte, wobei Probanden mit schlechter Compliance meist gar keine GR erzielten (Hauner, 2022).

Der Einfluss der Gewichtsreduktionsversuche in der Vergangenheit auf die GR und Selbstwirksamkeit auf die GS wurde für Kinder nicht untersucht (Weiland und Kasemann et al., 2022). Es wurden allerdings schon Studien zu Übergewicht bei Kinder und Gewichtsreduktionsversuchen oder Selbstwirksamkeit durchgeführt. Beispielsweise stellte eine Studie unter amerikanischen Schulkindern fest, dass übergewichtige oder adipöse Kinder eher schon versucht hatten Gewicht zu reduzieren oder aktuell eine Gewichtsreduktion anstrebten. Allerdings zeigte sich im Vergleich zu normalgewichtigen Kinder kein Unterschied in der Selbstwirksamkeit (in Bezug auf körperliche Aktivität und Essverhalten) (Story et al., 2001). Eine spätere Studie, die Daten von Kindern aus Italien, Spanien und Brasilien untersuchte, beschrieb im Gegensatz dazu einen Zusammenhang zwischen hohem BMI und geringer Selbstwirksamkeit (in Bezug auf körperliche Aktivität) (Carissimi et al., 2017).

Die bereits untersuchten und im Review zusammengefassten Prädiktoren konnten zusätzlich durch die Ergebnisse der explorativen Prädiktorenanalyse um insgesamt fünf potentielle Prädiktoren ergänzt werden (Abbildung 11). Die gerechneten Modelle zeigten, dass die Einstellung zu gesundem Essen eine wichtige prädiktive Rolle spielt, da nicht nur die vorbestehende positivere Einstellung zu gesundem Essen einen fallenden BMI-SDS postinterventionell mit sich brachte, sondern auch die Verbesserung dieser Einstellung über die Intervention. Die vorbestehende Einstellung zu gesundem Essen lässt sich im Modell für Kinder und Jugendliche zu Prädiktoren für GS und GR dem

Essverhalten zuordnen, welches zum Feld Interventionscompliance zählt. Ihr Veränderung über die Intervention ist ein neuer Faktor, der in das Modell aufgenommen wurde. Die Ergebnisse zur Einstellung zu gesundem Essen ergänzen die aktuelle Datenlage und bestärken die Annahme, dass vorbestehendes Verhalten ein Prädiktor ist.

Ergänzend zur Einstellung zu gesundem Essen sind die Sinneswahrnehmungen Geruch und Geschmack von Bedeutung. Verbesserte sich die Geruchswahrnehmung über die Intervention, so ging dies mit einem fallenden langzeit BMI-SDS einher. Auch eine zu Beginn der Intervention bestehende gut ausgeprägte Fähigkeit salzig wahrzunehmen sagte einen fallenden langzeit BMI-SDS vorher. Obwohl die Geruchswahrnehmung nicht im Modell für Kinder und Jugendliche zu Prädiktoren für GS und GR enthalten war, scheint sie ein ergänzender Faktor zur Geschmackswahrnehmung zu sein, da beide bei der Wahrnehmung von Essen und der Nahrungsaufnahme eine wichtige Rolle spielen. Geruchs- und Geschmackswahrnehmung lassen sich im Kindermodell für prädiktive Faktoren der Nahrungswahrnehmung zuordnen (Abbildung 11), welche für die GS noch nicht untersucht wurde und die aktuelle Datenlage ergänzt. Allerdings begrenzt sich die Geruchswahrnehmung nicht auf die Wahrnehmung von Essen, weshalb sie zusätzlich einen separaten Platz einnimmt. Die Ergebnisse zur Geruchs- und Geschmackswahrnehmung passen zu den Ergebnissen vieler Studien, die einen Zusammenhang zwischen Übergewicht und eingeschränkter Geruchs- und Geschmackswahrnehmungen feststellen konnten (Skrandies und Zscheschang, 2015, Patel et al., 2015, Holinski et al., 2015). Skrandies et al. (2015) stellten in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Analyse dieser Arbeit fest, dass nicht nur ein erhöhter BMI mit einer eingeschränkten Geruchswahrnehmung einher ging, sondern auch mit einer eingeschränkten Geschmackswahrnehmung von salzig.

Interessanterweise scheint die Geschmackswahrnehmung sowohl für die GR als auch für die GS eine Rolle zu spielen, allerdings unterschiedliche Geschmacksrichtungen (GR: bitter, süß; GS: salzig). Bei der Exklusion aller Ausreißer war die Geschmackswahrnehmung von salzig ein instabiler Prädiktor, welcher nach Exklusion nicht mehr signifikant war und deshalb eingeschränkt

zu werten ist. Er behält jedoch durch die Betonung seiner Relevanz durch die beschriebenen Studien seine Bedeutung.

Neben dem Essverhalten und der Geschmackswahrnehmung spielt das Thema Stress eine zu erwartende Rolle in der Prädiktion. Die Reduktion der Ausprägung der Stressreaktion zwischen Anfang und Ende der Intervention ist ein möglicher Prädiktor für einen fallenden BMI-SDS im Follow-up Zeitraum. Für das Modell für Kinder und Jugendliche zu Prädiktoren für GS und GR ist die Stressreaktion für die GS ein neu hinzukommender Prädiktor (Abbildung 11), da nur eine Prädiktoruntersuchung zu Stress für die GR vorlag. In dieser Untersuchung wurde Stress in Form von Schlafqualität durch die Surrogatparameter Schlafdauer (< 9 h) und Schnarchen gemessen und war nicht prädiktiv (Dubuisson et al., 2012). Da keine Analyse für die GS durchgeführt wurde und die gemessenen Parameter andere waren, stehen die Ergebnisse von Dubuisson et al. (2012) nicht im Widerspruch mit der Relevanz der Stressreaktion für die GS.

4.1 Stärken und Schwächen

Für das systematische Review wurde eine breite Suche nach Prädiktoren von GR und GS für Kinder und Jugendliche durchgeführt, um alle verfügbare und passende Literatur zu finden. Zwar konnten dabei viele Prä-Post-Studien zur GR gefunden werden, jedoch wurde nur bei einer kleinen Anzahl davon eine Prädiktoranalyse durchgeführt. Ein wichtiger Grund dafür könnte sein, dass die Voraussetzungen für eine Prädiktoranalyse auf Grund der Studiendesigns mit unterschiedlichen Zielen und kleinen Stichprobengrößen nicht erfüllt wurden. Auf Grund dessen lag nur eine geringe Menge an Studien in moderater Qualität mit heterogenen Forschungszielen vor, was Schlussfolgerungen erschwerte. Vor allem für die GS lagen sehr wenige Studien vor.

Die eingeschlossenen Studien umfassten nur Kinder mit einem Alter zwischen 9 und 14 Jahren und einem Median von 12,5 Jahren, was eine große Lücke der Forschung zu jüngeren Kindern und Jugendlichen zeigte. Zudem bedingte das Alter der Probanden, dass die Erhebung der meisten untersuchten Variablen

über die Eltern geschah, anstatt als Selbstauskunft der Kinder. Das könnte auch erklären, warum der Fokus im Gegensatz zur Erwachsenenforschung nicht auf der Energiezufuhr lag, da es die genaue Erhebung dieser Variable erschwert.

Für einige wenige Prädiktoren konnte ein Unterschied zwischen den Geschlechtern festgestellt werden. Für die meisten Faktoren wurde eine solch differenzierte Analyse jedoch nicht durchgeführt.

Zudem waren in allen Studien das Altern, der initiale BMI und der Behandlungsansatz potentielle Prädiktoren, wurden aber in den meisten Fällen nicht berichtet. Es ist wahrscheinlich, dass sich hinter solchen fehlenden Berichten noch mehr nicht signifikante Ergebnisse verbergen, was den Eindruck vermittelt, dass diese Prädiktoren nicht untersucht wurden.

Bezüglich Krankheiten ist zu erwähnen, dass insgesamt nur wenige für Kinder und Jugendliche relevante Krankheiten untersucht wurden, was der Tatsache geschuldet sein könnte, dass die Auswahlkriterien der Literaturrecherche Studien ausschlossen, die nur Patientenkollektive mit einer neben der Adipositas zusätzlichen bestehenden bestimmten Erkrankung untersucht hatten.

In diesem Review wurde die Veränderungen in der Körperzusammensetzung als Outcome nicht berücksichtigt, da es die Anzahl der eingeschlossenen Studien dramatisch reduziert hätte. Da die Körperzusammensetzung jedoch ein wichtiger Indikator für den Gesundheitszustand ist, sollten zukünftige Studien Körperzusammensetzung (Körperfettmasse, Index der Körperfettmasse) (Durá-Travé et al., 2020, Liu et al., 2013, Mechanick et al., 2017) und Körpergewichtsstatus gleichwertig berücksichtigen (Durá-Travé et al., 2020, Liu et al., 2013, Mechanick et al., 2017).

Eine hervorzuhebende Stärke dieses Reviews ist der Vergleich mit dem Forschungsstand für Erwachsene bezüglich der GR und GS. Der neue und originelle Ansatz die heterogenen Prädiktoren in verschiedenen Modellen zusammenzufassen, bewirkt eine übersichtliche Darstellung des aktuellen Forschungsstandes der in longitudinalen Studien untersuchten Prädiktoren. Die klare Visualisierung verschafft einen Überblick und zeigt Forschungslücken auf.

(Weiland und Kasemann et al., 2022)

Zukünftige Studien sollten longitudinale Prädiktoren von GR und GS für Kinder und Jugendliche zusammen mit der Körperzusammensetzung unter Berücksichtigung des Alters untersuchen.

Gegenüber Erwachsenen, für die mehr Fachliteratur zur Verfügung steht (Varkevisser et al., 2019), ist die Datenlage für Kinder und Jugendliche schlecht, weshalb es schwierig ist ein abschließendes Fazit zu ziehen.

(Weiland und Kasemann et al., 2022)

Diese Problematik wird durch die DROMLIN-Studie mit der explorative Analyse einer Vielzahl an möglichen Prädiktoren für die GS aufgegriffen.

Die dafür verwendete Stichprobengröße umfasste eine Altersspanne der Probanden von 9 bis 17 Jahren. Für die Verallgemeinerung der Ergebnisse ist eine Studie mit einer größeren Kohorte durchzuführen, welche zusätzlich Kinder unter neun Jahren inkludiert. Ergänzend könnte ein längerer Follow-up Zeitraum die Stabilität der Prädiktoren nachweisen.

Die Erhebung der Follow-up Werte nach 12 Monaten durch einen Arzt oder Apotheker gewährleistet verlässliche Daten. Eine zusätzliche Erhöhung der Datenvalidität könnte erreicht werden, wenn die Follow-up Werte nach 6 und 12 Monaten ebenfalls durch eine unabhängige Person erhoben würden.

In zukünftigen Studien sollten zudem die Wechselwirkungen mit weiteren Faktoren wie beispielsweise dem realen Umfeld der Probanden und genetischen und epigenetischen Faktoren untersucht werden.

Insgesamt bietet der explorative Ansatz der DROMLIN-Studie durch die Vielzahl an untersuchten Prädiktoren eine hervorragende Grundlage für die weitere Erforschung der Prädiktoren für die GS.

(Weiland et al., 2025)

4.2 Ausblick

Die konventionelle Therapie der Adipositas wurde in den vergangenen Jahren auch für Kinder und Jugendliche durch die bariatrische als auch mittlerweile die medikamentöse Therapie mit Semaglutid und Liraglutid ergänzt.

Allerdings stellt die konservative Therapie weiterhin die primäre Behandlung der

Adipositas dar und bildet neben der Adipositasprävention den Grundpfeiler der Therapie. Ansätze zur Verbesserung der konservativen Therapie sind daher von großer Bedeutung, wodurch dieser Arbeit durch ihre Funktion Anhaltspunkte für die Verbesserung zu liefern eine ebenso große Bedeutung zu kommt.

Die Ergebnisse der DROMLIN-Studie lassen darauf schließen, dass die Verringerung der akuten Stressreaktion für einen günstigen postinterventionellen Gewichtsverlauf verstärkt therapeutisch fokussiert werden sollte. Ein Ausbau des bereits in multidisziplinären Therapien zur Verfügung gestellten Repertoires an Strategien zur Stressbewältigung kann ein Ansatzpunkt zur Verbesserung der Therapie sein (Benecke, 2022). So wird den Kindern ein flexibles Bewältigungsverhalten ermöglicht, was eine Anpassung des Verhaltens an das Individuum und die Situation erlaubt (Benecke, 2022, Kaluza, 2023). Der mögliche Vorteil der präventiven Adressierung des Stressverhaltens konnte nicht belegt werden.

Daneben legen die Ergebnisse dieser Analyse nahe, dass eine Verbesserung der Einstellung zu gesunder Ernährung sowohl in der Prävention als auch in der Therapie der Adipositas fokussiert werden sollte. Damit Kinder frühzeitig eine positive Einstellung zu gesundem Essen erlernen können, ist eine präventive Edukation von Kindern und Eltern notwendig. In der Adipositastherapie kann neben der etablierten Psychoedukation zur Ernährung eine Einstellungsänderung bzw. Verbesserung gegenüber gesunder Ernährung im Verlauf der Therapie im Rahmen der Verhaltenstherapie angestrebt werden (Benecke, 2022).

Für die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung ist keine eindeutige Aussage über den Zusammenhang mit der GS möglich, da die Ergebnisse nicht im Einklang mit den Resultaten anderer Studien standen und die Geschmackswahrnehmung als Prädiktor für die GS eine reduzierte Stabilität aufwies (Fernandez-Garcia et al., 2017, Holinski et al., 2015, Ribeiro und Oliveira-Maia, 2021). Auf Grund dessen sollten weitere Studien durchgeführt werden um die Zusammenhänge zu verifizieren. In einem zweiten Schritt könnte ergebnisadaptiert ein Sensoriktraining für Geschmackswahrnehmung in

der Therapie etabliert werden. Es konnte bereits gezeigt werden, dass Sensoriktrainings Geruchs- und Geschmackswahrnehmungen positiv beeinflussen können (Altmann und Majchrzak, 2013).

Zukünftige Studien sollten ergänzend Teilnehmer unter neun Jahren mit einschließen und einen längeren Follow-up Zeitraum von beispielsweise fünf Jahren umfassen.

5 Zusammenfassung

Hintergrund und Fragestellung: Auf Grund der zunehmenden Prävalenz von Adipositas unter Kindern und Jugendlichen und deren langfristigen gesundheitlichen Folgen ist eine effektive und langfristige Therapie der Adipositas notwendig. Zur Optimierung der Therapie sind Prädiktoren für Gewichtsreduktion (GR) und Gewichtsstabilisierung (GS) wegweisend.

Material und Methoden: Der aktuelle Forschungsstand zu Prädiktoren für die GR und GS nach einer verhaltenstherapeutischen Intervention zur GR mit multidisziplinärem Ansatz wurde in einer systematischen Übersichtsarbeit zusammen gefasst. Zur Identifikation weiterer Prädiktoren für die GS wurde zusätzlich eine explorative Datenanalyse durchgeführt. Die Erhebung der Daten fand im Rahmen einer multidisziplinären, stationären Intervention zur Adipositasbehandlung bei Kinder und Jugendlichen im Alter von 9-17 Jahren statt (DROMLIN-Studie). Follow-up Daten wurden nach 6,12 und 24 Monaten erhoben. Sowohl zur Beginn der Intervention erhobene Werte als auch ihre Veränderung über die Intervention hinweg wurden auf ihre mögliche Prädiktoreigenschaft für die GS mithilfe von hierarchisch linearen Modellen hin untersucht.

Ergebnisse: Die Übersichtsarbeit identifizierte Prädiktoren für die GR und GS und zeigte Forschungslücken auf. Das Thema Verhalten (Essverhalten, körperliche Aktivität, bewegungsarmes Verhalten), welches bei Erwachsenen ein Schlüsselprädiktor zu sein scheint, wurde bei Kindern kaum untersucht. Sowohl für GR als auch für GS war Physiologie die am meisten untersuchte

Domäne und auch das Thema mit den meisten identifizierten Prädiktoren, insbesondere für Genetik (GR) und Blutwerte (GS). Darüber hinaus waren einige weitere Faktoren der Domäne Physiologie als Prädiktoren für die GR und GS signifikant. Die Domäne Umwelt wurde in den meisten Leitlinien zur Intervention hervor gehoben, jedoch für die GR sehr selten und für die GS gar nicht untersucht. Insgesamt wurden mehr als 80 % der Faktoren nur einmal untersucht und es existierten in der Summe nur wenige Studien über Prädiktoren für Kleinkinder und Jugendliche sowie für die GS.

Die explorative Datenanalyse der DROMLIN-Studie konnte dem fünf Prädiktoren für die GS hinzufügen. Hierbei handelte es sich um die präinterventionell bestehende positive Einstellung zu gesundem Essen und die ausgeprägte Fähigkeit der Geschmackswahrnehmung von salzig, sowie die geringer ausgeprägte Stressreaktion, die verbesserte Einstellung zu gesundem Essen und eine gesteigerte Fähigkeit der Geruchsidentifikation am Ende der Intervention.

Schlussfolgerung: Für die Verbesserung der Adipositasbehandlung ergeben sich aus den Prädiktoren der Datenanalyse vor allem Implikationen für den Zweig der Verhaltenstherapie. Im Fokus sollten die Stressbewältigung und die Verbesserung der Einstellung zu gesunder Ernährung stehen. Zusätzlich könnte die präventive Edukation zu gesunder Ernährung von Kindern und Eltern einen positiven Beitrag leisten. Die Zusammenhänge zwischen Geschmacks- und Geruchswahrnehmung mit dem BMI-SDS und wie demzufolge ein Sensoriktraining hilfreich sein kann, ist zu prüfen. Insgesamt betont die hohe Diversität der Prädiktoren für die GR und GS den komplexen Charakter von GR und GS. Diese Komplexität bietet eine Vielzahl an Optimierungsmöglichkeiten in der Adipositas therapie. Zur Verifizierung der im explorativen Ansatz identifizierten Prädiktoren, der Verbesserung der Evidenz und der weiteren Erschließung dieses umfangreichen Forschungsgebietes sind zukünftige Studien notwendig.

6 Literaturverzeichnis

- ALCANTARA, J. M. A., PLAZA-FLORIDO, A., AMARO-GAHETE, F. J., ACOSTA, F. M., MIGUELES, J. H., MOLINA-GARCIA, P., SACHA, J., SANCHEZ-DELGADO, G. & MARTINEZ-TELLEZ, B. 2020. Impact of Using Different Levels of Threshold-Based Artefact Correction on the Quantification of Heart Rate Variability in Three Independent Human Cohorts. *J Clin Med*, 9.
- ALTMANN, M. & MAJCHRZAK, D. 2013. „Kinder essen was ihnen schmeckt“ – kann man das beeinflussen?: Olfaktorische und gustatorische Wahrnehmungsfähigkeit von Kindern nach dem Sensoriktraining. *Aktuelles aus der Sensorikforschung: Nachwuchsforum Sensorik*. Verlag der Technischen Universität Graz.
- AUGUSTIJN, M. J. C. M. 2018. Role of Motor Competence and Executive Functioning in Weight Loss: A Study in Children with Obesity. *J Dev Behav Pediatr* 39, 642-51.
- BAUM, A. 1990. Stress, intrusive imagery, and chronic distress. *Health Psychol*, 9, 653-75.
- BEGHINI, M. & SCHERER, T. 2021. Angeborene Adipositasformen und Therapien. *Journal für Klinische Endokrinologie und Stoffwechsel*, 14, 106-106.
- BENECKE, A. 2022. Verhaltenstherapie der Adipositas. In: HERPERTZ, S., DE ZWAAN, M. & ZIPFEL, S. (eds.) *Handbuch Essstörungen und Adipositas*. 3rd ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- BEREKET, A., KIESS, W., LUSTIG, R. H., MULLER, H. L., GOLDSTONE, A. P., WEISS, R., YAVUZ, Y. & HOCHBERG, Z. 2012. Hypothalamic obesity in children. *Obes Rev*, 13, 780-98.
- BERRY, D., SAVOYE, M., MELKUS, G. & GREY, M. 2007. An intervention for multiethnic obese parents and overweight children. *Applied Nursing Research*, 20, 63-71.
- BLOCK, J. P., HE, Y., ZASLAVSKY, A. M., DING, L. & AYANIAN, J. Z. 2009. Psychosocial stress and change in weight among US adults. *Am J Epidemiol*, 170, 181-92.
- BÖCKELMANN, I. 2012. Analyse der Herzfrequenzvariabilität (HRV) — praktische Relevanz. *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie*, 62, 275-279.
- BOUTELLE, K. N., KANG SIM, D. E., MANZANO, M., RHEE, K. E., CROW, S. J. & STRONG, D. R. 2019. Role of appetitive phenotype trajectory groups on child body weight during a family-based treatment for children with overweight or obesity. *Int J Obes (Lond)*, 43, 2302-2308.
- BROWN, T., MOORE, T. H. M., HOOPER, L., GAO, Y., ZAYEGH, A., IJAZ, S., ELWENSPOEK, M., FOXEN, S. C., MAGEE, L., O'MALLEY, C. & ET AL. 2019. Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- CARISSIMI, A., ADAN, A., TONETTI, L., FABBRI, M., HIDALGO, M. P., LEVANDOVSKI, R., NATALE, V. & MARTONI, M. 2017. Physical self-efficacy is associated to body mass index in schoolchildren. *Jornal de pediatria*, 93, 64-69.

- CELI, F., BINI, V., PAPI, F., CONTESSA, G., SANTILLI, E. & FALORNI, A. 2003. Leptin serum levels are involved in the relapse after weight excess reduction in obese children and adolescents. *Diabetes, nutrition & metabolism*, 16, 306-311.
- CHOPRA, S., MALHOTRA, A., RANJAN, P., VIKRAM, N. K., SARKAR, S., SIDDHU, A., KUMARI, A., KALOIYA, G. S. & KUMAR, A. 2021. Predictors of successful weight loss outcomes amongst individuals with obesity undergoing lifestyle interventions: A systematic review. *Obesity Reviews*, 22, e13148.
- CHOQUET, H. & MEYRE, D. 2011. Molecular basis of obesity: current status and future prospects. *Curr Genomics*, 12, 154-68.
- CHOQUETTE, A. C., BOUCHARD, L., DRAPEAU, V., LEMIEUX, S., TREMBLAY, A., BOUCHARD, C., VOHL, M.-C. & PÉRUSSE, L. 2012. Association between olfactory receptor genes, eating behavior traits and adiposity: Results from the Quebec Family Study. *Physiology & Behavior*, 105, 772-776.
- COLMAN, A. M. 2015. *A Dictionary of Psychology*, Oxford University Press.
- CRINÒ, A., FINTINI, D., BOCCHINI, S. & GRUGNI, G. 2018. Obesity management in Prader–Willi syndrome: current perspectives. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 11, 579-593.
- DIEHL, J. M. 1999. Einstellungen zu Essen und Gewicht bei 11- bis 16jährigen Adoleszenten. *Schweizerische Medizinische Wochenschrift*, 129, 162-175.
- DOERSAM, A. F., WEILAND, A., SAUER, H., GIEL, K. E., STROEBELE-BENSCHOP, N., ZIPFEL, S., ENCK, P. & MACK, I. 2021. The Role of Dishware Size in the Perception of Portion Size in Children and Adolescents with Obesity. *Nutrients*, 13.
- DORDEL, S. 2013. Basistests zur Erfassung der Motorischen Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen—Dordel-Koch-Test DKT Fitnessolympiade. Zugriff am.
- DUBUISSON, A. C., ZECH, F. R., DASSY, M. M., JODOGNE, N. B. & BEAULOYE, V. M. 2012. Determinants of weight loss in an interdisciplinary long-term care program for childhood obesity. *ISRN Obes*, 2012, 349384.
- DURÁ-TRAVÉ, T., GALLINAS-VICTORIANO, F., CHUECA-GUINDULAIN, M., BERRADE-ZUBIRI, S., MALUMBRES-CHACÓN, M. & MORENO-GONZÁLEZ, P. 2020. Reference values of fat mass index and fat-free mass index in healthy Spanish adolescents.
- EICHEN, D. M., MATHESON, B. E., LIANG, J., STRONG, D. R., RHEE, K. & BOUTELLE, K. N. 2018. The relationship between executive functioning and weight loss and maintenance in children and parents participating in family-based treatment for childhood obesity. *Behav Res Ther*, 105, 10-16.
- FAITH, M. S., VAN HORN, L., APPEL, L. J., BURKE, L. E., CARSON, J. A. S., FRANCH, H. A., JAKICIC, J. M., KRAL, T. V. E., ODOMS-YOUNG, A., WANSINK, B. & WYLIE-ROSETT, J. 2012. Evaluating Parents and Adult Caregivers as “Agents of Change” for Treating Obese Children: Evidence

- for Parent Behavior Change Strategies and Research Gaps. *Circulation*, 125, 1186-1207.
- FATIMA, Y., DOI, S. A. & MAMUN, A. A. 2016. Sleep quality and obesity in young subjects: a meta-analysis. *Obes Rev*, 17, 1154-1166.
- FERNANDEZ-GARCIA, J. C., ALCAIDE, J., SANTIAGO-FERNANDEZ, C., ROCA-RODRIGUEZ, M. M., AGUERA, Z., BAÑOS, R., BOTELLA, C., DE LA TORRE, R., FERNANDEZ-REAL, J. M., FRUHBECK, G., GOMEZ-AMBROSI, J., JIMENEZ-MURCIA, S., MENCHON, J. M., CASANUEVA, F. F., FERNANDEZ-ARANDA, F., TINAHONES, F. J. & GARRIDO-SANCHEZ, L. 2017. Correction: An increase in visceral fat is associated with a decrease in the taste and olfactory capacity. *PLOS ONE*, 12, e0173588.
- FREEMARK, M. 2011. Management of Adolescents with Polycystic Ovary Syndrome. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 96, 3354-3356.
- FRENCH, S. A., EPSTEIN, L. H., JEFFERY, R. W., BLUNDELL, J. E. & WARDLE, J. 2012. Eating behavior dimensions. Associations with energy intake and body weight. A review. *Appetite*, 59, 541-549.
- GARCIA-CALZON, S., MOLERES, A., MARCOS, A., CAMPOY, C., MORENO, L. A., AZCONA-SANJULIAN, M. C., MARTINEZ-GONZALEZ, M. A., MARTINEZ, J. A., ZALBA, G., MARTI, A. & GROUP, E. S. 2014. Telomere length as a biomarker for adiposity changes after a multidisciplinary intervention in overweight/obese adolescents: the EVASYON study. *PLoS One*, 9, e89828.
- GARCIDUEÑAS-FIMBRES, T. E., PAZ-GRANIEL, I., NISHI, S. K., SALAS-SALVADÓ, J. & BABIO, N. 2021. Eating Speed, Eating Frequency, and Their Relationships with Diet Quality, Adiposity, and Metabolic Syndrome, or Its Components. *Nutrients* [Online], 13.
- GBD OBESITY COLLABORATORS 2017. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *New England journal of medicine*, 377, 13-27.
- GELLRICH, J., STETZLER, C., OLESZKIEWICZ, A., HUMMEL, T. & SCHRIEVER, V. A. 2017. Olfactory threshold and odor discrimination ability in children - evaluation of a modified "Sniffin' Sticks" test. *Sci Rep*, 7, 1928.
- HALBERSTADT, J., DE VET, E., NEDERKOORN, C., JANSEN, A., VAN WEELDEN, O. H., EEKHOUT, I., HEYMANS, M. W. & SEIDELL, J. C. 2017. The association of self-regulation with weight loss maintenance after an intensive combined lifestyle intervention for children and adolescents with severe obesity. *BMC Obes*, 4, 13.
- HALBERSTADT, J., MAKES, S., DE VET, E., JANSEN, A., NEDERKOORN, C., VAN DER BAAN-SLOOTWEG, O. H. & SEIDELL, J. C. 2013. The role of self-regulating abilities in long-term weight loss in severely obese children and adolescents undergoing intensive combined lifestyle interventions (HELIOS); rationale, design and methods. *BMC Pediatr*, 13, 41.

- HAUNER, H. 2022. Ernährungstherapie der Adipositas. In: HERPERTZ, S., DE ZWAAN, M. & ZIPFEL, S. (eds.) *Handbuch Essstörungen und Adipositas*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- HAUNER, H., WIRTH, A., GOLA, U., TEUFEL, M., ZIPFEL, S., DE ZWAAN, M., HÜTTL, T. P., KRAMER, K. M. & WINCKLER, K. 2013. Management und Therapie. In: WIRTH, A. & HAUNER, H. (eds.) *Adipositas: Ätiologie, Folgekrankheiten, Diagnostik, Therapie*. 4th ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- HOLINSKI, F., MENENAKOS, C., HABER, G., OLZE, H. & ORDEMANN, J. 2015. Olfactory and Gustatory Function After Bariatric Surgery. *Obesity Surgery*, 25, 2314-2320.
- HOOS, O. 2019. Herzratenvariabilität. *Integrative Medizin: Evidenzbasierte komplementärmedizinische Methoden*, 181-197.
- HRABOSKY, J. I., CASH, T. F., VEALE, D., NEZIROGLU, F., SOLL, E. A., GARNER, D. M., STRACHAN-KINSER, M., BAKKE, B., CLAUSS, L. J. & PHILLIPS, K. A. 2009. Multidimensional body image comparisons among patients with eating disorders, body dysmorphic disorder, and clinical controls: A multisite study. *Body Image*, 6, 155-163.
- JOHNSTON, C. A., TYLER, C., MCFARLIN, B. K., POSTON, W. S. C., HADDOCK, C. K., REEVES, R. & FOREYT, J. P. 2007. Weight Loss in Overweight Mexican American Children: A Randomized, Controlled Trial. *Pediatrics*, 120, e1450-e1457.
- JOUCK, S. 2008. Dordel-Koch-Test (DKT) Ein Test zur Erfassung der motorischen Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter. *Deutsche Sporthochschule Köln*.
- JÜRIMÄE, T., SUDI, K., PAYERL, D., LEPPIK, A., JÜRIMÄE, J., MÜLLER, R. & TAFEIT, E. 2003. Relationships between bioelectric impedance and subcutaneous adipose tissue thickness measured by LIPOMETER and skinfold calipers in children. *Eur J Appl Physiol*, 90, 178-84.
- KALUZA, G. 2023. *Stressbewältigung: Das Manual zur psychologischen Gesundheitsförderung*, Springer-Verlag.
- KEIZER, A., SMEETS, M. A. M., DIJKERMAN, H. C., VAN DEN HOUT, M., KLUGKIST, I., VAN ELBURG, A. & POSTMA, A. 2011. Tactile body image disturbance in anorexia nervosa. *Psychiatry Research*, 190, 115-120.
- KELLER, A. & BUCHER DELLA TORRE, S. 2015. Sugar-Sweetened Beverages and Obesity among Children and Adolescents: A Review of Systematic Literature Reviews. *Child Obes*, 11, 338-46.
- KLOPPENBORG, J. T., GAMBORG, M., FONVIG, C. E., NIELSEN, T. R. H., PEDERSEN, O., JOHANNESSEN, J., HANSEN, T. & HOLM, J. C. 2018. The effect of impaired glucose metabolism on weight loss in multidisciplinary childhood obesity treatment. *Pediatr Diabetes*, 19, 366-374.
- KROMEYER-HAUSCHILD, K., WABITSCH, M., KUNZE, D., GELLER, F., GEIß, H. C., HESSE, V., VON HIPPEL, A., JAEGER, U., JOHNSSEN, D., KORTE, W., MENNER, K., MÜLLER, G., MÜLLER, J. M., NIEMANN-PILATUS, A., REMER, T., SCHAEFER, F., WITTCHEN, H. U., ZABRANSKY, S., ZELLNER, K., ZIEGLER, A. & HEBEBRAND, J. 2001.

- Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 149, 807-818.
- LANDIS, B. N., WELGE-LUESSEN, A., BRAMERSON, A., BENDE, M., MUELLER, C. A., NORDIN, S. & HUMMEL, T. 2009. "Taste Strips" - a rapid, lateralized, gustatory bedside identification test based on impregnated filter papers. *J Neurol*, 256, 242-8.
- LIBERATI, A., ALTMAN, D. G., TETZLAFF, J., MULROW, C., GOTZSCHE, P. C., IOANNIDIS, J. P., CLARKE, M., DEVEREAUX, P. J., KLEIJNEN, J. & MOHER, D. 2009. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ*, 339, b2700.
- LIU, P., MA, F., LOU, H. & LIU, Y. 2013. The utility of fat mass index vs. body mass index and percentage of body fat in the screening of metabolic syndrome. *BMC Public Health*, 13, 629.
- LIZNEVA, D., SUTURINA, L., WALKER, W., BRAKTA, S., GAVRILOVA-JORDAN, L. & AZZIZ, R. 2016. Criteria, prevalence, and phenotypes of polycystic ovary syndrome. *Fertility and Sterility*, 106, 6-15.
- LOHAUS, A., ESCHENBECK, H., KOHLMANN, C.-W. & KLEIN-HEßLING, J. 2006. *Fragebogen zur Erhebung von Stress und Stressbewältigung im Kindes-und Jugendalter (SSKJ 3-8)*.
- LOHRER, E. C., KNIPPING, J., GELLRICH, J., DWORSCHAK, A., SEIDEL, K. M., SPARING-PASCHKE, L. M., THIEME, T., ZSCHEILE, L. & SCHRIEVER, V. A. 2024. qU-Sniff - the development of a short version of the Universal "Sniffin' Sticks" test. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 176, 111834.
- MACK, I., GODWIN, J., KLOS, B., SAUER, H., WEILAND, A., HORING, B., ZIPFEL, S., ENCK, P. & MAZURAK, N. 2025. Food intake and eating behaviour during a real-life Snack Scenario in childhood obesity-An experiment using a hidden camera. *Eur Eat Disord Rev*, 33, 67-79.
- MASON, K., PAGE, L. & BALIKCIOGLU, P. G. 2014. Screening for hormonal, monogenic, and syndromic disorders in obese infants and children. *Pediatr Ann*, 43, e218-24.
- MAY, M. & ENGELI, S. 2020. Gewichtsänderung als unerwünschte Arzneimittelwirkung. *Adipositas - Ursachen, Folgeerkrankungen, Therapie*, 14, 133-139.
- MAZURAK, N., COOK, J., WEILAND, A., RITZE, Y., URSCHITZ, M., JUNNE, F., ZIPFEL, S., ENCK, P. & MACK, I. 2021. Impact of Childhood Obesity and Psychological Factors on Sleep. *Frontiers in Psychiatry*, 12.
- MAZURAK, N., SAUER, H., WEIMER, K., DAMMANN, D., ZIPFEL, S., HORING, B., MUTH, E. R., TEUFEL, M., ENCK, P. & MACK, I. 2016. Effect of a weight reduction program on baseline and stress-induced heart rate variability in children with obesity. *Obesity (Silver Spring)*, 24, 439-45.
- MCCARTHY, H. D., COLE, T. J., FRY, T., JEBB, S. A. & PRENTICE, A. M. 2006. Body fat reference curves for children. *International Journal of Obesity*, 30, 598-602.

- MECHANICK, J. I., HURLEY, D. L. & GARVEY, W. T. 2017. Adiposity-Based Chronic Disease as a new Diagnostic Term: The American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology Position Statement. *Endocrine Practice*, 23, 372-378.
- MÖLBERT, S. C., SAUER, H., DAMMANN, D., ZIPFEL, S., TEUFEL, M., JUNNE, F., ENCK, P., GIEL, K. E. & MACK, I. 2016. Multimodal Body Representation of Obese Children and Adolescents before and after Weight-Loss Treatment in Comparison to Normal-Weight Children. *PLoS One*, 11, e0166826.
- MOLERES, A., MILAGRO, F. I., MARCOS, A., GONZALEZ ZORZANO, E., CAMPOY, C., GARAGORRI, J. M., AZCONA-SANJULIAN, M. C., MARTINEZ, J. A., MARTI, A. & GROUP, E. S. 2014. Common variants in genes related to lipid and energy metabolism are associated with weight loss after an intervention in overweight/obese adolescents. *Nutr Hosp*, 30, 75-83.
- MOLERES, A., RENDO-URTEAGA, T., ZULET, M. A., MARCOS, A., CAMPOY, C., GARAGORRI, J. M., MARTINEZ, J. A., AZCONA-SANJULIAN, M. C., MARTI, A. & GROUP, E. S. 2012. Obesity susceptibility loci on body mass index and weight loss in Spanish adolescents after a lifestyle intervention. *J Pediatr*, 161, 466-470 e2.
- MOORE, B. F., HARRALL, K. K., SAUDER, K. A., GLUECK, D. H. & DABELEA, D. 2020. Neonatal Adiposity and Childhood Obesity. *Pediatrics*, 146.
- MOORE, C. J. & CUNNINGHAM, S. A. 2012. Social position, psychological stress, and obesity: a systematic review. *J Acad Nutr Diet*, 112, 518-26.
- MUEHLIG, Y., WABITSCH, M., MOSS, A. & HEBEBRAND, J. 2014. Weight loss in Children and Adolescents: a systematic review and evaluation of conservative, Non-Pharmacological obesity treatment programs. *Deutsches Ärzteblatt International*, 111, 818.
- MUELLER, C., KALLERT, S., RENNER, B., STIASSNY, K., TEMMEL, A., HUMMEL, T. & KOBAL, G. 2003. Quantitative assessment of gustatory function in a clinical context using impregnated" taste strips". *Rhinology*, 41, 2-6.
- MURER, S. B., KNOPFLI, B. H., AEGERLI, I., JUNG, A., WILDHABER, J., WILDHABER-BROOKS, J. & ZIMMERMANN, M. B. 2011. Baseline leptin and leptin reduction predict improvements in metabolic variables and long-term fat loss in obese children and adolescents: a prospective study of an inpatient weight-loss program. *Am J Clin Nutr*, 93, 695-702.
- NIEMEIER, B. S., HEKTNER, J. M. & ENGER, K. B. 2012. Parent participation in weight-related health interventions for children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Preventive Medicine*, 55, 3-13.
- OLESZKIEWICZ, A., SCHRIEVER, V. A., CROY, I., HÄHNER, A. & HUMMEL, T. 2019. Updated Sniffin' Sticks normative data based on an extended sample of 9139 subjects. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 276, 719-728.
- OUDE LUTTIKHUIS, H., BAUR, L., JANSEN, H., SHREWSBURY, V. A., O'MALLEY, C., STOLK, R. P. & SUMMERBELL, C. D. 2009. Interventions for treating obesity in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.

- OVERBERG, J., HUMMEL, T., KRUDE, H. & WIEGAND, S. 2012. Differences in taste sensitivity between obese and non-obese children and adolescents. *Arch Dis Child*, 97, 1048-52.
- PATEL, Z. M., DELGAUDIO, J. M. & WISE, S. K. 2015. Higher Body Mass Index Is Associated with Subjective Olfactory Dysfunction. *Behavioural Neurology*, 2015, 675635.
- PAULI-POTT, U., ALBAYRAK, O., HEBEBRAND, J. & POTT, W. 2010. Does inhibitory control capacity in overweight and obese children and adolescents predict success in a weight-reduction program? *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 19, 135-41.
- PFEIFFLÉ, S., PELLEGRINO, F., KRUSEMAN, M., PIJOLLET, C., VOLERY, M., SOGUEL, L. & BUCHER DELLA TORRE, S. 2019. Current recommendations for nutritional management of overweight and obesity in children and adolescents: a structured framework. *Nutrients*, 11, 362.
- PHAM, T., LAU, Z. J., CHEN, S. H. A. & MAKOWSKI, D. 2021. Heart Rate Variability in Psychology: A Review of HRV Indices and an Analysis Tutorial. *Sensors (Basel)*, 21.
- PIGEYRE, M., YAZDI, F. T., KAUR, Y. & MEYRE, D. 2016. Recent progress in genetics, epigenetics and metagenomics unveils the pathophysiology of human obesity. *Clin Sci (Lond)*, 130, 943-86.
- PIMPIN, L., JEBB, S., JOHNSON, L., WARDLE, J. & AMBROSINI, G. L. 2016. Dietary protein intake is associated with body mass index and weight up to 5 y of age in a prospective cohort of twins. *Am J Clin Nutr*, 103, 389-97.
- POMEROY, J., KRENTZ, A. D., RICHARDSON, J. G., BERG, R. L., VANWORMER, J. J. & HAWS, R. M. 2021. Bardet-Biedl syndrome: Weight patterns and genetics in a rare obesity syndrome. *Pediatric Obesity*, 16, e12703.
- POTT, W., ALBAYRAK, Ö., HEBEBRAND, J. & PAULI-POTT, U. 2009. Treating childhood obesity: Family background variables and the child's success in a weight-control intervention. *International Journal of Eating Disorders*, 42, 284-289.
- POTT, W., ALBAYRAK, Ö., HEBEBRAND, J. & PAULI-POTT, U. 2010. Course of Depressive Symptoms in Overweight Youth Participating in a Lifestyle Intervention: Associations With Weight Reduction. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 31.
- RENDO-URTEAGA, T., GARCIA-CALZON, S., GONZALEZ-MUNIESA, P., MILAGRO, F. I., CHUECA, M., OYARZABAL, M., AZCONA-SANJULIAN, M. C., MARTINEZ, J. A. & MARTI, A. 2015. Peripheral blood mononuclear cell gene expression profile in obese boys who followed a moderate energy-restricted diet: differences between high and low responders at baseline and after the intervention. *Br J Nutr*, 113, 331-42.
- REPPUCCI, D., HAMILTON, J., YEH, E. A., KATZ, S., AL-SALEH, S. & NARANG, I. 2016. ROHHAD syndrome and evolution of sleep disordered breathing. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 11, 106.
- RIBEIRO, G. & OLIVEIRA-MAIA, A. J. 2021. Sweet taste and obesity. *European Journal of Internal Medicine*, 92, 3-10.

- RICHMOND, R. C., TIMPSON, N. J., FELIX, J. F., PALMER, T., GAILLARD, R., MCMAHON, G., DAVEY SMITH, G., JADDOE, V. W. & LAWLOR, D. A. 2017. Using Genetic Variation to Explore the Causal Effect of Maternal Pregnancy Adiposity on Future Offspring Adiposity: A Mendelian Randomisation Study. *PLoS Med*, 14, e1002221.
- ROBERT KOCH-INSTITUT. 2020. *AdiMon-Themenblatt: Konzeptionelle Ansätze von Präventionsmaßnahmen* [Online]. Available: www.rki.de/adimon [Accessed 27.10.2025].
- RÖBL, M., DE SOUZA, M., SCHIEL, R., GELLHAUS, I., ZWIAUER, K., HOLL, R. W. & WIEGAND, S. 2013. The key role of psychosocial risk on therapeutic outcome in obese children and adolescents. Results from a longitudinal multicenter study. *Obes Facts*, 6, 297-305.
- ROTH, C. L., HINNEY, A., SCHUR, E. A., ELFERS, C. T. & REINEHR, T. 2013. Association analyses for dopamine receptor gene polymorphisms and weight status in a longitudinal analysis in obese children before and after lifestyle intervention. *BMC Pediatrics*, 13, 197.
- ROUW, E., VON GARTZEN, A. & WEIßENBORN, A. 2018. Bedeutung des Stillens für das Kind. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 61, 945-951.
- SAFAEI, M., SUNDARARAJAN, E. A., DRISS, M., BOULILA, W. & SHAPI'I, A. 2021. A systematic literature review on obesity: Understanding the causes & consequences of obesity and reviewing various machine learning approaches used to predict obesity. *Computers in Biology and Medicine*, 136, 104754.
- SAMMITO, S., THIELMANN, B., SEIBT, R., KLUSSMANN, A., WEIPPERT, M. & BÖCKELMANN, I. 2014. Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft. *AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin*, 2, 042.
- SANTORO, N., PERRONE, L., CIRILLO, G., RAIMONDO, P., AMATO, A., BRIENZA, C. & DEL GIUDICE, E. M. 2007. Effect of the melanocortin-3 receptor C17A and G241A variants on weight loss in childhood obesity2. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85, 950-953.
- SANTOS, C. M. D. C., PIMENTA, C. A. D. M. & NOBRE, M. R. C. 2007. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Revista latino-americana de enfermagem*, 15, 508-511.
- SAUER, H., KRUMM, A., WEIMER, K., HORING, B., MAZURAK, N., GULEWITSCH, M. D., HELLMOND, F., DAMMANN, D., BINDER, W., LINSE, P., ZIPFEL, S., EHEHALT, S., BINDER, G., DEMIRCIOGLU, A., MUTH, E. R., ENCK, P. & MACK, I. 2014. PreDicator Research in Obesity during Medical care - weight Loss in children and adolescents during an INpatient rehabilitation: rationale and design of the DROMLIN study. *J Eat Disord*, 2, 7.
- SAUER, H., OHLA, K., DAMMANN, D., TEUFEL, M., ZIPFEL, S., ENCK, P. & MACK, I. 2017. Changes in Gustatory Function and Taste Preference Following Weight Loss. *J Pediatr*, 182, 120-126.
- SCHIENKIEWITZ, A., BRETTSCHEIDER, A.-K., DAMEROW, S. & ROSARIO, A. S. 2018. Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter in

- Deutschland – Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends. Robert Koch-Institut, Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung.
- SCHIENKIEWITZ, A., KUHNERT, R., BLUME, M. & MENSINK, G. B. M. 2022. Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen in Deutschland - Ergebnisse der Studie GEDA 2019/2020-EHIS. *Journal of Health Monitoring*, 23-31.
- SEO, D.-C. & SA, J. 2010. A Meta-Analysis of Obesity Interventions Among U.S. Minority Children. *Journal of Adolescent Health*, 46, 309-323.
- SIMMONDS, M., LLEWELLYN, A., OWEN, C. G. & WOOLACOTT, N. 2016. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 17, 95-107.
- SKRANDIES, W. & ZSCHIESCHANG, R. 2015. Olfactory and gustatory functions and its relation to body weight. *Physiology & Behavior*, 142, 1-4.
- SPINELLI, S. & MONTELEONE, E. 2021. Food Preferences and Obesity. *enm*, 36, 209-219.
- STIGLIC, N. & VINER, R. M. 2019. Effects of screentime on the health and well-being of children and adolescents: a systematic review of reviews. *BMJ Open*, 9, e023191.
- STORY, M., STEVENS, J., EVANS, M., CORNELL, C. E., JUHAERI, GITTELSON, J., GOING, S. B., CLAY, T. E. & MURRAY, D. M. 2001. Weight Loss Attempts and Attitudes toward Body Size, Eating, and Physical Activity in American Indian Children: Relationship to Weight Status and Gender. *Obesity Research*, 9, 356-363.
- TAFEIT, E., GREILBERGER, J., CVIRN, G., LIPP, R. W., SCHNEDL, W. J., JÜRIMÄE, T., JÜRIMÄE, J. & WALLNER-LIEBMANN, S. J. 2009. Estimating DXA total body fat percentage by lipometer subcutaneous adipose tissue thicknesses. *Coll Antropol*, 33, 391-6.
- THORP, A. A., OWEN, N., NEUHAUS, M. & DUNSTAN, D. W. 2011. Sedentary Behaviors and Subsequent Health Outcomes in Adults: A Systematic Review of Longitudinal Studies, 1996–2011. *American Journal of Preventive Medicine*, 41, 207-215.
- TIROSH, A., SHAI, I., AFEK, A., DUBNOV-RAZ, G., AYALON, N., GORDON, B., DERAZNE, E., TZUR, D., SHAMIS, A., VINKER, S. & RUDICH, A. 2011. Adolescent BMI trajectory and risk of diabetes versus coronary disease. *N Engl J Med*, 364, 1315-25.
- TIWARI, R., KUMAR, R., MALIK, S., RAJ, T. & KUMAR, P. 2021. Analysis of Heart Rate Variability and Implication of Different Factors on Heart Rate Variability. *Curr Cardiol Rev*, 17, e160721189770.
- TOMIYAMA, A. J. 2019. Stress and Obesity. *Annu Rev Psychol*, 70, 703-718.
- TORBAHN, G., LISCHKA, J., JOISTEN, C. & WEGHUBER, D. 2023. Pädiatrische Versorgungsstrukturen bei Adipositas 2023 – Wo stehen wir? *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 171, 784-795.
- TRIER, C., HOLLENSTED, M., SCHNURR, T. M., LUND, M. A. V., NIELSEN, T. R. H., RUI, G., ANDERSSON, E. A., SVENDSTRUP, M., BILLE, D. S., GJESING, A. P., FONVIG, C. E., FRITHIOFF-BØJSØE, C., BALSLEV-HARDER, M., QUAN, S., GAMBORG, M., PEDERSEN, O., ÅNGQUIST, L., HOLM, J. C. & HANSEN, T. 2021. Obesity treatment effect in Danish

- children and adolescents carrying Melanocortin-4 Receptor mutations. *Int J Obes (Lond)*, 45, 66-76.
- TRIPATHI, M. & MISHRA, S. K. 2020. Screen time and adiposity among children and adolescents: a systematic review. *Journal of Public Health*, 28, 227-244.
- TWIG, G., YANIV, G., LEVINE, H., LEIBA, A., GOLDBERGER, N., DERAZNE, E., BEN-AMI SHOR, D., TZUR, D., AFEK, A., SHAMISS, A., HAKLAI, Z. & KARK, J. D. 2016. Body-Mass Index in 2.3 Million Adolescents and Cardiovascular Death in Adulthood. *N Engl J Med*, 374, 2430-40.
- UIJTDEWILLIGEN, L., PEETERS, G. M. E. E., VAN UFFELEN, J. G. Z., TWISK, J. W. R., SINGH, A. S. & BROWN, W. J. 2015. Determinants of physical activity in a cohort of young adult women. Who is at risk of inactive behaviour? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18, 49-55.
- VAN DER BAAN-SLOOTWEG, O., BENNINGA, M. A., BEELEN, A., VAN DER PALEN, J., TAMMINGA-SMEULDERS, C., TIJSSEN, J. G. & VAN AALDEREN, W. M. 2014. Inpatient treatment of children and adolescents with severe obesity in the Netherlands: a randomized clinical trial. *JAMA Pediatr*, 168, 807-14.
- VAN EGMOND-FROELICH, A., BULLINGER, M., HOLL, R. W., HOFFMEISTER, U., MANN, R., GOLDAPP, C., WESTENHOEFER, J., RAVENS-SIEBERER, U. & DE ZWAAN, M. 2012. The hyperactivity/inattention subscale of the Strengths and Difficulties Questionnaire predicts short- and long-term weight loss in overweight children and adolescents treated as outpatients. *Obes Facts*, 5, 856-68.
- VANDER WAL, J. S., HUELSING, J., DUBUISSON, O. & DHURANDHAR, N. V. 2013. An observational study of the association between adenovirus 36 antibody status and weight loss among youth. *Obes Facts*, 6, 269-78.
- VARKEVISSER, R. D. M., VAN STRALEN, M. M., KROEZE, W., KET, J. C. F. & STEENHUIS, I. H. M. 2019. Determinants of weight loss maintenance: a systematic review. *Obesity Reviews*, 20, 171-211.
- VERMEIREN, E., VAN EYCK, A., VAN DE MAELE, K., YSEBAERT, M., MAKHOUT, S., DE GUCHTENAERE, A., VAN HELVOIRT, M., TANGHE, A., NAETS, T., VERVOORT, L., BRAET, C., BRUYNDONCKX, L., DE WINTER, B., VERHULST, S. & VAN HOORENBEECK, K. 2022. The Predictive Value of Adipokines and Metabolic Risk Factors for Dropouts and Treatment Outcomes in Children With Obesity Treated in a Pediatric Rehabilitation Center. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 13, 822962.
- VOLLBACH, H., BRANDT, S., LAHR, G., DENZER, C., VON SCHNURBEIN, J., DEBATIN, K. M. & WABITSCH, M. 2017. Prevalence and phenotypic characterization of MC4R variants in a large pediatric cohort. *International Journal of Obesity*, 41, 13-22.
- WABITSCH, M. 2022. Zentrale Regulation von Hunger, Sättigung und Energieverbrauch In: WABITSCH, M., HEBEBRAND, J., KIESS, W., REINEHR, T. & WIEGAND, S. (eds.) *Adipositas bei Kindern und Jugendlichen: Grundlagen und Klinik*. 2nd ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- WABITSCH, M. & KIESS, W. 2024. Definitionen und Epidemiologie. In: HAUNER, H. & WIRTH, A. (eds.) *Adipositas: Ätiologie, Folgekrankheiten, Diagnostik, Therapie*. 5th ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- WABITSCH, M. & MOß, A. 2019. S3-Leitlinie Therapie und Prävention der Adipositas im Kindes-und Jugendalter. *Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes und Jugendalter (AGA)*.
- WANSINK, B. & VAN ITTERSUM, K. 2003. Bottoms up! The influence of elongation on pouring and consumption volume. *Journal of consumer research*, 30, 455-463.
- WANSINK, B. & VAN ITTERSUM, K. 2005. Shape of glass and amount of alcohol poured: comparative study of effect of practice and concentration. *BMJ*, 331, 1512.
- WATERS, E., DE SILVA-SANIGORSKI, A., BURFORD, B. J., BROWN, T., CAMPBELL, K. J., GAO, Y., ARMSTRONG, R., PROSSER, L. & SUMMERBELL, C. D. 2011. Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- WEILAND, A., KASEMANN, L., SAUER, H., HORING, B., ZIPFEL, S., MAZURAK, N., ENCK, P. & MACK, I. 2025. Predictors of Body Weight Loss and Body Weight Loss Maintenance in Children and Adolescents Following Inpatient Multidisciplinary Obesity Treatment. *Obes Facts*, 1-21.
- WEILAND, A., KASEMANN, L., ZIPFEL, S., EHEHALT, S., ZISER, K., JUNNE, F. & MACK, I. 2022. Predictors of Weight Loss and Weight Loss Maintenance in Children and Adolescents With Obesity After Behavioral Weight Loss Intervention. *Front Public Health*, 10, 813822.
- WELGE-LUSSEN, A., DORIG, P., WOLFENBERGER, M., KRONE, F. & HUMMEL, T. 2011. A study about the frequency of taste disorders. *J Neurol*, 258, 386-92.
- WENG, S. F., REDSELL, S. A., SWIFT, J. A., YANG, M. & GLAZEBROOK, C. P. 2012. Systematic review and meta-analyses of risk factors for childhood overweight identifiable during infancy. *Archives of Disease in Childhood*, 97, 1019.
- WOLTERS, B., LASS, N. & REINEHR, T. 2013. TSH and free triiodothyronine concentrations are associated with weight loss in a lifestyle intervention and weight regain afterwards in obese children. *Eur J Endocrinol*, 168, 323-9.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2010. *A healthy lifestyle - WHO recommendations* [Online]. <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>. [Accessed 19.07.2023].
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2021. *Obesity and Overweight* [Online]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. [Accessed 19.07.2023].
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2025. *Obesity and Overweight* [Online]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. [Accessed 27.10.2025].

- WORLD OBESITY FEDERATION. 2023. *World obesity atlas 2023* [Online]. Available: <https://data.worldobesity.org/publications/?cat=19> [Accessed 27.10.2025].
- ZAMRAZILOVA, H., ALDHOON-HAINEROVA, I., ATKINSON, R. L., DUSATKOVA, L., SEDLACKOVA, B., LEE, Z. P., KUNESOVA, M., HILL, M. & HAINER, V. 2015. Adenovirus 36 infection: a role in dietary intake and response to inpatient weight management in obese girls. *Int J Obes (Lond)*, 39, 1757-60.
- ZOLOTARJOVA, J., TEN VELDE, G. & VREUGDENHIL, A. C. E. 2018. Effects of multidisciplinary interventions on weight loss and health outcomes in children and adolescents with morbid obesity. *Obesity Reviews*, 19, 931-946.

7 Erklärung zum Eigenanteil

Diese Dissertation wurde in der Medizinischen Klinik VI, Abteilung für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie, unter Betreuung von Prof. Dr. Isabelle Mack durchgeführt. Im Rahmen dieser Monographie habe ich eine Publikation (Review) mit geteilter Erstautorenschaft und eine Publikation (DOMLIN-Studie) als Koautor veröffentlicht. Bei beiden Publikationen waren mehrere Mitautoren und Autorinnen in unterschiedlichem Ausmaß beteiligt.

Im Rahmen der ersten Publikation (Review) erfolgte die Auswahl der Methoden durch Prof. Dr. Isabelle Mack, Alisa Weiland und mich. Von Alisa Weiland und mir wurde das Manuskript geschrieben und die Abbildungen erstellt, wobei uns Prof. Dr. Isabelle Mack jederzeit beratend zur Seite stand.

Die Datenerhebung im Rahmen der systematischen Literaturrecherche erfolgte durch Alisa Weiland und durch mich. Der Suchterm hierfür wurde unter Anleitung von Dr. Diana Mader von mir erstellt und die Paper der Suchergebnisse in das Literaturprogramm eingepflegt. Bei der Qualitätsbeurteilung der eingeschlossenen Studien unterstützte Dr. Katrin Ziser maßgeblich. Zur Interpretation der Ergebnisse haben neben Alisa Weiland und mir auch Prof. Dr. Isabelle Mack und Dr. Katrin Ziser beigetragen. Alle Mitautoren und Mitautorinnen haben das originale Manuskript gelesen, bearbeitet und mit ihren Kommentaren bereichert. Die Supervision für dieses Projekt erfolgte durch Prof. Dr. Isabelle Mack.

Die Konzeption der DROMLIN-Studie, welche in einer separaten Publikation veröffentlicht wurde, erfolgte durch Prof. Dr. Paul Enck, Prof. Dr. Isabelle Mack, Dr. Helene Sauer, Prof. Dr. Björn Horing und Prof. Dr. Nazar Mazurak.

Die Methoden der zweiten Publikation (DROMLIN-Studie) wurden durch Prof. Dr. Björn Horing, Prof. Dr. Paul Enck, Prof. Dr. Isabelle Mack, Dr. Helene Sauer, Alisa Weiland und durch mich ausgewählt. Erfasst wurden die Daten von Dr. Helene Sauer, welche durch Prof. Dr. Björn Horing unterstützt wurde. Die Analyse der Daten wurden von Alisa Weiland und mir durchgeführt mit teilweiser Unterstützung und Beratung durch Prof. Dr. Björn Horing und Prof. Dr. Peter Martus. Interpretiert wurden die Ergebnisse durch Alisa Weiland

und mich mit Unterstützung von Prof. Dr. Isabelle Mack, Prof. Dr. Björn Horing und Dr. Nazar Mazurak. Alisa Weiland war Hauptverfasserin des Artikels, wobei auch Prof. Dr. Isabelle Mack und ich einen Anteil hatten. Alle Mitautoren und Mitautorinnen haben das originale Manuskript gelesen, bearbeitet und durch ihre Kommentare einen wertvollen Beitrag geleistet. Die Abbildungen wurde von mir erstellt mit Unterstützung von Prof. Dr. Björn Horing. Die Supervision fand durch Prof. Dr. Isabelle Mack und zusätzlich Prof. Dr. Björn Horing und Dr. Nazar Mazurak statt.

Die hier vorliegende Dissertation wurde von mir selbstständig verfasst und schließt die beiden oben genannten Veröffentlichungen mit den von mir benannten Eigenanteilsleistungen ein. Die in der Dissertation enthaltene Datenanalyse der DROMLIN-Studie wurde durch mich in Matlab durchgeführt, unterstützt und beraten durch Prof. Dr. Björn Horing. Für die Durchführung der hierarchisch linearen Modelle (HLM) wurde eine Beratung durch das Institut für klinische Epidemiologie und angewandte Biometrie der Universität Tübingen in Person von Prof. Dr. Peter Martus in Anspruch genommen. Die Interpretation der Ergebnisse fand durch mich statt, wobei Prof. Dr. Björn Horing und Prof. Dr. Isabelle Mack beratend zur Seite standen. Die dazu gehörigen Abbildungen wurden durch mich erstellt unterstützt von Prof. Dr. Björn Horing.

Ich versichere, das Manuskript selbstständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den

8 Veröffentlichungen

Teile der vorliegenden Dissertationsschrift wurden bereits in englischer Sprache in den folgenden Publikationen veröffentlicht:

1. Alisa Weiland und Lena Kasemann, "Predictors of Weight Loss and Weight Loss Maintenance in Children and Adolescents With Obesity After Behavioral Weight Loss Intervention", *Frontiers Public Health*, 03/2022, Volume 10, Artikel 813822, DOI: 10.3389/fpubh.2022.813822
2. Alisa Weiland, "Predictors of Body Weight Loss and Body Weight Loss Maintenance in Children and Adolescents Following Inpatient Multidisciplinary Obesity Treatment", *Obesity Facts*, 05/11/2025, DOI: 10.1159/000548602

9 Anhang

9.1 Suchstrategie

Suchstrategien für die systematische Literaturrecherche zu Prädiktoren für Gewichtsreduktion und Gewichtsstabilisierung bei Kindern und Jugendlichen in den Datenbanken PubMed, Cochrane Library und Web of science.

9.1.1 Suchterm PubMed

((("Adiposity"[Mesh] OR Adipos*[tiab] OR Obesity[tiab] OR Adipose[tiab] OR Obese[tiab] OR Overweight [tiab] OR "Obesity"[Mesh] OR "pediatric obesity"[MeSH])) AND (("Weight Reduction Programs"[Mesh] OR "Diet, Reducing" [Mesh] OR Slimming program [tiab] OR Weight-loss program [tiab] OR Weight-loss intervention[tiab] OR Weight loss program[tiab] OR Weight loss therapy[tiab] OR Weight loss management[tiab] OR Weight reduction program[tiab] OR Weight reduction therapy[tiab] OR Weight reduction management[tiab] OR Weight reduction intervention[tiab] OR Weight reducing program[tiab] OR Weight reducing therapy[tiab] OR Weight reducing management[tiab] OR Weight reducing intervention[tiab] OR Weight control program[tiab] OR Weight control therapy[tiab] OR Weight control management[tiab] OR Weight control intervention[tiab])))) AND (((("Weight Loss"[Mesh:NoExp] OR Weight Loss*[tiab] OR Weight Reduction*[tiab] OR "Reductions of Weight"[tiab] OR "Reduction of Weight"[tiab] OR "Loss of Weight"[tiab] OR "Losses of Weight"[tiab]) AND (Variable*[tiab] OR Factor[tiab] OR Factors[tiab] OR Prognos*[tiab] OR Mediator*[tiab] OR follow-up[tiab] OR predict*[tiab] OR relationship[tiab] OR Indicat*[tiab] OR Correl*[tiab] OR Mediate*[tiab] OR Associat*[tiab] OR Influence[tiab] OR Impact[tiab] OR Effect[tiab] OR Effects [tiab] OR Role[tiab])) OR Weight Predictors[tiab] OR "Weight Predictor"[tiab] OR "Weight trajectory predictors"[tiab] OR "Weight trajectory predictor"[tiab] OR Weight outcome*[tiab] OR ("Gastrointestinal Tract"[Mesh] OR Gastrointestinal Tracts[tiab] OR Gastrointestinal Tract[tiab] OR Digestive Tract[tiab] OR Digestive Tracts[tiab])) AND ("Smell"[Mesh] OR Smell[tiab] OR Olfaction[tiab] OR Olfactory[tiab] OR "Olfaction Disorders"[Mesh] OR Cacosmia[tiab] OR Cacosmias[tiab] OR Dysosmia[tiab] OR Dysosmias[tiab]

OR Paraosmia[tiab] OR Paraosmias[tiab] OR Anosmia[tiab] OR "Taste"[Mesh]
 OR Taste[tiab] OR Tastes[tiab] OR Gustation[tiab] OR Gustations[tiab] OR
 "Taste Disorders"[Mesh] OR ("Feeding Behavior"[Mesh] NOT
 (Cannibalism[Mesh] OR Coprophagia[Mesh])) OR Eating Behavior[tiab] OR
 Eating Behaviors[tiab] OR Food Habits[tiab] OR Food Habit[tiab] OR Eating
 Habits[tiab] OR Eating Habit[tiab] OR Dietary Habits[tiab] OR Dietary Habit[tiab]
 OR Diet Habits[tiab] OR Diet Habit[tiab])) OR (("Autonomic Nervous
 System"[Mesh] OR Autonomic Nervous Systems[tiab] OR Autonomic Nervous
 System[tiab]) AND (Heart Rate[tiab] OR Heart Rates[tiab] OR "Heart beat
 perception"[tiab] OR ("Hemodynamics"[Mesh] NOT (Baroreflex[Mesh] OR
 Pulmonary Wedge Pressure[Mesh] OR Valsalva Maneuver[Mesh] OR
 Ventricular Pressure[Mesh]))) OR "Depression"[Mesh] OR Depressions[tiab]
 OR Depresson[tiab] OR Depressive Symptoms[tiab] OR Depressive
 Symptom[tiab] OR "Depressive Disorder"[Mesh] OR Depressive Disorders[tiab]
 OR Depressive Disorder[tiab] OR Depressive Neuroses[tiab] OR Depressive
 Neurosis[tiab] OR Endogenous Depression[tiab] OR Endogenous
 Depressions[tiab] OR Depressive Syndrome[tiab] OR Depressive
 Syndromes[tiab] OR "Anxiety"[Mesh:NoExp] OR Hypervigilance[tiab] OR
 Nervousness[tiab] OR Anxiety[tiab] OR Anxieties[tiab] OR "Anxiety
 Disorders"[Mesh] OR "Self Concept"[Mesh] OR Self Perception[tiab] OR Self
 Perceptions[tiab] OR Self Confidence[tiab] OR Self Esteem[tiab] OR Self
 Esteems[tiab] OR "Body Image"[Mesh] OR Body Images[tiab] OR Body
 Image[tiab] OR Body Representation[tiab] OR Body Representations[tiab] OR
 Body Schema[tiab] OR Body Schemas[tiab] OR "Stress, Psychological"[Mesh]
 OR Stress[tiab] OR Stresses[tiab] OR Suffering[tiab] OR Sufferings[tiab] OR
 "Physical Fitness"[Mesh] OR "Physical Endurance"[Mesh] OR Physical
 Stamina[tiab] OR Physical Endurance[tiab] OR Physical Fitness[tiab] OR
 "metabolism" [Subheading] OR "Genetics"[Mesh])) AND (((("Adolescent"[Mesh]
 OR "Child"[Mesh] OR "Infant"[Mesh] OR Infan* [tiab] OR minors[tiab] OR
 minors*[tiab] OR boy[tiab] OR boys[tiab] OR boyhood[tiab] OR girl*[tiab] OR
 kid[tiab] OR kids[tiab] OR child*[tiab] OR adolescen*[tiab] OR juvenile*[tiab] OR
 youth*[tiab] OR teen*[tiab] OR tween*[tiab] OR underage*[tiab] OR

prepubescen*[tiab] OR prebubescen*[tiab] OR pediatrics[tiab] OR
 pediatric*[tiab] OR peadiatric*[tiab] OR young people*[tiab] OR "young
 person"[tiab] OR Childhood[tiab]) NOT ("Adult"[Mesh] NOT ("Adolescent"[Mesh]
 OR "Child"[Mesh] OR "Infant"[Mesh] OR Infan* [tiab] OR minors[tiab] OR
 minors*[tiab] OR boy[tiab] OR boys[tiab] OR boyhood[tiab] OR girl*[tiab] OR
 kid[tiab] OR kids[tiab] OR child*[tiab] OR adolescen*[tiab] OR juvenile*[tiab] OR
 youth*[tiab] OR teen*[tiab] OR tween*[tiab] OR underage*[tiab] OR
 prepubescen*[tiab] OR prebubescen*[tiab] OR pediatrics[tiab] OR
 pediatric*[tiab] OR peadiatric*[tiab] OR young people*[tiab] OR "young
 person"[tiab] OR Childhood[tiab])))) NOT ("Animals"[Mesh] NOT
 "Humans"[Mesh]))))

9.1.2 Suchterm Cochrane Library

Strategie:

#1 AND #2 AND #5 AND #6

#1

[mh "Adiposity"] OR (Adipos* OR Obesit* OR Obes* OR Overweight OR):ti,ab,kw [mh "Obesity"] OR [mh "pediatric obesity"]
--

#2

[mh "Weight Reduction Programs"] OR [mh "Diet, Reducing"] OR ("Slimming program" OR "Weight-loss program*" OR
--

"Weight-loss intervention*" OR
 "Weight loss program*" OR
 "Weight loss therapy" OR
 "Weight loss management" OR
 "Weight reduction program*" OR
 "Weight reduction therapy*" OR
 "Weight reduction management" OR
 "Weight reduction intervention*" OR
 "Weight reducing program*" OR
 "Weight reducing therapy" OR
 "Weight reducing management" OR
 "Weight reducing intervention*" OR
 "Weight control program*" OR
 "Weight control therapy" OR
 "Weight control management" OR
 "Weight control intervention*"):ti,ab,kw

#3

([mh "Weight Loss"] OR
 ("Weight Loss*" OR
 "Weight Reduction*" OR
 "Reductions of Weight" OR
 "Reduction of Weight" OR
 "Loss of Weight" OR
 "Losses of Weight"):ti,ab,kw) AND
 ((Variable* OR
 Factor OR
 Factors OR
 Prognos* OR
 Mediator* OR
 follow-up OR

predict* OR
relationship OR
Indicat* OR
Correl* OR
Mediate* OR
Associat* OR
Influence OR
Impact OR
Effect OR
Effects OR
Role):ti,ab,kw)) OR
("Weight Predictor*" OR
"Weight trajectory predictor*" OR
"Weight outcome*"):ti,ab,kw

#4

(([mh "Gastrointestinal Tract"] OR
("Gastrointestinal Tract*" OR
"Digestive Tract*"):ti,ab,kw) AND
([mh "Smell"] OR
[mh "Olfaction Disorders"] OR
[mh "Taste"] OR
[mh "Taste Disorders"] OR
(Smell OR
Olfaction OR
Olfactory OR
Cacosmia* OR
Dysosmia* OR
Paraosmia* OR
Anosmia OR
Taste* OR

Gustation* OR
 "Eating Behavior*" OR
 "Food Habit*" OR
 "Eating Habit*" OR
 "Dietary Habit*" OR
 "Diet Habit*"):ti,ab,kw OR
 ([mh "Feeding Behavior"] NOT ([mh "Cannibalism"]
 OR [mh "Coprophagia"]))) OR
 (([mh "Autonomic Nervous System"] OR
 ("Autonomic Nervous System*"):ti,ab,kw)
 AND
 ("Heart Rate*" OR
 "Heart beat perception"):ti,ab,kw OR
 ([mh "Hemodynamics"] NOT ([mh "Baroreflex"] OR
 [mh "Pulmonary Wedge Pressure"] OR [mh
 "Valsalva Maneuver"] OR [mh "Ventricular
 Pressure"]))) OR
 [mh "Depression"] OR
 [mh "Depressive Disorder"] OR
 [mh "Anxiety"] OR
 [mh "Anxiety Disorders"] OR
 [mh "Self Concept"] OR
 [mh "Body Image"] OR
 [mh "Stress, Psychological"] OR
 [mh "Physical Fitness"] OR
 [mh "Physical Endurance"] OR
 [mh "Genetics"] OR
 (Depressions* OR
 "Depressive Symptom*" OR
 "Depressive Disorder*" OR
 "Depressive Neuroses" OR
 "Depressive Neurosis" OR

"Endogenous Depression*" OR
"Depressive Syndrome*" OR
Hypervigilance OR
Nervousness OR
Anxiety OR
Anxieties OR
"Self Perception*" OR
"Self Confidence" OR
"Self Esteem*" OR
"Body Image*" OR
"Body Representation*" OR
"Body Schema*" OR
Stress* OR
Suffering* OR
"Physical Stamina" OR
"Physical Endurance" OR
"Physical Fitness"):ti,ab,kw

#5

([mh "Adolescent"]
OR [mh "Child"]
OR [mh "Infant"]
OR (Infan*
OR minors*
OR boy*
OR boyhood
OR girl*
OR kid*
OR child*
OR adolescen*
OR juvenile*

OR youth*
 OR teen*
 OR tween*
 OR underage*
 OR prepubescen*
 OR prebubescen*
 OR pediatric*
 OR peadiatric*
 OR "young people*"
 OR "young person"
 OR Childhood):ti,ab,kw) NOT
 ([mh "Adult"] NOT ([mh "Adolescent"]
 OR [mh "Child"]
 OR [mh "Infant"]
 OR (Infan*
 OR minors*
 OR boy*
 OR boyhood
 OR girl*
 OR kid*
 OR child*
 OR adolescen*
 OR juvenile*
 OR youth*
 OR teen*
 OR tween*
 OR underage*
 OR prepubescen*
 OR prebubescen*
 OR pediatric*
 OR peadiatric*
 OR "young people*"

OR "young person"
OR Childhood):ti,ab,kw)) NOT
([mh "Animals"] NOT
[mh "Humans"])

#6

#3 OR #4

9.1.3 *Suterm Web of Science*

Strategie:

#1 AND #2 AND #5 AND #6

#1

TS = (Adipos* OR Obesit* OR Obese OR
Overweight)

#2

TS = (Weight NEAR/0 (Reduction OR Loss OR
Reducing OR Control*) NEAR/0 (Program\$ OR
Management OR Intervention\$ OR Therap*))

#3

TS = (((((Weight NEAR/0 (Loss OR Reduction\$))
OR ((Reduction\$ OR Loss) NEAR/0 Weight)) AND
(Variable* OR Factor\$ OR Prognos* OR Mediator\$
OR follow-up OR predict* OR relationship OR

Indicat* OR Correl* OR Mediate* OR Associat* OR
 Influence OR Impact\$ OR Effect\$ OR Role\$)) OR
 (((Weight NEAR/0 (Predictor\$ OR outcome\$)) OR
 (Weight NEAR/0 Trajectory NEAR/0 Predictor\$))))

#4

TS = (((Gastrointestinal OR Digestive) NEAR/0
 Tract\$) AND
 (Smell OR Olfactor* OR Cacosmia\$ OR Dysomia\$
 OR Parasomia OR Anosmia\$ OR Taste\$ OR
 Gustation\$ OR (Eating NEAR/0 Behavior\$) OR
 ((Food OR Dietary OR Eating) NEAR/0 Habit\$)))
 OR
 ((Autonomic NEAR/0 Nervous NEAR/0 System\$)
 AND
 ((Heart NEAR/0 Rate\$) OR (Heart NEAR/0 Beat
 Near/0 Perception\$) OR Hemodynamic*)) OR
 (Depression\$ OR (Depressive NEAR/0 (Disorder\$
 OR Symptom\$ OR Neuros?s OR Syndrome\$)) OR
 (Endogenous NEAR/0 Depression\$) OR Anxiet*
 OR Hypervigilance\$ OR Nervousness OR (Self
 NEAR/0 (Concept OR Perception\$ OR Confidence
 OR Esteem\$)) OR (Body NEAR/0 (Image\$ OR
 Representation\$ OR Schema\$)) OR stress OR
 stresses OR Suffering\$ OR (Physical NEAR/0
 (Fitness OR Endurance OR Stamina))))

#5

TS = (((Adolescen* OR Child OR Children OR
Minor\$ OR Infant\$ OR Boy\$ OR Girl\$ OR Boyhood
OR Kid\$ OR Juvenile\$ OR Youth* OR Teen\$ OR
Underage\$ OR Pre?ubescen* OR Pediatric* OR
Peadiatric* OR (Young NEAR/0 (Person\$ OR
People)) OR Childhood) NOT
(Adult\$ NOT (Adolescen* OR Child OR Children
OR Minor\$ OR Infant\$ OR Boy\$ OR Girl\$ OR
Boyhood OR Kid\$ OR Juvenile\$ OR Youth* OR
Teen\$ OR Underage\$ OR Pre?ubescen* OR
Pediatric* OR Peadiatric* OR (Young NEAR/0 (Person\$ OR People)) OR Childhood))) NOT
(Animal\$ NOT Human\$))

#6

#3 OR #4

9.2 Studiencharakteristika

Tabelle 15: Studiencharakteristika aller über die systematische Literaturrecherche selektierten Studien, welche Faktoren auf ihre Prädiktivität für Gewichtsreduktion und Gewichtsstabilisierung untersucht haben

Abkürzungen: QAT: Quality Assessment Tool; n: Anzahl; SD: Standardabweichung; KI: Konfidenzintervall; BMI-SDS: Body Mass Index-Standard Deviation Score ♀: weiblich; K: Kontrollgruppe; I: Intervention; BL: Baseline; T: Messung nach der Behandlung; FU: Follow-up Messung; RCT: Randomized controlled trial; BA: Before-and-after comparison (ohne Kontrollgruppe); NRCT: onrandomized controlled trial; B: Belgium; U.S.: United States of America; UK: Vereinigtes Königreich; I: Italien; E: England; DK: Dänemark; D: Deutschland; CH: Schweiz; CZ: Tschechische Republik; N.B.: nicht berichtet;

Studie	Intervention	Stichprobengröße und Charakterisierung		Prädiktoren	QAT
Autor (Jahr)	Studientyp; Land; Intervention; Länge; Follow-up; Stationär /Ambulant; Involvierung der Eltern	Stichprobengröße n; Alter (SD); Geschlecht (%); BMI [BMI-SDS] (SD)		Thema, Prädiktion (pos. = ↑, neg. = ↓ nicht prädiktiv = ↔), berichtete Statistik (Outcome, Methode)	
Augustijn et al. (2018)	NRCT; B; Diät-Sport- Verhalten; 5 Monate (6-10 Monate); Kein Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 32; Alter: 9,6 (1,1); 56 % ♀; BMI: 2,7 (0,3) T1: n = 30; Alter: 9,9 (1,2); 60 % ♀; BMI: 2,0 (0,4)	Hierarchische Regression, Alters- und Geschlechtskontrolliert	4
		K:	BL: n = 32; Alter: 9,6 (1,2); 44 % ♀; BMI: 0,1 (0,5) T1: n = 25; Alter: 9,9 (1,2); 28 % ♀; BMI: 0,1 (0,5)	Motorische Fähigkeiten und Exekutive Funktionen ↑ F = 4,74, p = .003, Effect size: 32,3 %	
				Manuelle Fertigkeiten ↔ /	
				Fähigkeiten im Umgang mit dem Ball ↑ (↑) N.B., Effect size: 16,3 % (p FDR = .084)	
				Gleichgewichtsfähigkeiten (statisch und dynamisch) ↔ /	
				Aufmerksamkeitsverschiebung (intra-extra dimensionaler Fokuswechsel): präextradimensionale Fehler, Gesamtversuche (adjustiert) ↔ /	

				Aktualisierung und Verarbeitung des Arbeitsgedächtnisinhalts und inhibitorische Kontrolle ↔ / (Schnelle Verarbeitung visueller Reize (rapid visual information processing, RVP): RVP korrekte Antworten, RVP falsche Antworten Planen und Entscheiden (Stockings of Cambridge): SOC ↔ / Problemlösung mit minimaler Zuganzahl, SOC durchschnittliche Zuganzahl, SOC durchschnittliche initiale Denkzeit (ms), SOC durchschnittliche nachträgliche Denkzeit (ms)	
<i>(Boutelle et al., 2019)</i>	NRCT; U.S.; Diät-Sport-Verhalten; 6 Monate; 6 & 12 Monate Follow-up; Ambulant; Eltern involviert	I:	BL: n = 150; Alter: 10,41 (1,27); 67 % ♀; BMI: 2,0 (0,3)	Linear mixed-effect models	3
		ISR: IAE: IEE: ISE: IAE: IEE: ISE: IAE: IEE:	BL: n = 71; Alter: 10,59 (1,32); 63 % ♀; BMI: 2,0 BL: n = 52; Alter: 10,37 (1,18); 69 % ♀; BMI: 1,9 BL: n = 27; Alter: 10,03 (1,25); 70 % ♀; BMI: 2,0 T1: n = 71; Alter: 10,59 (1,32); 63 % ♀; BMI: 1,77 T1: n = 52; Alter: 10,37 (1,18); 69 % ♀; BMI: 1,75 T1: n = 27; Alter: 10,03 (1,25); 70 % ♀; BMI: 1,78 FU1: n = N.B.; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 1,74 FU1: n = N.B.; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 1,85 FU1: n = N.B.; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 1,85	Phänotypen der Verlaufsgruppen (hohes Sättigungsempfinden, ausgeprägtes Ansprechen auf Essen, ausgeprägtes emotionsgeleitetes Essen) ↔ / Phänotyp: hohes Sättigungsempfinden (M) ↑ ^{FU} N.B., p < .05	

		ISE: IAE: IEE:	FU2: n = N.B.; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 1,74 FU2: n = N.B.; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 1,88 FU2: n = N.B.; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 1,87 SE = Gruppe mit hohem Sättigungsempfinden , AE = Gruppe mit ausgeprägtem Ansprechen auf Essen, EE = Gruppe mit ausgeprägtem emotionsgeleitetem Essen			
<i>(Celi et al., 2003)</i>	BA; I; Diät-Sport-Verhalten; 12 Monate; 12 Monate Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 172; Alter: N.B.; 52 % ♀; BMI: 1,94 (0,55) T1: n = 172; Alter: N.B.; 52 % ♀; BMI: 1,5 (0,59) FU1: n = 172; Alter: N.B.; 52 % ♀; BMI: 1,48 (0,68)	Univariate Regressionsanalyse		3
				Alter	↔ ^{FU} /	
				Initialer BMI-SDS	↔ ^{FU} /	
				Verteilung des Geschlechts (%)	↔ ^{FU} /	
				Serum Leptin Konzentration (BL)	↔ ^{FU} /	
				Insulin	↔ ^{FU} /	
				Blutfettwerte	↔ ^{FU} /	
				Blutdruck	↔ ^{FU} /	
				BMI Eltern	↔ ^{FU} /	
				Multivariates Regressionsmodell , Odds		
				Geschlecht	↔ ^{FU} /	
				Pubertätsstadium	↓ ^{FU} OR 0,78; 95%-KI [0,63-0,96]	
				BMI Änderung nach der Intervention	↔ ^{FU} /	
				Serum Leptin Konzentration nach der Intervention	↑ ^{FU} OR 1,08; 95%-KI [1,04-1,01]	
				Serum Leptinkonzentration Änderung vor zu nach der Intervention	↓ ^{FU} OR 0,48; 95%-KI [0,25-0,92]	

<i>(Dubuisson et al., 2012)</i>	BA; B; Diät-Sport- Verhalten; 9 Monate (26 Monate); Kein Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 144; Alter: 10,5 (3,1); 59 % ♀; BMI: 2,73 (0,6) T1: n = 144; Alter: 10,5 (3,1); 59 % ♀; BMI: 2,59 (0,6)	Nichtlineare Regression mit P Splines		2
				Täglicher Verzehr: Obst, Saft, Gemüse, Suppe, Kekse (BL)	↔ /	
				Täglicher Verzehr: Wasser (BL)	↑ N.B., p = .046	
				Täglicher Verzehr: Soda (BL)	↓ N.B., p < .001	
				Länge der Intervention/Anzahl der Termine	↔ /	
				Therapieadhärenz	↑ N.B., p < .001	
				Adjuvante Therapien: Compliance	↑ N.B., p < .001	
				Alter	↔ /	
				Physische Gesundheit: Asthma, Gestationsdiabetes, psychische Gesundheit, schlechte Schlafqualität	↔ /	
				Wachstum	↔ /	
				Essverhalten: tägliches Frühstück, zwei warme Mahlzeiten am Tag, Snacking, große Portionen, Pathologie der Essstörung	↔ /	
				Familiäre Unterstützung bei dem Projekt	↑ N.B., p = .004	
				Familiäre Unterstützung bei der Freizeitgestaltung zu Hause	↔ /	
				Vorgeschichte: Geburtsgewicht (> 4000 g), Stillen > 5 Monate	↔ /	
				Initialer BMI	↔ /	
				Motivation	↑ N.B., p < .001	
				Fettleibigkeit in der Familie	↔ /	
				Einzelkind	↑ N.B., p = .026	
				Anwesenheit der Eltern nach der Schule, Doppelhaushalt	↔ /	
				Körperliche Aktivität	↑ N.B., p = .037	
				Verzögerte Pubertät	↓ N.B., p = .046	
				Geschlecht	↔ /	
				Soziale Integration	↔ /	
				Delta Gewichtsveränderung	↑ N.B.	
				Kürzliche Gewichtszunahme	↔ /	

(Eichen et al., 2018)	BA; U.S.; Diät-Sport- Verhalten; 3 & 6 Monate; 6 & 18 Monate Follow-up; Ambulant; Eltern involviert	I:	BL: n = 150; Alter: 10,4 (1,3); 66,7 % ♀; BMI: 2,0 (0,3) T1: n = 125; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 1,85 (0,39) T2: n = 124; Alter: N.B.; N.B., BMI: 1,73 (0,44) FU1: n = 128; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 1,79 (0,46) FU2: n = 131; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 1,81 (0,46)	Linear mixed-effect models			5					
				Planung und Entscheidungsfindung: Child Wisconsin Card Sorting Test: Fehler durch Perservation	↔ ↔ ^{FU1} ↑ ^{FU2}	/ / t = 3,40, p < .001, r = .11						
				Elternteil Planung und Entscheidungsfindung: Wisconsin Card Sorting Test: Fehler durch Perservation	↔	/						
				Parent executive functions	↔ ↔ ^{FU1} ↔ ^{FU2}	/ / /						
				Arbeitsgedächtnis des Kindes: wiederholte Ziffernspanne	↔ ↔ ^{FU1} ↔ ^{FU2}	/ / /						
				Fähigkeit zur Selbstregulierung : Child Stop-Signal Task: Fehler	↔ ↔ ^{FU1} ↔ ^{FU2}	/ / /						
				(Garcia-Calzon et al., 2014)	BA; E; Diät-Sport- Verhalten; 2 Monate; 6 Monate Follow-up; Stationär; Eltern nicht involviert	I: IJ: IM: IJ: IM: IJ: IM:		BL: n = 74; Alter: 14,3 (1,0); 51 % ♀; BMI: 4,8 (1,8) BL: n = 36; Alter: 14,3 (0,9); 0 % ♀; BMI: 5,0 (1,6) BL: n = 38; Alter: 14,4 (1,1); 100 % ♀; BMI: 4,6 (2,0) T1: n = 36; Alter: N.B.; 0 % ♀; BMI: 4,1(1,7) T1: n = 38; Alter: N.B.; 100 % ♀; BMI: 3,9 (1,7) FU1: n = 36; Alter: N.B.; 0 % ♀; BMI: 3,2 (1,6) FU1: n = 38; Alter: N.B.; 100 % ♀; BMI: 3,9 (1 ,9) J = Jungen, M = Mädchen	ANOVA mit Messwiederholungen			3
									Telomerlänge (BL) Jungen	↑ ↑ ^{FU}	B = -0,22, p = .010 B = -0,47, p = .005	
Telomerlänge (BL) Mädchen	↔ ↔ ^{FU}	/ /										
Multivariable lineare Regression												
Telomerlänge (BL) Jungen (Median-Split)	↑ ↑ ^{FU}	B = -2,85, p = .001 B = -3,99, p = .014										

(Halberstadt et al., 2013)	NRCT; NL; Diät-Sport-Verhalten; 12 Monate; 12 Monate Follow-up; Ambulant (beinhaltete eine zwei- oder sechsmonatige stationäre Behandlung); Eltern involviert	I: IK:	BL: n = 120; Alter: 14,8 (2,4); 68 % ♀; BMI: 3,41 (0,38) BL: n = 74; Alter: 14,9 (2,3); 70 % ♀; BMI: 3,44 (0,36) T1: n = 74; Alter: 14,9 (2,3); 70 % ♀; BMI: 3,03 (0,63) FU1: n = 74; Alter: 14,9 (2,3); 70 % ♀; BMI: 3,18 (0,67) K = Gruppe mit kompletten Daten	Lineare Regressionsmodelle Fähigkeit zur Selbstregulierung am Ende der Intervention: / Inhibitorische Kontrolle (Stop-Signal Task); Sensitivität für $\leftrightarrow^{FU}$ / Belohnung Fähigkeit zur Selbstregulierung zu Beginn der Intervention: Inhibitorische Kontrolle (Stop-Signal Task); $\leftrightarrow$ / Sensitivität für Belohnung $\leftrightarrow^{FU}$ /	3
(Kloppenborg et al., 2018)	NRCT; DK; Diät-Sport-Verhalten; 12 Monate; Kein Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	I: IK: IJ: IM:	BL: n = 752; N.B.; 56 % ♀; BMI: 2,91 BL: n = 569; N.B.; 41 % ♀; BMI: 2,94 (0,68) T1: n = 569; N.B.; 41 % ♀; BMI: 2,63 (0,82) BL: n = 569; N.B.; 41 % ♀; BMI: 2,94 BL: n = 333; Alter: 11,58; 0 % ♀; BMI: 3,16 (N.B.) BL: n = 419; Alter: 11,18; 100 % ♀; BMI: 2,75 K = Gruppe mit kompletten Daten , J = Jungen, M = Mädchen	Lineares Regressionsmodell adjustiert an Therapiedauer, Alter und Ausgangskonzentrationen Hormonkonzentration (BL): FPG, HbA1c, Insulin, $\leftrightarrow$ / HOMA2-IS, HOMA2-B Serum C-Peptid (BL) Jungen $\leftrightarrow$ / Serum C-Peptid (BL) Mädchen $\uparrow$ 95 % CI [0,01-0,1], p = .020	4

<i>(Mölbart et al., 2016)</i>	BA; D; Diät-Sport- Verhalten; 1 Monat; Kein Follow-up; Stationär; Eltern nicht involviert	I: K:	BL: n = 60; Alter: 0,0 (0,0); 53 % ♀; BMI: 2,51 (0,6) T1: n = 53; Alter: 0,0 (0,0); 57 % ♀, BMI: 2,3 (0,6) BL: n = 27; Alter: 0,0 (0,0); 44 % ♀; BMI: -0,2 (0,6)	Spearman Korrelation		4,75
				Körperbreite (Hüfte, Oberschenkel, Oberarm, Wirbelsäule)	↔ /	
				Körpertiefe (Abdomen, Gesäß)	↔ /	
				Einschätzung der Körpermaße	↔ /	
				Einschätzung taktiler Reize	↔ /	
				Herzschlagwahrnehmung	↔ /	
				Sorgen in Bezug auf Körpergewicht und -form	↔ /	
				<i>(Moleres et al., 2014)</i>	BA; E; Diät-Sport- Verhalten; 2,5 Monate; Kein Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	
APOA1: rs670	↑ R ² = 0,213, B = -0,234, SEM = 0,05, P < .001 (6,03x10 ⁻⁶)					
CETP: rs1800777	↑ R ² = 0,174, B = -0,62, SEM = 0,17, P < .001 (4,8x10 ⁻⁴)					
APOA1 + CETP	↑ R ² = 0,241, B = -0,244, SEM = 0,05, p < .001 (2,3x10 ⁻⁷)					
FTO: rs9939609	↔ /					
APOA5: rs662799	↔ /					
<i>(Moleres et al., 2012)</i>	BA; E; Diät-Sport- Verhalten; 3 Monate; Kein Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 168; Alter: 14,6 (0,09); 62 % ♀; BMI: 4,5 (0,2) T1: n = 168; Alter: N.B.; 62 % ♀; BMI: 3,7 (0,1)	Multiple lineare Regressionsanalyse		4,8
				Genetische Prädisposition Score	↑ Allele effect size = -0,26, SE = 0,02, p < .001	
				FTO: rs9939609	↑ Allele effect size = -0,18, SE = 0,05, p = .018	
				TMEM18: rs7561317	↑ Allele effect size = -0,212, SE = 0,06, p = .005	
				MC4R: rs17782313	↔ /	
				PPARG: rs1801282	↔ /	
				IL6: rs1800795	↔ /	

				ADIPOQ: rs822395, rs2241766, rs1501299 ↔ /	
(Murer et al., 2011)	BA; D; Diät-Sport-Verhalten; 2 Monate; 6 & 12 Monate Follow-up; Stationär; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 203; Alter: 14,1 (2,0); 44 % ♀; BMI: 2,3 (0,3) T1: n = 203; Alter: 14,3 (2,0); 44 % ♀; BMI: 1,9 (0,4) FU1: n = 139; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 1,8 (0,5) FU2: n = 100; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 1,8 (0,5)	Multivariate Regressionsmodelle	5
				Leptinspiegel (BL) ↓ $\beta = -0,51, p < .001$ ↓ ^{FU1} $\beta = -0,24, p < .008$ ↔ ^{FU2} / Abnahme des Leptinspiegels während der Intervention ↔ / ↑ ^{FU1} $\beta = 0,21, p = .017$ ↔ ^{FU2} /	
(Pauli-Pott et al., 2010)	BA; D; Diät-Sport-Verhalten; 12 Monate; Kein Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 111; Alter: 11,1 (2,0); 57 % ♀; BMI: 2,43 (0,4) T1: n = 95; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 2,13 (N.B.)	Logistische Regressionsanalyse	5
				Unaufmerksamkeit ↔ / Impulsivität ↑ $X^2 = 3,88, R^2 = 0,04, p < .049$	
(Pot)	BA;	I:	BL: n = 136; Alter: 11,5 (1,85);	Hierarchische lineare Regressionsanalyse	4

	D; Diät-Sport-Verhalten; 12 Monate; Kein Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	Ir: Inr:	54 % ♀; BMI: 2,46 (0,4) BL: n = 80; Alter: N.B.; N.B.; BMI: N.B. BL: n = 56); Alter: N.B.; N.B.; BMI: N.B. (dropout = 19, less weight loss = 37 T1: n = 117; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 2,16 (N.B.) r = Responder, nr = Nonresponder	Depression, depressive Symptoms (BL) ↔ /	
(Pott et al., 2009)	BA, D; Diät-Sport-Verhalten; 12 Monate; Kein Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 111; Alter: 11,5 (1,85); 57 % ♀; BMI: 2,43 (0,44) T1: n = 95; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 2,13 (N.B.)	Logistische Regressionsanalyse	4
				Fettleibige Geschwister ↓ R ² = 0,21, p < .001 Alter ↔ / Mütterliches Bindungsverhalten ↔ / Mütterliche Depression ↔ /	
(Rendo-Urteaga et al., 2015)	BA; E; Diät-Sport-Verhalten; 2,5 Monate; Kein Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 12; Alter: 13 (N.B.); 0 % ♀; BMI: 3,10 (N.B.)	Lineares Regressionsmodell	5
		Ihr:	BL: n = 6; Alter: 13,17 (2,4); 0 % ♀; BMI: 3,10 (0,54)	PBMC geringe Expression von: TFPI ↑ B = 0,50, CI (95%) = 0,11 – 0,88, p = .017	
		IIr:	BL: n = 6; Alter: 12,83 (3,91); 0 % ♀; BMI: 4,08 (0,43)	PBMC geringe Expression von: LEPR ↑ B = 0,59, CI (95%) = 0,02 – 1,16, p = .045	
		Ihr:	T1: n = 6; Alter: 13,17 (2,4); 0 % ♀; BMI: 2,46 (0,48)	PBMC geringe Expression von: LTBP1 ↑ B = 0,57, CI (95%) = 0,12 – 1,01, p = .019	
		IIr:	T1: n = 6; Alter: 12,83 (3,91); 0 % ♀; BMI: 4,01 (0,46)	PBMC geringe Expression von: MMRN1 ↑ B = 0,53, CI (95%) = 0,13 – 0,92, p = .016	
				PBMC geringe Expression von: PKHD1L1 ↑ B = 0,53, CI (95%) = 0,11 – 0,95, p = .019	

			hr = High-Responder, lr = Low-Responder	PBMC geringe Expression von: SIRPB1 ↑ B = 0,28, CI (95%) = 0,10 – 0,46, p = .006 PBMC geringe Expression von: EFG, JAM3; SELP, IGKC ↔ /	
<i>Röbel et al. (2013)</i>	BA; D; Diät-Sport-Verhalten; 6-24 Monate; 6-36 Monate Follow-up; N.B.; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 12,305; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 2,44 (0,54) T1: n = 12,305; Alter: N.B.; N.B.; BMI: N.B. FU: n = 12,305; Alter: N.B.; N.B.; BMI: N.B.	Lineares Regressionsmodell (ANCOVA)	4
				Alter ↔ / Geschlecht ↔ / Initialer BMI ↔ / Dauer der Behandlung ↔ / wenige/keine sozialen Risikofaktoren ↑ p < .001	
<i>(Roth et al., 2013)</i>	NRCT; D; Sport-Verhalten; 12 Monate; Kein Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	I: K:	BL: n = 451; Alter: 12; 55 % ♀; BMI: 2,4 (0,5) T1: n = 451; Alter: N.B.; 55 % ♀, BMI: 2,12 (N.B.) BL: n = 583; Alter: 25,3; 60 % ♀; BMI: 19,1 (1,9) BMI von K ist BMI, nicht BMI-SDS	Lineare Regressionsanalyse	4
				Polymorphismus des Dopaminrezeptorgens (DRD2) ↔ / Polymorphismus des Dopaminrezeptorgens (DRD4) ↔ /	

(Santoro et al., 2007)	BA; I; Diät-Sport-Verhalten; 6 & 12 Monate; Kein Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 184; Alter: 9,2 (2,0); 42 % ♀; BMI: 3,38	3-faktorielle ANOVA mit Messwiederholungen			2.33
		Iw:	BL: n = 164; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 3,4 (2,2)	Geschlecht ↔ /			
		Ih:	BL: n = 20; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 3,1 (2,4)	Polymorphismus des Melanocortin-3 Rezeptors ↓ N.B., p = .003 [heterozygote (C17A and G241A)]			
		Iw:	T1: n = 164; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 2,1 (1,4)				
		Ih:	T1: n = 20; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 2,5 (1,6)				
		Iw:	T2: n = 164; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 1,7 (1,1)				
		Ih:	T2: n = 20; Alter: N.B.; N.B.; BMI: 2,2 (1,9) w = Wildtyp, h = Heterozygote				
(Sauer et al., 2017)	NRCT; D; Diät-Sport-Verhalten; 1 Monat; Kein Follow-up; Stationär; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 60; Alter: 13,03 (1,89); 53 % ♀; BMI: 2,51 (0,6) T1: n = 53; Alter: 13,04 (1,85); 57 % ♀, BMI: 2,31(N.B.)	Spearman-Korrelation			5
		K:	BL: n = 27; Alter: 12,52 (0,94); 44 % ♀; BMI: -0,2 (0,1)	Einzelkindidentifikation Gesamtscore (BL) ↔ /			
				Geschmacksvermögen sauer, salzig (BL) ↔ /			
				Lineare Regressionsanalyse			
				Geschmacksvermögen süß (BL) ↑ β = 0,32, t[50] = 2,63, p = .011 Geschmacksvermögen bitter (BL) ↓ β = -0,40, t[50] = -3,29, p = .002 Süß- und Bitterscore (BL) ↑↓ R2 = 0,26, adjusted R² = 0,23, F[2,50] = 8,56, p = .001			

(Vander Wal et al., 2013)	BA; U.S.; Diät-Sport-Verhalten; 1 Monat; Kein Follow-up; Stationär; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 73; Alter: (13,44); 78 % ♀; BMI: N.B. (N.B.)	Multiple Regressionsanalyse			4
		I+:	BL: n = 16; Alter: N.B. (N.B.); N.B.; BMI: 0,0 (0,0)	Geschlecht	↔	/	
		I-:	BL: n = 55; Alter: N.B. (N.B.); N.B.; BMI: 0,0 (0,0)	Umfang von Hals und Hüfte	↔	/	
		I+:	T1: n = 16; Alter: N.B. (N.B.); N.B.; BMI: 2,02 (N.B.)	Blutfettwerte	↔	/	
		I-:	T1: n = 55; Alter: N.B. (N.B.); N.B.; BMI: 2,01 (N.B.) "+" = Antikörper positiv, "-" = Antikörper negativ	Adenovirus 36 Antikörper positiv	↔	/	
(van Egmond-Froehlich et al., 2012)	BA; D; Diät-Sport-Verhalten; 12 Monate; 12 Monate Follow-up; Ambulant; Eltern involviert	I:	BL: n = 394; Alter: 11,7 (2,0); 57 % ♀; BMI: 2,32 (0,46) T1: n = 394; Alter: N.B.; 57 % ♀, BMI: 2,11 (0,60) FU: n = 311; Alter: N.B.; N.B., ♀; BMI: 2,14 (0,66)	Univariates allgemeines lineares Modell			4
				Hyperaktivität/ Unaufmerksamkeit	↓ ^{short} ↓ ^{long} ↔ ^{FU}	F = 23,7, eta2 = 0,06, p < .001 F = 17,7, eta2 = 0,05, p < .001 /	
				Verhaltensprobleme	↔ ↔ ^{FU}	/ /	
				Enthemmtes Essverhalten	↔ ↔ ^{FU}	/ /	
				Mütterlicher BMI	↔ ↔ ^{FU}	/ /	
				Sozioökonomischer Status Score (SES)	↔	/	
				(Wolters et al., 2013)	BA; D; Diät-Sport-Verhalten; 12 Monate; 12 Monate Follow-up; Ambulant; Eltern nicht involviert	I:	
Hohe Konzentration TSH (BL)	↑	r = 0,21, p < .001; R2 = 0,13, p < .001					
Hohe Konzentration fT3 (BL)	↑	r = 0,22; p < .001; R2 = 0,11, p = .002					
Hohe Konzentration fT4 (BL)	↔	/					
TSH Konzentration Abnahme während der Intervention	↓ ^{FU}	r = -0,11; p = .010; R2 = 0,04, p = .009					
fT3 Konzentration Abnahme während der Intervention	↓ ^{FU}	r = -0,16, p < .001; R2 = 0,05, p = .003					
fT4 Konzentration Abnahme während der Intervention	↔ ^{FU}	/					

<i>(Zamrazilova et al., 2015)</i>	BA; CZ; Diät-Sport; 1 Monat; Kein Follow-up; Stationär; Eltern nicht involviert	I:	BL: n = 184; Alter: 14,89 (0,22); 100 % ♀; BMI: 2,85	Allgemeines Lineares Modell	2
		I+: I-: I+: I-:	BL: n = 65; Alter: N.B.; 100 % ♀; BMI: 2,76 (0,09) BL: n = 119; Alter: N.B.; 100 % ♀; BMI: 2,90 (0,07) T1: n = 65; Alter: N.B.; 100 % ♀; BMI: 2,41 (N.B.) T1: n = 119; Alter: N.B.; 100 % ♀; BMI: 2,59 (N.B.) „+“ = Antikörper positiv, „-“ = Antikörper negativ	Adenovirus 36 Antikörper positiv ↔ /	

9.2.1 Update des Reviews

Tabelle 16: Studiencharakteristika der beim Update des systematischen Review selektierten Studie, welche Faktoren auf ihre Prädiktivität für Gewichtsreduktion und -stabilisierung untersucht hat

Abkürzungen: n: Anzahl; SD: Standardabweichung; BMI-SDS: Body Mass Index-Standard Deviation Score; ♀: weiblich; I: Intervention; BL: Baseline; T: Messung nach der Behandlung; FU: Follow-up Messung; RR: Blutdruck; SDS: Standard Deviation Score

Studie	Intervention	Stichprobengröße und Charakterisierung	Prädiktoren
Autor (Jahr)	Studientyp; Land; Länge der Intervention; Follow-up; Stationär/Ambulant; Involvierung der Eltern	Stichprobengröße n; Alter (SD); Geschlecht (%), BMI [BMI-SDS] (SD)	Thema, Prädiktion (pos. = ↑, neg. = ↓ nicht prädiktiv = ↔), berichtete Statistik (Outcome, Methode)
Vermeiren et al. 2022	BA; Belgien; Diät-Sport-Verhalten; 12 Monate; Follow-up; Stationär; Eltern involviert;	BL: n = 144; Alter: 13,3 (2,2); 58 % ♀; BMI 2,7 (0,4) T1: n = 87; Alter: 13,2 (2,3); 63 % ♀; BMI 1,7 (0,6) FU: n = 43; Alter: 13,4 (2,3); 63 % ♀; BMI 1,9 (0,6)	Univariate lineare Regression, Multivariate lineare Regression
			systolischer Blutdruck (Vorhersage BMI-SDS Veränderung zwischen BL und FU) ↑FU b = 0,17, 95-KI: 0,04 bis 0,30, p = 0,01
			Alter (Vorhersage der postinterventionellen Gewichtszunahme) ↑FU b = 0,043, 95-KI 0,012 bis 0,074, p = 0,01
			BMI ↓ b = -0,02, 95-KI -0,03 bis -0,004, p = 0,01
			Metabolische Risikofaktoren ↓ b = -0,10, 95-KI -0,20 bis -0,006, p = 0,04
			Leptin (Vorhersage BMI-SDS Veränderung zwischen BL und FU) ↓FU b = -0,005, 95-KI -0,009 bis 0,30, p = 0,02
			Adiponectin (Vorhersage der postinterventionellen Gewichtszunahme) ↓FU b = -0,014, 95-KI -0,025 bis -0,003, p = 0,02
			Leptin (Vorhersage der postinterventionellen Gewichtszunahme) ↓FU (b = -0,008, 95-KI -0,011 bis -0,004, p < 0,001)

		Alter, Gewicht, BMI-SDS, Taillenumfang, Hüftumfang, Taillen-Hüftumfang-Verhältnis, Körperfettmasse, Körperfettmasse in %, Fettfreie Körpermasse, Fettfreie Körpermasse in %, RR syst. (SDS), AST/ALT, Gesamtcholesterin, Leptin Adiponectin ↔ /
		Alter, Gewicht, BMI-SDS, Taillenumfang, Hüftumfang, Taillen-Hüftumfang-Verhältnis, Körperfettmasse, Körperfettmasse in %, Fettfreie Körpermasse, Fettfreie Körpermasse in %, AST/ALT, Gesamtcholesterin Adiponectin, metabolische Risikofaktoren, BMI (für die Vorhersage BMI-SDS Veränderung zwischen BL und FU) ↔FU /
		Gewicht, BMI-SDS, Taillenumfang, Hüftumfang, Taillen-Hüftumfang-Verhältnis, Körperfettmasse, Körperfettmasse in %, Fettfreie Körpermasse, Fettfreie Körpermasse in %, RR syst (SDS), AST/ALT, Gesamtcholesterin, metabolische Risikofaktoren, BMI (für die Vorhersage der postinterventionellen Gewichtszunahme) ↔FU /

9.3 Risk of Bias – Instrument zur Qualitätsbewertung

Tabelle 17: Qualitätsbewertung der Studien des Reviews zu Prädiktoren für Gewichtsreduktion und Gewichtsstabilisierung, anhand von sechs Qualitätsmerkmalen (Repräsentativität der exponierten Kohorte, Drop-out Rate, Validität und Reliabilität, Stichprobengröße und durchgeführte Statistik)

Abkürzungen: N.B. = nicht berichtet

Studie	Summe	Repräsentativität der exponierten Kohorte	Dop-out Rate	Validität und Reliabilität	Gewichtsmessung	Stichprobengröße	Statistik	Kommentare
Augustijn et al., (2018)	4	0	1	0	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben Spalte 3: Test-Retest-Korrelationen für Fragebögen nicht beschrieben
Boutelle et al., (2019)	3	0	0	1	0	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Celi et al., (2003)	3	0	0	1	0	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Dubuisson et al., (2012)	2	N.B.	0	0	1	0	1	Spalte 1: nicht geeignet (Retrospektive Analyse)
Eichen et al., (2018)	5	0	1	1	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
García-Calzón et al., (2014)	3	0	0	1	1	0	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben

Halberstadt et al., (2017)	3	0	0	0	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben Spalte 3: Test-Retest-Korrelationen für Fragebögen nicht beschrieben
Kloppenborg et al., (2017)	4	0	0	1	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Mölbart et al., 2016	4,75	0	1	0,75	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Moleres et al., 2014	4,8	0	1	0,8	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Moleres et al., 2012	5	0	1	1	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Murer et al., 2011	5	0	1	1	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Pauli-Pott et al., 2010	4	0	1	0	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Pott et al., 2009	4	0	1	0	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben

Pott et al., 2010	4	0	1	0	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben Spalte 3: Test-Retest-Korrelationen für Fragebögen nicht beschrieben
Rendo- Urteaga et al., 2014	5	0	1	1	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie < 80 % und Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Röbl et al., 2013	5	1	1	0	1	1	1	
Roth et al., 2013	4	0	0	1	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Santoro et al., 2007	2,33	0	0	0,33	1	0	1	
Sauer et al., 2016	5	0	1	1	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Vander Wal et al., 2012	4	0	0	1	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Van Egmond- Froehlich et al., 2012	4	0	0	1	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie < 80 % und Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Wolters B. et al., 2012	4	0	0	1	1	1	1	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben

Zamrazilová et al., 2015	2	0	0	1	0	1	0	Spalte 1: Teilnahmequote zu Beginn der Studie nicht beschrieben, Selektivität der Nichtbeantwortung nicht beschrieben
Gesamt		1	12	15,88	21	21	23	

9.4 Übersicht der Prädiktoren für Gewichtsreduktion

Tabelle 18: Übersicht aller Prädiktoren für die Gewichtsreduktion, welche in den Studien des Reviews zu Prädiktoren für Gewichtsreduktion und Gewichtsstabilisierung untersucht wurden; Themensortierte Darstellung (Physiologie, Verhalten, Psychologie, Umwelt)

Abkürzungen: BL: Baseline, I: Intervention, N.B.: nicht berichtet, N.U.: nicht untersucht, n: Anzahl der Studien, Zahlen an den Pfeilen: Anzahl der Untersuchungen

Übersicht der Prädiktoren für Gewichtsreduktion (GR)							
Augustijn et al. (2018), Boutelle et al. (2019), Dubuisson et al. (2012), Eichen et al. (2018), García-Calzón et al. (2014), Halberstadt et al. (2017), Kloppenborg et al. (2017), Mölbert et al. (2016), Moleres et al. (2012), (2014), Murer et al. (2011), Pauli-Pott et al. (2010), Pott et al. (2009), Rendo-Urteaga et al. (2014), Röbl et al. (2013), Roth et al. (2013), Santoro et al. (2007), Sauer et al. (2017), Van Egmond-Frohlich et al. (2012), Van der Wal et al. (2012), Wolters et al. (2012), Zamrazilová et al. (2015)							
Prädiktor	Messungen	Signifikante Prädiktoren für GR			N.B.	N.U.	n
		positiv (↑)	negativ (↓)	keine (↔)			
Physiologie (n Studien = 17)							
Dubuisson et al. (2012), García-Calzón et al. (2014), Kloppenborg et al. (2017), Mölbert et al. (2016), Moleres et al. (2012), (2014), Murer et al. (2011), Pott et al. (2009), Rendo-Urteaga et al. (2014), Röbl et al. (2013), Roth et al. (2013), Santoro et al. (2007), Sauer et al. (2017), Van Egmond-Frohlich et al. (2012), Van der Wal et al. (2012), Wolters et al. (2012), Zamrazilová et al. (2015)							
Demographie (n Studien = 7) Dubuisson et al. (2012), Mölbert et al. (2016), Pott et al. (2009), Röbl et al. (2013), Santoro et al. (2007), Vander Wal et al. (2012), Van Egmond-Frohlich et al. (2012)							
Geschlecht	Interview/Fragebogen		↔ ⁴	19	0	4	
Alter	Interview/Fragebogen		↔ ³	20	0	3	
Verzögerte Pubertät	Tannerstadium	↓ ¹		0	22	1	
Geburtsgewicht > 4000 g	Selbst erstellter Fragebogen		↔ ¹	0	22	1	
BMI-SDS	BL-Messung		↔ ²	21	0	2	

Körpermaße	Wachstum, Körperbreite (Hüfte, Oberschenkel, Oberarm, Wirbelsäule), Körpertiefe (Abdomen, Gesäß), Hals- und Hüftumfang		↔ ⁹	20	0	3
Sozioökonomischer Status	SES, geringe oder keine soziale Risikofaktoren	↑ ¹	↓ ¹	0	21	2
Krankheiten (n Studien = 3) Dubuisson et al. (2012), Van der Wal et al. (2012), Zamrazilová et al. (2015)						
Gestationsdiabetes	Selbstauskunft/Fragebogen		↔ ¹	0	22	1
Asthma	Selbstauskunft/Fragebogen		↔ ¹	0	22	1
Andenovirus 36	Antikörper positive		↔ ²	0	21	2
Laborwerte (n Studien = 4) Kloppenborg et al. (2018), Murer et al. (2011), Vander Wal et al. (2012), Wolters et al. (2012)						
C-Peptide Jungen	BL Blutuntersuchung		↔ ¹			
C-Peptide Mädchen	BL Blutuntersuchung	↑ ¹		0	22	1
Insulinlevel	BL Blutuntersuchung		↔ ¹	1	21	1
Glucosemetabolismus	HbA1c BL Konzentration, gestörter Nüchternblutzucker, HOMA2-B, HOMA2-IS		↔ ⁴	0	22	1
Blutfettwerte	Blutuntersuchung		↔ ¹	0	22	1
BL Leptinlevel	Blutuntersuchung		↓ ¹	0	22	1
TSH Konzentration	Blutuntersuchung	↑ ¹		0	22	1
fT3 Konzentration	Blutuntersuchung	↑ ¹		0	22	1
fT4 Konzentration	Blutuntersuchung		↔ ¹	0	22	1

Genetik (n Studien = 6) García-Calzón et al. (2014), Moleres et al. (2012), (2014), Rendo-Urteaga et al. (2014), Roth et al. (2013),

Santaro et al. (2007)

Polymorphismus des Dopaminerezeptorgens (DRD2, DRD4)	DNA Extraktion und Genotypisierung der Blutprobe	↔ ²	0	22	1
PBMC: niedrige Expression von: EGF, JAM3, SELP, IGKC	Analyse des Genexpressionsprofils der mononuklearen Zellen des peripheren Bluts	↔ ⁴	0	22	1
rs17782313 MC4R	DNA- Extraktion/Genotypisierung der Buffy-Coat-Fraction (BCF)	↔ ¹	0	22	1
rs1801282 PPARG	DNA- Extraktion/Genotypisierung der BCF	↔ ¹	0	22	1
rs1800795 IL6	DNA- Extraktion/Genotypisierung der BCF	↔ ¹	0	22	1
rs822395, rs2241766, rs1501299, ADIPOQ	DNA- Extraktion/Genotypisierung der BCF	↔ ³	0	22	1
rs9939609 of FTO	DNA- Extraktion/Genotypisierung der BCF	↔ ¹	0	22	2

↑¹

rs662799 of APOA5	DNA-Extraktion/Genotypisierung der BCF		↔ ¹	0	22	1
Telomerlänge Level BL Mädchen	Quantitative echtzeit Polymerase-Kettenreaktion		↔ ¹	0	22	1
Telomerlänge level BL Jungen	Quantitative echtzeit Polymerase-Kettenreaktion	↑ ²		0	22	1
PBMC niedrige Expression von: TFPI, LEPR, LTBP1, MMRN1, PKHD1L1, SIRPB1	Analyse des Genexpressionsprofils der mononuklearen Zellen des peripheren Bluts	↑ ⁶		0	22	1
Genetischer Prädispositionsscore (GPS)	Eingeschränkt durch die Summierung der Risikoallele über die neun untersuchten Einzelnukleotid-Polymorphismen	↑ ¹		0	22	1
rs7561317 (Gene: TMEM18)	DNA-Extraktion/Genotypisierung der BCF	↑ ¹		0	22	1
APOA1 (rs670) und/oder CETP (rs1800777)	DNA-Extraktion/Genotypisierung der BCF	↑ ³		0	22	1

Polymorphismus des Melanocortin-3 Rezeptor [heterozygot (C17A und G241A)]	Analyse von genomischer DNA aus kernhaltigen weißen Blutkörperchen	↓ ¹	0	22	1
Geschmackssinn (n Studien = 1) Sauer et al. (2016)					
Geschmack	Standardisierter Geschmacksidentifikationstest (BL): sauer, salzig, Gesamtscore	↔ ³	0	22	1
Geschmack Bitter	Standardisierter Geschmacksidentifikationstest (BL): Bitterscore BL	↓ ²	0	22	1
Geschmack Süß	Geschmacksidentifikationstest (BL): Süßscore BL	↑ ²	0	22	1
Verhalten (n Studien = 3)					
Augustijn et al. (2018), Boutelle et al. (2019), Dubuisson et al. (2012)					
Essverhalten (n Studien = 2) Boutelle et al. (2019), Dubuisson et al. (2012)					
Täglicher Verzehr: Früchte, Saft, Gemüse, Suppe, Kekse	Selbst erstellter Fragebogen	↔ ⁵	0	22	1
Täglicher Verzehr: Wasser	Selbst erstellter Fragebogen	↑ ¹	0	22	1
Täglicher Verzehr: Soda	Selbst erstellter Fragebogen	↓ ¹	0	22	1

Essverhalten	Selbst erstellter Fragebogen: tägliches Frühstück, zwei warme Mahlzeiten pro Tag, Snacker, große Portionen; Phänotyp der Verlaufsgruppe: Sättigung vs. Emotional vs. Essensbezogen (Child eating Behaviour Questionnaire, Emotional Eating Scale for Children, Eating in the Absence of Hunger for Children)	↔ ²	0	20	2
Energieverbrauch (n Studien = 2) Augustijn et al. (2018), Dubuisson et al. (2012)					
Manuelle Fertigkeiten	Movement Assessment Battery for Children, zweite Edition (MABC-2)	↔ ¹	0	22	1
Fähigkeiten im Umgang mit dem Ball	MABC-2	↑ ²	0	22	1
Vorbestehende körperliche Aktivität	Selbst erstellter Fragebogen	↑ ¹	0	22	1
Gleichgewichtsfähigkeiten (statisch und dynamisch)	MABC-2	↔ ²	0	22	1
Motorische Fähigkeiten und exekutive Funktionen	Summenscore	↑ ¹	0	22	1

Vergangene Gewichtsentwicklung (n Studien = 1) Dubuisson et al. (2012)					
Kürzliche Gewichtsänderungen	Selbst erstellter Fragebogen	↑ ¹	0	22	1
Kürzliche Gewichtszunahme	Selbst erstellter Fragebogen	↔ ¹	0	22	1
Compliance (n Studien = 1) Dubuisson et al. (2012)					
Therapieadhärenz	Umsetzung der gemeinsamen Entscheidungen von Team und Familie	↑ ¹	0	22	1
Adjuvante Therapie: Compliance	Teilnahme an empfohlener Psycho- und Physiotherapie	↑ ¹	0	22	1
Psychologie (n Studien = 8)					
Augustijn et al. (2018), Dubuisson et al. (2012), Eichen et al. (2018), Halberstadt et al. (2017), Mölbert et al. (2016), Pauli-Pott et al. (2010), Pott et al. (2010), Van Egmond-Froehlich et al. (2012)					
Mentale Gesundheit (n Studien = 4) Dubuisson et al. (2012), Mölbert et al. (2016), Pott et al. (2010), Van Egmond-Froehlich et al. (2012)					
Verhaltensprobleme	Parent-rated Strength and Difficulty Questionnaire (SDQ)	↔ ¹	0	22	1
Essstörungen	Pathologie, Eating Questionnaire for Children: Disinhibition beim Essen	↔ ²	0	21	2
Psychische Gesundheit	Selbst erstellter Fragebogen, Depression, depressive Symptome	↔ ³	0	21	2
Stress	Schlechte Schlafqualität	↔ ²	0	21	2

Impulskontrolle (n Studien = 5) Augustijn et al. (2018), Eichen et al. (2018), Halberstadt et al. (2017), Pauli-Pott et al. (2010), Van Egmond-Froehlich et al. (2012)

Arbeitsgedächtnis des Kindes:	WISC-IV für Kinder		↔ ¹	0	22	1
wiederholte Ziffernspanne						
Aufmerksamkeitswechsel und	Cambridge	↓ ²	↔ ³	0	20	3
Unaufmerksamkeit	Neuropsychological Test					
	Automated Battery: intra-extra					
	dimensionaler Fokuswechsel):					
	präextradimensionale Fehler,					
	Gesamtversuche (adjustiert)					
	Hyperaktivität/					
	Unaufmerksamkeit: Strength					
	and Difficulties Questionnaire					
	(SDQ): durch Eltern bewertet;					
	Go/No-Go Aufgabe;					
	Inkompatibilitätsaufgabe					
Selbstregulation	Inhibitorische Kontrolle:		↔ ⁵	0	21	2
	Stop-Signal Task: Fehler (BL					
	und nach I); Sensitivität für					
	Belohnung (BL und nach I)					
Impulsivität	Go/ No-Go Aufgabe,	↑ ¹		0	22	1
	Inkompatibilitätsaufgabe					
Aktualisierung und	Schnelle Verarbeitung visueller		↔ ³	0	20	3
Verarbeitung des	Reize (rapid visual information					

Arbeitsgedächtnisinhalts und inhibitorische Kontrolle	processing, RVP): RVP korrekte Antworten, RVP falsche Antworten Stop-Signal Task: Fehler (BL und nach I)				
Planen und Entscheiden	Stockings of Cambridge (SOC): Problemlösung mit minimaler Zuganzahl, SOC durchschnittliche Zuganzahl, SOC durchschnittliche initiale Denkzeit (ms), SOC durchschnittliche nachträgliche Denkzeit (ms); Wisconsin Card Sorting Test (WCST): Fehler durch Perservation	↔ ⁵	0	21	2

Motivation (n Studien = 1) Dubuisson et al. (2012)

Motivation des Kindes	Selbst erstellter Fragebogen	↑ ¹	0	22	1
-----------------------	------------------------------	----------------	---	----	---

Body Image (n Studien = 1) Mölbert et al. (2016)

Einschätzung der Körpermaße		↔ ¹	0	22	1
Einschätzung taktiler Reize		↔ ¹	0	22	1
Herzschlagwahrnehmung		↔ ¹	0	22	1
Sorgen in Bezug auf Körpergewicht und -form	Inventar zum Essverhalten und Gewichtsproblemen (IEG-Kinder)	↔ ¹	0	22	1

Umwelt (n Studien = 5)						
Dubuisson et al. (2012), Eichen et al. (2018), Pott et al. (2009), Röbl et al. (2013), Van Egmond-Froehlich et al. (2012)						
Therapie (n Studien = 2) Dubuisson et al. (2012), Röbl et al. (2013)						
Anzahl der Termine	Dokumentation		↔ ¹	22	0	1
Länge der Intervention	Dokumentation	↑ ¹	↔ ¹	4	17	2
Soziale Unterstützung (n Studien = 2) Dubuisson et al. (2012), Pott et al. (2009)						
Soziale Integration	Selbst erstellter Fragebogen		↔ ¹	0	22	1
Familiäre Unterstützung bei dem Projekt	Selbst erstellter Fragebogen	↑ ¹		0	22	1
Familiäre Unterstützung bei der Freizeitgestaltung zu Hause	Selbst erstellter Fragebogen		↔ ¹	0	22	1
Mütterliches Bindungsverhalten	Selbst erstellter Fragebogen		↔ ¹	0	22	1
Anwesenheit der Eltern	Anwesenheit der Eltern nach der Schule, Doppelhaushalt:		↔ ²	0	22	1
	Selbst erstellter Fragebogen					
Stillen (≥ 6 Monate)	Selbst erstellter Fragebogen		↔ ¹	0	22	1

Familie (n Studien = 4) Dubuisson et al. (2012), Eichen et al. (2012), Pott et al. (2009), Van Egmond-Froehlich et al. (2012)

Exekutive Funktionen der Eltern	Entscheiden: Wisconsin Card Sorting Test (WCST): Fehler durch Perservation, Stop-Signal Task; Arbeitsgedächtnis: wiederholte Ziffernspanne (WAIS-IV)	↔ ³	0	22	1
Mütterliche Depression	Center for Epidemiologic Studies Depression Scale	↔ ¹	0	22	1
Mütterlicher BMI	Selbstauskunft	↔ ¹	0	22	1
Einzelkind	Selbst erstellter Fragebogen	↑ ¹	0	22	1
Übergewicht in der Familie	Selbst erstellter Fragebogen	↔ ¹	0	22	1
Übergewichtige Geschwister	Interview	↓ ¹	0	22	1

9.5 Übersicht der Prädiktoren für Gewichtsstabilisierung

Tabelle 19: Übersicht aller Prädiktoren für die Gewichtsstabilisierung, welche in den Studien des Reviews zu Prädiktoren für Gewichtsreduktion und Gewichtsstabilisierung untersucht wurden; Themensortierte Darstellung (Physiologie, Verhalten, Psychologie, Umwelt)

Abkürzungen: BL: Baseline, I: Intervention, N.B.: nicht berichtet, N.U.: nicht untersucht, n: Anzahl der Studien, Zahlen an den Pfeilen: Anzahl der Untersuchungen, M: Monate

Übersicht der Prädiktoren für Gewichtsstabilisierung (GS)						
Boutelle et al. (2019), Celi et al. (2003), Eichen et al. (2012), García-Calzón et al. (2014), Halberstadt et al. (2017), Murer et al. (2011), Van Egmond-Froehlich et al. (2012), Wolters et al. (2012)						
Prädiktor	Messungen	Signifikante Prädiktoren für GS			N.B.	N.U.
		positiv (↑)	negativ (↓)	keine (↔)		
Physiologie (n Studien = 4)						
Celi et al. (2003), García-Calzón et al. (2014), Murer et al. (2011), Wolters et al. (2012)						
Demographie (n Studien = 1) Celi et al. (2003)						
Geschlecht	Interview/Fragebogen			↔ ²	7	0 1
Alter	Interview/Fragebogen			↔ ¹	7	0 1
Verzögerte Pubertät	Tannerstadium		↓ ¹		0	7 1
BMI-SDS	Messungen (BL und nach I)			↔ ²	7	0 1
Laborwerte (n Studien = 3) Celi et al. (2003), Murer et al. (2011), Wolters et al. (2012)						
BL Leptinlevel	Blutuntersuchung		↓ ¹ 6 M	↔ ² 12 M	0	6 2
Leptinlevel nach I	Blutuntersuchung	↑ ¹			0	7 1
Leptin Abfall während I	Blutuntersuchung	↑ ² 6, 12 M		↔ ² 2, 6 o. 12 M	0	6 2
TSH Abfall während I	Blutuntersuchung		↓ ¹		0	7 1
ft3 Abfall während I	Blutuntersuchung		↓ ¹		0	7 1

fT4 Abfall während I	Blutuntersuchung	↔ ¹	0	7	1
Blutfettwerte	Blutuntersuchung	↔ ¹	0	7	1
Blutdruck	Blutuntersuchung	↔ ¹	0	7	1
BL Insulinlevel	Blutuntersuchung	↔ ¹	0	7	1

Genetik (n Studien = 1) García-Calzón et al. (2014)

Telomerelänge Level BL	Quantitative echtzeit	↔ ¹	0	7	1
Mädchen	Polymerase-Kettenreaktion				
Telomerelänge level BL	Quantitative echtzeit	↑ ²	0	7	1
Jungen	Polymerase-Kettenreaktion				

Verhalten (n Studien = 2)

Celi et al. (2003), Boutelle et al. (2019)

Essverhalten (n Studien = 1) Boutelle et al. (2019)

Phänotypen der	Phänotypen der	↑ ¹	0	7	1
Verlaufgruppen: hohes	Verlaufgruppe:				
Sättigungsempfinden	Sättigung vs. Emotional vs. Essensbezogen (Child eating Behaviour Questionnaire, Emotional Eating Scale for Children, Eating in the Absence of Hunger for Children)				

Vergangene Gewichtsentwicklung (n Studien = 1) Celi et al. (2003)

BMI-SDS Änderung	Gewichtsveränderung während der I	↔ ¹	7	0	1
------------------	-----------------------------------	----------------	---	---	---

Psychologie (n Studien = 3)

Eichen et al. (2018), Halberstadt et al. (2017), Van Egmond-Froehlich et al. (2012)

psychische Gesundheit (n Studien = 1) Van Egmond-Froehlich et al. (2012)

Verhaltensprobleme	Parent-rated Strength and Difficulty Questionnaire	↔ ¹	0	7	1
Disinhibition beim Essen	Eating Questionnaire for Children: eating disinhibition	↔ ¹	0	7	1

Impulskontrolle (n Studien = 3) Eichen et al. (2018), Halberstadt et al. (2017), Van Egmond-Froehlich et al. (2012)

Arbeitsgedächtnis des Kindes: wiederholte Ziffernspanne	WISC-IV für Kinder	↔ ² 6, 12 M	0	7	1
Unaufmerksamkeit	Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery: intra-extra dimensionaler Fokuswechsel: prä-extradimensionale Fehler, Gesamtversuche (adjustiert); Go/No-Go Aufgabe; Inkompatibilitätsaufgabe	↔ ¹	0	6	2

Selbstregulation	Inhibitorische Kontrolle: Stop-Signal Task: Fehler (BL und nach I); Sensitivität für Belohnung		↔ ⁴ 6, 12 M	0	6	2
Planen und Entscheiden	Wisconsin Card Sorting Test (WCST): Fehler durch Perservation	↑ ¹ 12 Monate	↔ ¹ 6 M	0	7	1

Umwelt (n Studien = 3)

Celi et al. (2003), Eichen et al. (2012), Van Egmond-Froehlich et al. (2012)

Therapie (n Studien = 8) Boutelle et al. (2019), Celi et al. (2003), Eichen et al. (2012), García-Calzón et al. (2014), Halberstadt et al. (2017), Murer et al. (2011), Van Egmond-Froehlich et al. (2012), Wolters et al. (2012)

Länge der Intervention	Dokumentation	N.B.	N.B.	N.B.	9	0	0
------------------------	---------------	------	------	------	---	---	---

Familie (n Studien = 3) Celi et al. (2003), Eichen et al. (2012), Van Egmond-Froehlich et al. (2012)

Kognition der Eltern	Arbeitsgedächtnis: wiederholte Ziffernspanne (WAIS-IV)		↔ ² 6, 12 M	0	7	1
Exekutive Funktionen der Eltern	Wisconsin Card Sorting Test (WCST), Stop-Signal Task		↔ ² 6, 12 M	0	7	1
Elterliches Übergewicht	Selbstauskunft		↔ ²	0	6	2

9.6 Hierarchisch lineares Modell – Modelle und ihr Vergleich

Für die explorative Prädiktorenanalyse der in der DROMLIN-Studie erhobenen Parameter wurden die folgenden fünf hierarchisch linearen Modelle aufgestellt und mit dem bays'schen Informationskriterium (BIC) miteinander verglichen. Eine Erläuterung der Variablen findet sich in Tabelle 20.

$$(1) y = \beta_{00} + u_{0prob} + \beta_1 x_{1zeit} + \varepsilon_i$$

$$(2) y = \beta_{00} + u_{0prob} + (\beta_1 + u_{1zeit}) * x_{1zeit} + \varepsilon_i$$

$$(3) y = \beta_{00} + u_{0prob} + \beta_1 x_{1zeit} + \beta_2 x_{2zeitQ} + \beta_3 x_{1zeit} x_{2zeitQ} + \varepsilon_i$$

$$(4) y = \beta_{00} + u_{0prob} + (\beta_1 + u_{1zeit}) * x_{1zeit} + \beta_2 x_{2zeitQ} + \beta_3 x_{1zeit} x_{2zeitQ} + \varepsilon_i$$

$$(5) y = \beta_{00} + u_{0prob} + (\beta_1 + u_{1zeit}) * x_{1zeit} + (\beta_2 + u_{2zeitQ}) x_{2zeitQ} + \beta_3 x_{1zeit} x_{2zeitQ} + \varepsilon_i$$

Tabelle 20: Erläuterung der Variablen des hierarchisch linearen Modells

Abkürzungen: *Intercept*: y-Achsenabschnitt, *slope*: Steigung, *random effect*: zufälliger Effekt, *fixed effect*: fester Effekt

Variable	Definition
β_{00}	Intercept
x_{1zeit}	vergangene Zeit nach Therapieende
x_{2zeitQ}	quadrierte vergangene Zeit nach Therapieende
$x_{1zeit}x_{2zeitQ}$	Interaktion von x_{1zeit} und x_{2zeitQ}
u_{0prob}	random effect (intercept) durch Proband
β_1	fixed effect (slope) durch vergangene Zeit nach Therapieende
β_2	fixed effect (slope) durch quadrierte vergangene Zeit nach Therapieende
β_3	fixed effect (slope) durch Interaktion von x_{1zeit} und x_{2zeitQ}
u_{1zeit}	random effect (slope) durch vergangene Zeit nach Therapieende
u_{2zeitQ}	random effect (slope) durch quadrierte vergangene Zeit nach Therapieende
ε_i	Fehlerterm

Modell (2) erwies sich bei der explorativen Vorwärtsselektion mit BIC = 246,74 und $p = 0,035$ als das beste Modell (Tabelle 21)

Tabelle 21: Vergleich der BIC-Werte der hierarchisch linearen Modelle (1)-(6)

Abkürzungen: Modell: Modellnummer (1-6), BIC: bayes'sches Informationskriterium

Modell	BIC	p-Wert
(1)/(2)	1: 350,02; 2: 246,74	0,000
(2)/(3)	2: 246,74; 3: 250,04	0,035
(2)/(4)	4: 254,03	0,260
(2)/(5)	5: 255,93	0,029
(2)/(6)	6: 265,22	0,021

10 Danksagung

Meiner Doktormutter Prof. Dr. Isabelle Mack danke ich sehr herzlich für die freundliche Überlassung des Themas, ihre stets zur Verfügung stehende freundliche und hilfsbereite Unterstützung, Verlässlichkeit und Geduld.

Vielen Dank an Alisa Weiland für die gute Zusammenarbeit bei der Ausarbeitung des Reviews und der Erstellung der Paper, sowie der jederzeit möglichen Gespräche und Ratschläge.

Dank gilt auch Dr. Diana Mader für ihre kompetente Hilfestellung bei der Erstellung des Suchterms und die Hinweise für eine effiziente Fehlersuche bzw. Verbesserung derselben. Dr. Katrin Ziser danke ich für die Qualitätsbewertung der Studien des Reviews.

Für die statistische Beratung möchte ich mich recht herzlich bei Prof. Dr. Björn Horing und Prof. Dr. Peter Martus bedanken. Genau so herzlich bedanke ich mich bei meinem Bruder Moritz Kasemann für die immer wieder spontane und geduldige Hilfe beim Suchen von Fehlern in meinen Matlab-Skripten.

Meinen Eltern danke ich von ganzem Herzen dafür, dass sie mich in meinem bisherigen Weg immerzu unterstützt haben.