



Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät Life Sciences, Department Ökotrophologie

Bachelorarbeit

Veränderungen des Darmmikrobioms im Verlauf von Gewichts- rehabilitation und Recovery bei Anorexia nervosa und ihr Zu- sammenhang mit psychischen Outcomes: eine systematische Li- teraturrecherche

Vorgelegt von Celina Müller



Hamburg, 24.07.2026

Erstgutachterin: Prof. Dr. Annegret Flothow

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Birgit Peters

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	v
Zusammenfassung	1
Abstract.....	2
1 Einleitung.....	3
1.1 Problemstellung und Relevanz	3
1.2 Zielsetzung der Arbeit.....	4
1.3 Aufbau der Arbeit	4
2 Theoretischer Hintergrund	5
2.1 Anorexia nervosa.....	5
2.1.1 Klinische Merkmale, Verlauf und Begleitscheinungen.....	5
2.1.2 Behandlung und Bedeutung der Gewichtsrehabilitation	5
2.2 Darmmikrobiom, Darm-Hirn-Achse und psychische Outcomes	6
2.2.1 Grundlagen, Funktionen und Erfassung des Darmmikrobioms	6
2.2.2 Mikrobiota-Darm-Hirn-Achse und Bedeutung für psychische Outcomes.....	7
2.3 Zusammenhang zwischen Anorexia nervosa und Darmmikrobiom	8
2.3.1 AN-assoziierte Mikrobiomveränderungen und relevante Einflussfaktoren	8
2.3.2 Forschungsstand und offene Fragen zum AN-assoziierten Darmmikrobiom.....	9
2.4 Recovery, Gewichtsrehabilitation und psychische Outcomes bei Anorexia nervosa	9
2.4.1 Begriffsabgrenzung und klinische Verlaufsdimensionen.....	9
2.4.2 Psychische Outcomes und multidimensionale Recovery.....	10
2.5 Forschungsfrage und leitende Unterfragen.....	11
3 Methode	13
3.1 Studiendesign: Systematische Literaturrecherche	13
3.2 Literaturdatenbank.....	13
3.3 Suchstrategie.....	13
3.4 Ein- und Ausschlusskriterien	14
3.5 Auswahlprozess der Studien	15

3.6	<i>Datenextraktion</i>	15
3.7	<i>Methodische Bewertung der eingeschlossenen Studien</i>	16
3.8	<i>Einsatz KI-gestützter und digitaler Hilfsmittel</i>	17
4	Ergebnisse	18
4.1	<i>Charakteristika der eingeschlossenen Studien</i>	18
4.2	<i>Veränderungen im Verlauf von Recovery und Gewichtsrehabilitation</i>	20
4.3	<i>Persistenz oder Normalisierung nach Gewichtsrehabilitation</i>	23
4.4	<i>Hinweise auf Zusammenhänge zwischen Darmmikrobiom und psychischen Outcomes bei Anorexia nervosa</i> 26	
4.5	<i>Klinische Bedeutung mikrobieller Veränderungen für Recovery-Prozesse und ernährungstherapeutische Ansatzpunkte</i>	29
5	Diskussion	34
5.1	<i>Methodendiskussion</i>	34
5.1.1	Interpretation methodischer Unterschiede zwischen den eingeschlossenen Studien.....	34
5.1.2	Limitationen der eingeschlossenen Studien	36
5.1.3	Limitationen der vorliegenden Arbeit	38
5.2	<i>Ergebnisdiskussion</i>	41
5.2.1	Zusammenfassung und Interpretation der zentralen Ergebnisse	41
5.2.2	Klinische Bedeutung der Mikrobiomveränderungen im Verlauf von Gewichtsrehabilitation und Recovery.....	43
5.2.3	Interpretation von Normalisierung und Persistenz mikrobieller Veränderungen nach Gewichtsrehabilitation	45
5.2.4	Bedeutung mikrobieller Parameter für psychische Outcomes und Rückfallrisiko.....	47
5.2.5	Einordnung möglicher Wirkmechanismen über die Darm-Hirn-Achse	49
5.2.6	Einordnung tierexperimenteller und mechanistischer Evidenz.....	51
5.2.7	Bedeutung der Ergebnisse für ein multidimensionales Recovery-Verständnis bei Anorexia nervosa 52	
6	Handlungsempfehlungen und Fazit	54
6.1	<i>Handlungsempfehlungen für Ökotrophologie und Ernährungstherapie</i>	54
6.2	<i>Handlungsempfehlungen für die wissenschaftliche Forschung</i>	55
6.3	<i>Versorgungsbezogene Implikationen und Grenzen der Evidenz</i>	56
6.4	<i>Fazit</i>	56

Erklärung zur Nutzung von generativer KI und KI-unterstützten Technologien im Schreibprozess ...	58
Literaturverzeichnis	59
Anhang	65
<i>Eidesstattliche Erklärung</i>	<i>81</i>

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Suchstrategie der systematischen Literaturrecherche in PubMed.....	65
Tabelle 2: PICOR-Struktur der eingeschlossenen Studien zur Ergebnissynthese	67
Tabelle 3: Design und Untersuchungskontext der eingeschlossenen Studien	70
Tabelle 4: Stichprobenmerkmale und Kontrollgruppen der eingeschlossenen Studien.....	72
Tabelle 5: Messzeitpunkte, Studiendauer und Stichprobenverlauf der eingeschlossenen Studien...	77

Zusammenfassung

Eine erreichte Gewichtszunahme (Weight Restoration) ist bei Anorexia nervosa (AN) nicht mit vollständiger Recovery gleichzusetzen. Bislang ist unzureichend geklärt, welche Bedeutung Veränderungen des Darmmikrobioms im Verlauf der Gewichtsrehabilitation besitzen und wie sie mit psychischen Outcomes zusammenhängen. Ziel dieser Literaturrecherche ist es, den Forschungsstand zu mikrobiellen und mikrobiomassoziierten Veränderungen während Refeeding, Renourishment, Gewichtsrehabilitation, Weight Restoration und Follow-up systematisch zu erfassen und kritisch einzuordnen. Die Recherche erfolgte in PubMed und orientierte sich am standardisierten Vorgehen gemäß PRISMA. Von 156 identifizierten Treffern wurden nach einem mehrstufigen Auswahlprozess acht Humanstudien mit Primärdaten eingeschlossen, darunter sieben longitudinale Studien und eine interventionelle Pilotstudie. Die Befunde wurden qualitativ-deskriptiv entlang von fünf leitenden Unterfragen extrahiert und anhand festgelegter methodischer Kriterien bewertet. Im Vergleich zu gesunden Kontrollgruppen zeigten sich Unterschiede der mikrobiellen Diversität, Community-Struktur, taxonomischen Zusammensetzung und Mikrobiomassoziierten Stoffwechselprofile. Eine einheitliche, für AN spezifische Mikrobiomsignatur ließ sich daraus nicht ableiten. Im Behandlungsverlauf veränderten sich Alpha-Diversität, Richness sowie einzelne taxonomische und metabolische Parameter. Einige näherten sich gesunden Vergleichswerten an, andere Unterschiede bestanden fort. Zusammenhänge zwischen Mikrobiomparametern und Depressivität, Angst oder Essstörungspathologie waren schwach, heterogen und teilweise widersprüchlich. Zudem wurden Nullbefunde und fehlende psychometrische Erhebungen berichtet. Hinweise auf Zusammenhänge mit klinischen Verlaufsparemtern blieben auf einzelne explorative Befunde begrenzt. Die Ergebnisse dieser Literaturrecherche legen nahe, dass mikrobielle, körperliche und psychische Veränderungen miteinander verbunden sein können, jedoch nicht zwangsläufig parallel verlaufen. Das Darmmikrobiom ist als zusätzliche wissenschaftliche Beobachtungsebene zu untersuchen, da die Datenlage für eine Einordnung als validierter Recovery-, Prognose- oder Rückfallmarker sowie als klinisch steuerbares Therapieziel noch nicht ausreicht.

Abstract

Weight gain (weight restoration) in anorexia nervosa cannot be equated with full recovery. The significance of gut microbiome changes during weight rehabilitation and their link to psychological outcomes remains unclear. This literature review aims to identify and critically assess research on microbial and microbiome-associated changes during refeeding, renourishment, weight rehabilitation, weight restoration, and follow-up. The search was conducted in PubMed and followed the standardized PRISMA approach. Of 156 records, eight human studies with primary data were included after multistage selection, comprising seven longitudinal studies and one interventional pilot study. Findings were extracted qualitatively-descriptively along five guiding subquestions and evaluated against established methodological criteria. Compared with healthy controls, differences were observed in microbial diversity, community structure, taxonomic composition, and microbiome-associated metabolic profiles. A consistent microbiome signature specific to anorexia nervosa could not be derived. During treatment, alpha diversity, richness, and several taxonomic and metabolic parameters changed, some approaching healthy values, others persisting. Associations between microbiome parameters and depression, anxiety, or eating disorder pathology were weak, heterogeneous, and partly contradictory. Null findings and missing psychometric assessments were reported. Evidence for associations with clinical course parameters was limited to isolated exploratory findings. This review's findings suggest that microbial, physical, and psychological changes may be interrelated but do not necessarily follow a parallel course. The gut microbiome should continue to be studied as an additional dimension of scientific observation, since evidence remains insufficient to classify it as a validated marker of recovery, prognosis, or relapse, or as an independently controllable therapeutic target.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Relevanz

Anorexia nervosa (AN) ist eine schwere psychische Erkrankung, die mit erheblichen psychosozialen Beeinträchtigungen, körperlichen Folgeproblemen und einer erhöhten Mortalität verbunden ist (Crone et al., 2023; Khalsa et al., 2017). Aufgrund der komplexen Wechselwirkungen zwischen somatischen, psychischen und ernährungsbezogenen Faktoren erfordert die Behandlung eine koordinierte multidisziplinäre Versorgung (Crone et al., 2023; Herpertz et al., 2019). Zu ihren zentralen Bestandteilen zählen die psychotherapeutische Behandlung sowie die Ernährungsrehabilitation mit Wiederherstellung eines gesunden Körpergewichts (Crone et al., 2023). Die Gewichtsrehabilitation ist dabei ein zentrales Therapieziel und ein günstiger prognostischer Faktor für den kurz- und langfristigen Verlauf (Crone et al., 2023; Herpertz et al., 2019).

Eine erreichte Gewichtszunahme oder Weight Restoration ist jedoch nicht mit vollständiger Recovery gleichzusetzen (Khalsa et al., 2017). Die in der Forschung verwendeten Definitionen von Remission und Recovery unterscheiden sich erheblich und berücksichtigen neben körperlichen Kriterien in unterschiedlichem Umfang auch essstörungsspezifische Symptome, Verhaltensweisen, subjektive Einschätzungen und zeitliche Stabilität. Zudem kann eine zunächst erfolgreiche Gewichtswiederherstellung vorübergehend bestehen und schließt ein späteres Wiederauftreten der Erkrankung nicht aus (Khalsa et al., 2017). Für die Beurteilung von Recovery-Prozessen ist daher eine Perspektive erforderlich, die körperliche und psychische Verlaufsdimensionen voneinander unterscheidet und zugleich aufeinander bezieht.

Aus diesem Grund wird das Darmmikrobiom als mögliches Forschungsfeld an der Schnittstelle von Ernährung, Stoffwechsel, gastrointestinaler Funktion und psychischen Prozessen untersucht. AN-spezifische Übersichtsarbeiten beschreiben Unterschiede in der Zusammensetzung und Funktion des Darmmikrobioms gegenüber gesunden Vergleichsgruppen und ordnen diese Befunde in den theoretischen Rahmen der Mikrobiota-Darm-Hirn-Achse ein (Carbone et al., 2021; Seitz et al., 2020). Daraus lässt sich eine biologische Plausibilität für wechselseitige Beziehungen zwischen Ernährungszustand, mikrobiellen Veränderungen und klinischem Verlauf ableiten. Ein kausaler Einfluss des Darmmikrobioms auf psychische Symptome oder Recovery ist damit jedoch nicht nachgewiesen.

Insbesondere zur longitudinalen Entwicklung des Darmmikrobioms während der Gewichtsrehabilitation und im weiteren Follow-up liegen bislang nur begrenzte Befunde vor (Andreani et al., 2024; Carbone et al., 2021; Seitz et al., 2020). Reviews verweisen auf wenige longitudinale Humanstudien, längere Beobachtungszeiträume nach der Entlassung wurden in diesen jedoch bislang nur selten untersucht (Carbone et al., 2021; Seitz et al., 2020). Entsprechend bleibt unzureichend geklärt, wie sich mikrobielle Diversität, Community-Struktur, taxonomische Zusammensetzung und Mikrobiomassoziierte Stoffwechselprofile im Verlauf verändern, in welchem Ausmaß sich diese Veränderungen

normalisieren oder fortbestehen und ob sie mit psychischen Outcomes und klinischen Verlaufsparemtern zusammenhängen (Andreani et al., 2024; Carbone et al., 2021; Seitz et al., 2020). Die systematische Einordnung dieser Evidenz ist klinisch und wissenschaftlich relevant, da sie mögliche Zusammenhänge mit Recovery-Prozessen sichtbar macht, zugleich aber die Grenzen der bisherigen Befunde und den weiteren Forschungsbedarf verdeutlicht. Für die Ökotrophologie liegt die Bedeutung besonders in der Verbindung ernährungsbezogener Rehabilitation mit mikrobiellen, gastrointestinalen und psychischen Verlaufsaspekten, ohne daraus bereits konkrete therapeutische Schlussfolgerungen abzuleiten.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, den aktuellen Forschungsstand zu Veränderungen des Darmmikrobioms und mikrobiomassoziierter Parameter bei Patient:innen mit AN systematisch zu erfassen und kritisch einzuordnen. Berücksichtigt werden Untersuchungen während Refeeding, Renourishment, Gewichtsrehabilitation, Weight Restoration und im Follow-up sowie Hinweise auf eine Normalisierung, partielle Normalisierung oder Persistenz mikrobieller Veränderungen. Die in den eingeschlossenen Studien verwendeten englischen Begriffe Refeeding, Renourishment, Weight Restoration, Follow-up und Recovery werden nach ihrer ersten deutschen Einordnung im weiteren Verlauf beibehalten, da sie teilweise studienspezifisch operationalisiert sind und sich nicht vollständig bedeutungsgleich ins Deutsche übertragen lassen. Darüber hinaus werden berichtete Zusammenhänge mit psychischen Outcomes und mögliche Bezüge zu Recovery-Prozessen und klinischen Verlaufsparemtern untersucht. Dabei wird zwischen kurzfristiger Gewichtszunahme, Gewichtswiederherstellung, Nachbeobachtung und umfassenderen Recovery-Prozessen unterschieden. Gewichtsrehabilitation wird konsequent von vollständiger Recovery abgegrenzt. Zugleich wird die Aussagekraft der vorhandenen Evidenz unter Berücksichtigung methodischer Unterschiede und Limitationen bewertet. Ziel ist eine strukturierte Synthese der bislang verfügbaren Humanbefunde.

1.3 Aufbau der Arbeit

Zunächst werden die für die Fragestellung erforderlichen Grundlagen zu AN, Gewichtsrehabilitation, Recovery, Darmmikrobiom und psychischen Outcomes dargestellt. Darauf folgt die Beschreibung der systematischen Literaturrecherche einschließlich Studienauswahl und methodischer Bewertung. Die Ergebnisse werden entlang leitender Unterfragen analysiert und anschließend hinsichtlich klinischer Bedeutung sowie (methodischer) Limitationen bewertet und diskutiert. Abschließend werden daraus, sofern möglich, Handlungsempfehlungen für Praxis und Forschung abgeleitet und die zentralen Schlussfolgerungen im Fazit zusammengeführt.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Anorexia nervosa

2.1.1 Klinische Merkmale, Verlauf und Begleitscheinungen

Anorexia nervosa (AN) ist eine schwere psychische Erkrankung, die mit einer erheblichen körperlichen und psychischen Krankheitslast sowie einer im Vergleich zu anderen Essstörungen hohen Mortalität verbunden ist (Khalsa et al., 2017). Zu den diagnostischen Kernmerkmalen zählen eine anhaltende Einschränkung der Energieaufnahme mit der Folge eines signifikant niedrigen Körpergewichts, eine ausgeprägte Angst vor Gewichtszunahme oder ein dieser Zunahme entgegenwirkendes Verhalten, sowie eine Störung in der Wahrnehmung oder Bewertung des eigenen Körpergewichts und der eigenen Figur (Herpertz et al., 2019). Der Body-Mass-Index (BMI) dient als gewichtsbezogene Orientierungsgröße, bildet die klinische Ausprägung der Erkrankung jedoch nicht allein ab (Herpertz et al., 2019).

Die körperliche Krankheitslast kann mehrere Organsysteme betreffen und erfordert insbesondere bei ausgeprägtem Untergewicht oder weiteren somatischen Risiken eine engmaschige medizinische Überwachung (Crone et al., 2023; Herpertz et al., 2019). Gastrointestinale Begleitscheinungen sind im klinischen Verlauf ebenfalls relevant. Häufig treten zudem depressive und ängstliche Symptome sowie zwanghafte oder rigide Verhaltensmuster auf. Diese können mit Mangelernährung oder komorbiden Störungen zusammenhängen und den Krankheitsverlauf sowie die Behandlung erschweren (Herpertz et al., 2019).

Der Verlauf der AN ist heterogen und kann anhaltende Beschwerden, Phasen der Remission sowie erneute Symptomverschlechterungen oder Rückfälle umfassen. Rückfall, Remission und Recovery werden uneinheitlich definiert und operationalisiert, wodurch klinische Verläufe und längerfristige Behandlungsergebnisse nur eingeschränkt vergleichbar sind (Khalsa et al., 2017).

Die für diese Arbeit maßgebliche Begriffsabgrenzung erfolgt in Kapitel 2.4.1.

2.1.2 Behandlung und Bedeutung der Gewichtsrehabilitation

Aufgrund der körperlichen und psychischen Komplexität erfolgt die Behandlung im multidisziplinären Team. Zentrale Bestandteile sind die medizinische und psychiatrische Betreuung, eine essstörungsspezifische Psychotherapie sowie Ernährungstherapie und Ernährungsrehabilitation mit dem Ziel, ein individuell angemessenes Körpergewicht wiederherzustellen (Crone et al., 2023). Behandlungsverfahren und Versorgungssetting richten sich nach dem individuellen Behandlungsbedarf und dem körperlichen Risiko; eine medikamentöse Behandlung soll nicht als alleinige Therapie eingesetzt werden (National Institute for Health and Care Excellence, 2017).

Die Gewichtsrehabilitation bezeichnet den therapeutischen Prozess der schrittweisen Verbesserung des Ernährungszustands und der Wiederherstellung eines angemessenen Körpergewichts (Herpertz et al., 2019). Sie ist ein notwendiger körperlicher Bestandteil der Behandlung, jedoch nicht mit vollständiger Recovery gleichzusetzen. Diese umfasst neben der Gewichtsentwicklung auch psychische und verhaltensbezogene Kriterien sowie deren zeitliche Stabilität. Entlassung oder Weight Restoration belegt daher keine vollständige Recovery (Khalsa et al., 2017). Diese Abgrenzung ist für die spätere Einordnung mikrobieller Veränderungen im Verlauf der Gewichtsrehabilitation und darüber hinaus grundlegend.

Für eine vertiefte Darstellung diagnostischer Kriterien, somatischer Komplikationen und Behandlungsverfahren wird auf die deutsche S3-Leitlinie, die NICE-Leitlinie NG69 und die Practice Guideline der American Psychiatric Association verwiesen (Crone et al., 2023; Herpertz et al., 2019; National Institute for Health and Care Excellence, 2017).

2.2 Darmmikrobiom, Darm-Hirn-Achse und psychische Outcomes

2.2.1 Grundlagen, Funktionen und Erfassung des Darmmikrobioms

Die Darmmikrobiota umfasst die Gesamtheit der im Darm lebenden Mikroorganismen. Der Begriff Darmmikrobiom schließt darüber hinaus deren genetische Ausstattung, funktionelle Eigenschaften und unmittelbare Umwelt ein, auch wenn beide Bezeichnungen in der Fachliteratur nicht durchgehend trennscharf verwendet werden (Cryan et al., 2019; Dhopatkar et al., 2023). Mikrobielle Zusammensetzung und Stoffwechselprodukte stehen mit physiologischen Systemen des Wirts in Verbindung und werden zugleich durch Ernährung und physiologischen Zustand mitgeprägt (Cryan et al., 2019; Roubalová et al., 2020).

Abweichungen der mikrobiellen Zusammensetzung gegenüber einer definierten Referenzgruppe werden häufig als Dysbiose bezeichnet. Der Begriff ist jedoch nicht einheitlich definiert und beschreibt zunächst eine veränderte mikrobielle Konstellation. Er ist daher weder mit einer eigenständigen Diagnose noch automatisch mit einer krankheitsverursachenden Funktionsstörung gleichzusetzen (Roubalová et al., 2020).

Zur Beschreibung des Darmmikrobioms werden taxonomische und gemeinschaftsbezogene Parameter herangezogen. Ein Taxon bezeichnet eine Gruppe von Mikroorganismen auf einer bestimmten taxonomischen Ebene. Die relative Abundanz gibt deren Anteil innerhalb der erfassten Sequenzdaten an, nicht jedoch die absolute Anzahl in der Probe. Ein relativer Anstieg bedeutet daher nicht zwangsläufig eine absolute Zunahme (Cryan et al., 2019).

Ergänzend werden Diversitätsmaße verwendet. Die Alpha-Diversität beschreibt die Vielfalt innerhalb einer Probe und berücksichtigt je nach Maß Artenreichtum und Gleichverteilung. Eine höhere Alpha-Diversität ist nicht grundsätzlich als günstiger oder gesünder zu bewerten. Die Beta-Diversität

erfasst Unterschiede der mikrobiellen Zusammensetzung zwischen Proben oder Gruppen und damit der Community-Struktur, also des Zusammenspiels vorhandener Taxa und ihrer relativen Verteilung. Sie ist nicht als „mehr“ oder „weniger“ Vielfalt zu interpretieren (Cryan et al., 2019).

Für die Untersuchung des Darmmikrobioms stehen unterschiedliche Analyseverfahren zur Verfügung. Die 16S-rRNA-Gensequenzierung dient vor allem der taxonomischen Profilierung bakterieller Gemeinschaften, erlaubt jedoch keine unmittelbare Beurteilung ihrer funktionellen Aktivität (Cryan et al., 2019).

Die Shotgun-Metagenomik erfasst ein breiteres genetisches Profil und kann Hinweise auf das funktionelle Potenzial des Mikrobioms liefern, das von tatsächlich ablaufenden Stoffwechselprozessen zu unterscheiden ist (Cryan et al., 2019). Zielgerichtete Verfahren wie die reverse transcription-quantitative polymerase chain reaction (RT-qPCR) quantifizieren ausgewählte Mikroorganismen und bilden daher nicht zwangsläufig die gesamte mikrobielle Gemeinschaft ab (Morisaki et al., 2023). Metabolomische Analysen untersuchen Stoffwechselprodukte, während Multi-Omics-Ansätze mehrere biologische Datenebenen, beispielsweise Mikrobiom und Metabolom, verknüpfen. Die gemessenen Metabolite können aus dem mikrobiellen Stoffwechsel, der Nahrung oder dem Wirtsstoffwechsel stammen (Cryan et al., 2019; Monteleone et al., 2021).

Zu den häufig untersuchten mikrobiomassoziierten Metaboliten gehören kurzkettige Fettsäuren (short-chain fatty acids, SCFA) und verzweigtkettige Fettsäuren (branched-chain fatty acids, BCFA). Acetat, Propionat und Butyrat entstehen vor allem bei der bakteriellen Fermentation von Nahrungsbestandteilen, die im Dünndarm nicht vollständig verdaut oder resorbiert wurden und stehen unter anderem mit der Darmbarriere und immunologischen Prozessen in Verbindung (Borgo et al., 2017; Ruusunen et al., 2019). BCFA entstehen überwiegend bei der bakteriellen Proteinfermentation aus verzweigtkettigen Aminosäuren. Dazu zählen insbesondere Isobutyrat und Isovalerat (Mack et al., 2016; Ruusunen et al., 2019). Die Konzentrationen und physiologischen Bedeutungen beider Metabolitengruppen werden durch mehrere Faktoren beeinflusst (Mack et al., 2016; Ruusunen et al., 2019). SCFA sind deshalb nicht pauschal als gesundheitsförderlich und BCFA nicht grundsätzlich als gesundheitsschädlich einzuordnen.

2.2.2 Mikrobiota-Darm-Hirn-Achse und Bedeutung für psychische Outcomes

Die Mikrobiota-Darm-Hirn-Achse bezeichnet ein bidirektionales Kommunikationssystem zwischen Darm, Mikrobiota und zentralem Nervensystem. Diskutiert werden neuronale, immunologische, endokrine und metabolische Signalwege sowie die Darmbarriere (Cryan et al., 2019; Roubalová et al., 2020; Zhu et al., 2023). Die Kommunikation verläuft nicht ausschließlich vom Darm zum Gehirn: Psychischer Stress, Ernährungsverhalten und der physiologische Zustand können ihrerseits auf

Darmfunktion und Mikrobiota zurückwirken (Cryan et al., 2019). Für eine vertiefte Darstellung der allgemeinen und AN-spezifischen Einordnung der Mikrobiota-Darm-Hirn-Achse wird auf [Cryan et al. \(2019\)](#), [Roubalová et al. \(2020\)](#) und [Zhu et al. \(2023\)](#) verwiesen.

Auf dieser Grundlage werden Zusammenhänge des Darmmikrobioms mit psychischen und verhaltensbezogenen Merkmalen untersucht. Bei AN sind insbesondere Depressivität, Angst, essstörungsspezifische Psychopathologie und allgemeine psychische Belastung von Interesse. Diese psychischen Outcomes werden in der Forschung mit standardisierten diagnostischen und psychometrischen Verfahren erfasst (Scala et al., 2025).

In Humanstudien wurden Zusammenhänge zwischen mikrobiellen Parametern, Metaboliten und psychischen Merkmalen beschrieben. Diese Befunde sind überwiegend assoziativ und erlauben weder Aussagen über die Wirkungsrichtung noch einen kausalen Nachweis. Auch biologische Plausibilität ist nicht mit Kausalität gleichzusetzen (Cryan et al., 2019; Scala et al., 2025). Ein erheblicher Teil der mechanistischen Evidenz stammt aus Tiermodellen und ist nicht unmittelbar auf Menschen mit AN übertragbar (Cryan et al., 2019; Zhu et al., 2023).

2.3 Zusammenhang zwischen Anorexia nervosa und Darmmikrobiom

2.3.1 AN-assoziierte Mikrobiomveränderungen und relevante Einflussfaktoren

Bei Patient:innen mit Anorexia nervosa wurden im Vergleich zu gesunden Kontrollgruppen wiederholt Unterschiede im Darmmikrobiom beschrieben. Sie betreffen die mikrobielle Diversität und Community-Struktur, die relative Zusammensetzung taxonomischer Gruppen sowie funktionelle Profile und mikrobiomassoziierte Metabolite. Eine einheitliche, für AN spezifische Mikrobiomsignatur ergibt sich daraus jedoch nicht. Vielmehr variieren die Befunde je nach Population, Vergleichsgruppe, Probenahme, Analyseverfahren und untersuchter Ergebnisebene (Dhopatkar et al., 2023; Seitz et al., 2020).

Die Einordnung dieser Veränderungen wird durch mehrere gleichzeitig auftretende Stör- und Einflussfaktoren erschwert. Eine ausgeprägte Einschränkung der Energieaufnahme und eine veränderte Nahrungszusammensetzung können die mikrobielle Gemeinschaft und ihre Stoffwechselprodukte mitprägen. Untergewicht und Mangelernährung lassen sich nicht eindeutig von krankheitsspezifischen Einflüssen trennen, da Ernährung, Ernährungszustand und Erkrankung eng miteinander verknüpft sind (Dhopatkar et al., 2023; Seitz et al., 2020).

Auch gastrointestinale Beschwerden sowie Veränderungen der intestinalen Motilität und Transitzeit können mit der Zusammensetzung des Darmmikrobioms zusammenhängen. Die Richtung dieser Beziehung bleibt jedoch offen, da gastrointestinale Veränderungen sowohl Einflussgrößen als auch Begleiterscheinungen mikrobieller Veränderungen sein können (Dhopatkar et al., 2023). Weitere

potenzielle Störfaktoren sind Antibiotika, Psychopharmaka und Probiotika sowie Unterschiede zwischen stationären und ambulanten Behandlungsbedingungen (Dhopatkar et al., 2023). Insbesondere eine standardisierte Ernährung im stationären Setting kann die Abgrenzung von Erkrankungs-, Ernährungs- und Behandlungseffekten erschweren. Daraus lässt sich jedoch keine eigenständige kausale Wirkung des Behandlungssettings ableiten (Andreani et al., 2024; Dhopatkar et al., 2023). Für eine vertiefte Einordnung AN-assoziiierter Mikrobiomveränderungen und relevanter Einflussfaktoren wird auf [Dhopatkar et al. \(2023\)](#) und [Seitz et al. \(2020\)](#) verwiesen.

Auch für Merkmale der Erkrankungsschwere und psychischen Belastung wurden in Humanstudien Assoziationen mit mikrobiellen Parametern beschrieben. Krankheitsdauer und vorausgegangener Gewichtsverlust waren bei Behandlungsbeginn statistisch mit Unterschieden in der mikrobiellen Community-Zusammensetzung assoziiert. Diese Befunde erlauben jedoch keine Aussagen über Richtung oder Ursache der beobachteten Beziehungen (Andreani et al., 2024; Borgo et al., 2017). Tierexperimentelle Befunde können mögliche Mechanismen ergänzen, sind jedoch nicht unmittelbar auf Menschen mit AN übertragbar (Cryan et al., 2019; Zhu et al., 2023).

2.3.2 Forschungsstand und offene Fragen zum AN-assoziierten Darmmikrobiom

Die bisherige Humanforschung ist überwiegend durch Querschnittsstudien, kleine Stichproben und methodisch heterogene Untersuchungsansätze geprägt (Dhopatkar et al., 2023; Seitz et al., 2020).

Longitudinale Humanstudien sind bislang begrenzt. Daher bleibt offen, wie sich einzelne mikrobielle Parameter während der Ernährungs- und Gewichtsrehabilitation entwickeln und ob beobachtete Abweichungen vorübergehend sind, sich partiell verändern oder längerfristig fortbestehen (Andreani et al., 2024; Morisaki et al., 2023). Ebenso ist nicht eindeutig geklärt, welcher Anteil der Veränderungen der akuten Erkrankung, dem Untergewicht, der Ernährungsumstellung oder dem jeweiligen Behandlungssetting zuzuordnen ist (Dhopatkar et al., 2023; Seitz et al., 2020).

Diese Unsicherheiten begründen die anschließende begriffliche und klinische Abgrenzung von Gewichtsrehabilitation, Weight Restoration und Recovery sowie die gesonderte Betrachtung psychischer Outcomes im weiteren Verlauf.

2.4 Recovery, Gewichtsrehabilitation und psychische Outcomes bei Anorexia nervosa

2.4.1 Begriffsabgrenzung und klinische Verlaufsdimensionen

Gewichtsrehabilitation bezeichnet den therapeutischen Prozess der schrittweisen Wiederherstellung des Körpergewichts im klinischen Behandlungskontext. Die ernährungsbezogene Phase wird in der Literatur als Refeeding oder Renourishment bezeichnet. Beide Begriffe werden weitgehend

austauschbar verwendet, ohne verbindlich voneinander abgegrenzt zu sein (Fouladi et al., 2022; Ruusunen et al., 2019). Weight Gain beschreibt die während der Behandlung beobachtete Gewichtszunahme (Fouladi et al., 2022). Weight Regain bezeichnet in einzelnen Studien die Wiederzunahme zuvor verlorenen Gewichts, ist jedoch nicht einheitlich standardisiert (Monteleone et al., 2020).

Weight Restoration ist davon als gewichtsbezogener, studienspezifisch operationalisierter Endpunkt zu unterscheiden. Die Operationalisierung kann auf BMI-Grenzwerten, altersbezogenen BMI-Kriterien, dem prozentual erwarteten Körpergewicht oder einem individuell festgelegten Zielgewicht beruhen. Die von Khalsa et al. (2017) vorgeschlagenen Schwellen- und Zeitkriterien stellen einen Standardisierungsvorschlag dar, keinen allgemein anerkannten Konsens (Andreani et al., 2024; Khalsa et al., 2017).

Auch Remission und Recovery sind nicht gleichzusetzen. Remission bezeichnet eine zeitlich begrenzte Besserung oder Reduktion der Symptomatik unter definierte Schwellenwerte. Recovery wird umfassender verstanden und setzt längerfristige Stabilität voraus (Khalsa et al., 2017). Khalsa et al. (2017) operationalisieren Recovery anhand körperlicher, psychopathologischer und verhaltensbezogener Kriterien über einen längeren Zeitraum. McDonald et al. (2021) betonen ergänzend den individuellen und prozessualen Charakter sowie emotionale, soziale, funktionale und identitätsbezogene Aspekte. Beide Ansätze setzen unterschiedliche Schwerpunkte. Eine einheitliche Recovery-Definition liegt bislang nicht vor (Khalsa et al., 2017; McDonald et al., 2021). Für eine vertiefte Darstellung unterschiedlicher Remissions-, Rückfall- und Recovery-Konzepte wird auf Khalsa et al. (2017) und McDonald et al. (2021) verwiesen.

Ein Follow-up bezeichnet lediglich den Zeitraum der Nachbeobachtung und belegt für sich genommen keinen Recovery-Status. Ein klinisch definierter Rückfall ist von einer Rehospitalisierung zu unterscheiden: Eine erneute stationäre Aufnahme kann als Verlaufsindikator dienen, belegt jedoch nicht automatisch einen Rückfall (Khalsa et al., 2017). Die Begriffe Normalisierung, partielle Normalisierung und Persistenz werden in der Mikrobiomforschung deskriptiv verwendet, ohne formal standardisierte klinische Kriterien darzustellen (Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021).

2.4.2 Psychische Outcomes und multidimensionale Recovery

Gewichtszunahme und Weight Restoration sind zentrale körperliche Bestandteile der Behandlung, bilden Recovery jedoch nicht vollständig ab. Betroffene und Behandelnde beschreiben Recovery als einen Prozess, der über die Wiederherstellung des Körpergewichts hinausreicht (McDonald et al., 2021). Psychische Outcomes wie Depressivität, Angst, essstörungsspezifische Psychopathologie und allgemeine psychische Belastung sind daher eigenständige Verlaufsdimensionen (McDonald et al., 2021). In longitudinalen Humanstudien werden sie als Outcome-Variablen erfasst, jedoch nicht durchgängig als formale Recovery-Kriterien behandelt (Andreani et al., 2024; Monteleone et al., 2021).

Ein multidimensionales Recovery-Verständnis umfasst neben körperlichen und psychischen auch verhaltensbezogene, funktionale und subjektive Dimensionen. Qualitative Forschung hebt dabei insbesondere Alltagsfunktion, soziale Teilhabe und subjektive Aspekte hervor (McDonald et al., 2021). Heterogene Definitionen, Schwellenwerte und Nachbeobachtungszeiträume erschweren die Beurteilung von Recovery. Eine kurzfristige körperliche Besserung oder ein einzelner Follow-up-Zeitpunkt kann daher nicht als Nachweis langfristig stabiler Recovery gelten (Khalsa et al., 2017). Offen bleibt zudem, ob körperliche, psychische und mikrobielle Veränderungen im Verlauf zeitlich parallel auftreten (Andreani et al., 2024).

2.5 Forschungsfrage und leitende Unterfragen

Die bisherige Forschung weist darauf hin, dass sich das Darmmikrobiom bei Anorexia nervosa sowohl im akuten Krankheitszustand als auch im Verlauf der Gewichtszunahme verändern kann. Die Einordnung dieser Befunde wird jedoch durch überwiegend kleine und heterogene Stichproben, unterschiedliche Untersuchungsverfahren sowie variierende Mess- und Nachbeobachtungszeitpunkte erschwert (Roubalová et al., 2020; Zhu et al., 2023). Hinzu kommt, dass Gewichtsrehabilitation, Weight Restoration, Remission und Recovery in der Literatur nicht einheitlich operationalisiert werden und daher keine gleichbedeutenden Verlaufszustände darstellen (Khalsa et al., 2017). Insbesondere bleibt unzureichend geklärt, in welchem Ausmaß mikrobielle Veränderungen während und nach der Gewichtsrehabilitation fortbestehen oder sich einer gesunden Referenz annähern und wie sie mit psychischen Outcomes sowie weiteren klinischen Verlaufsparemtern zusammenhängen (Carr et al., 2016; Zhu et al., 2023).

Vor diesem Hintergrund wird folgende Forschungsfrage untersucht:

Welche Bedeutung haben Veränderungen des Darmmikrobioms im Verlauf von Gewichtsrehabilitation und Recovery bei Patient:innen mit Anorexia nervosa im Zusammenhang mit psychischen Outcomes?

Zur strukturierten Bearbeitung der Forschungsfrage werden folgende leitende Unterfragen herangezogen:

1. Welche Veränderungen des Darmmikrobioms werden bei Patient:innen mit Anorexia nervosa als Ausgangspunkt der Gewichtsrehabilitation im Vergleich zu gesunden Kontrollgruppen beschrieben?
2. Welche Veränderungen des Darmmikrobioms und mikrobiomassoziiierter Parameter werden im Verlauf von Refeeding, Renourishment, Gewichtsrehabilitation, Weight Restoration und Follow-up bei Patient:innen mit Anorexia nervosa beschrieben, und inwiefern werden diese Veränderungen von vollständiger Recovery abgegrenzt?
3. In welchem Ausmaß weisen die eingeschlossenen Studien nach Gewichtsrehabilitation, Renourishment, Weight Restoration oder im weiteren Follow-up auf eine Normalisierung, partielle Normalisierung oder Persistenz mikrobieller Veränderungen hin?

4. Welche mikrobiellen Parameter werden in den eingeschlossenen Studien mit psychischen Outcomes bei Anorexia nervosa in Verbindung gebracht, und welche Nullbefunde oder fehlenden psychometrischen Erhebungen werden berichtet?
5. Welche Hinweise ergeben sich aus den eingeschlossenen Studien auf eine mögliche klinische Relevanz Mikrobiombezogener Veränderungen für Recovery-Prozesse und klinische Verlaufparameter bei Anorexia nervosa?

3 Methode

3.1 Studiendesign: Systematische Literaturrecherche

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Ziel war die Identifikation von Primärstudien, die Veränderungen des Darmmikrobioms bei Patient:innen mit Anorexia nervosa im Verlauf von Gewichtsrehabilitation, Refeeding, Renourishment oder Recovery untersuchen und dabei psychische Outcomes oder klinische Verlaufsparmeter berücksichtigen. Im Mittelpunkt der Ergebnissynthese standen Humanstudien, die Aussagen zum mikrobiellen Verlauf während oder nach einer Gewichtsrehabilitation ermöglichen.

Das Vorgehen orientierte sich an der PRISMA-2020-Leitlinie zur transparenten Berichterstattung systematischer Reviews (Page et al., 2021). Recherche, Sichtung und Auswahl der Studien erfolgten auf Basis vorab festgelegter Suchbegriffe sowie definierter Ein- und Ausschlusskriterien. Reviews, tierexperimentelle Arbeiten, Studienprotokolle und mechanistische Ergänzungsquellen wurden nicht in die Ergebnissynthese einbezogen, sondern ausschließlich für den theoretischen Hintergrund oder die Einordnung in der Diskussion herangezogen. Die Abgrenzung der ein- und ausgeschlossenen Quellen wird in Kapitel 3.4 dargestellt.

Die Literaturrecherche war bis zum 01.06.2026 abgeschlossen. Eine Reproduktionsprüfung der Suchanfragen und Trefferzahlen erfolgte am 24.06.2026. Die Studienauswahl wird in Kapitel 3.5 anhand eines PRISMA-orientierten Flussdiagramms dargestellt.

3.2 Literaturdatenbank

Die Literaturrecherche wurde in PubMed durchgeführt. PubMed wurde gewählt, da die Datenbank umfangreiche biomedizinische und klinische Fachliteratur abdeckt und sich damit zur Identifikation von Humanstudien an der Schnittstelle von Ernährungswissenschaft, Medizin, Psychiatrie und Mikrobiomforschung eignet.

Auf die Einbeziehung weiterer Datenbanken wurde im Rahmen dieser Bachelorarbeit verzichtet. Die Beschränkung auf PubMed stellt eine methodische Limitation dar, da relevante Studien aus anderen Datenbanken möglicherweise nicht erfasst wurden. Diese Limitation wird in der Methodendiskussion aufgegriffen.

3.3 Suchstrategie

Die Suchstrategie umfasste die zentralen Dimensionen der Forschungsfrage: Anorexia nervosa, Darmmikrobiom beziehungsweise Darmmikrobiota, Begriffe zu Gewichtsrehabilitation und Recovery sowie psychische und klinische Outcomes. Die Suchbegriffe wurden mit den Booleschen Operatoren AND und OR kombiniert. Die zentralen Themenbereiche wurden mit AND verknüpft. Synonyme und verwandte Suchbegriffe wurden innerhalb der jeweiligen Suchblöcke mit OR kombiniert. Die Recherche bestand aus einer Hauptsuche und fünf Zusatzsuchen. Die Hauptsuche

kombinierte Anorexia nervosa, Darmmikrobiom beziehungsweise Darmmikrobiota sowie Begriffe zu Recovery, Weight Restoration, Weight Gain oder Refeeding. Die Zusatzsuchen erweiterten die Recherche um longitudinale Designs, klinische und psychische Outcomes, Renourishment, Remission, Relapse, Long-term Recovery sowie mechanistische oder interventionelle Ansätze wie Fecal Microbiota Transplantation.

Für alle Suchanfragen wurden die Filter „Humans“ und „English“ gesetzt. Eine zeitliche Eingrenzung des Publikationszeitraums wurde nicht vorgenommen. Die Treffer lagen dennoch ausschließlich im Zeitraum von 2015 bis 2026. Insgesamt wurden 156 Treffer identifiziert. Nach der Zusammenführung der Suchergebnisse wurden Dubletten entfernt. Der weitere Auswahlprozess ist in Kapitel 3.5 dargestellt.

Die vollständigen Suchstrings, Filter, Trefferzahlen und die Anzahl der aus den einzelnen Suchanfragen in die Ergebnissynthese eingeschlossenen Studien sind in Tabelle 1 im Anhang aufgeführt.

3.4 Ein- und Ausschlusskriterien

Die Studienauswahl erfolgte anhand vorab festgelegter Ein- und Ausschlusskriterien, die sich an der Forschungsfrage orientierten. Eingeschlossen wurden Humanstudien mit eigenen Primärdaten, deren Studienpopulation Patient:innen mit Anorexia nervosa umfasste und die Daten zum Darmmikrobiom oder zur Darmmikrobiota mit Bezug zu Gewichtsrehabilitation, Refeeding, Renourishment, Weight Restoration, Weight Regain, Recovery, Remission oder Follow-up berichteten. Priorisiert wurden Studien mit longitudinalem Design, Prä-Post-Erhebungen oder Follow-up-Zeitpunkten. Psychische Outcomes wie Depression, Angst, Essstörungspathologie oder klinische Verlaufsparemeter erhöhten die Relevanz einer Studie, waren jedoch kein zwingendes Einschlusskriterium, da auch Studien ohne psychologische Messgrößen zur Beantwortung einzelner Unterfragen beitragen konnten.

Ausgeschlossen wurden Studien ohne ausreichenden Bezug zu Anorexia nervosa, ohne klar eingegrenzte AN-Population, ohne Darmmikrobiomdaten oder ohne Bezug zu Gewichtsrehabilitation, Recovery, Refeeding oder Follow-up. Ebenfalls ausgeschlossen wurden Arbeiten mit ausschließlichem Fokus auf Risikofaktoren, Früherkennung, genetische Fragestellungen oder spezifische biologische Mechanismen ohne ausreichende klinische Einordnung sowie Reviews, narrative Übersichtsarbeiten, Studienprotokolle ohne eigene Ergebnisse und tierexperimentelle Studien ohne klinischen Humanfokus.

Interventionelle Studien wurden gesondert geprüft und nur eingeschlossen, wenn sie eigene Ergebnisdaten berichteten und einen nachvollziehbaren Bezug zu Anorexia nervosa, Darmmikrobiomveränderungen sowie klinischen oder psychischen Outcomes aufwiesen. Interventionelle Pilotstudien wurden nicht als gleichwertige Verlaufsstudien zur natürlichen Gewichtsrehabilitation oder Recovery eingeordnet, sondern bei Erfüllung der Einschlusskriterien als ergänzende Evidenz berücksichtigt.

Weitere Literatur, die zur Einordnung der Fragestellung beitrug, wurde für den theoretischen Hintergrund oder die Diskussion herangezogen, war jedoch nicht Bestandteil der Ergebnissynthese.

3.5 Auswahlprozess der Studien

Der Auswahlprozess erfolgte PRISMA-orientiert auf Grundlage der in Kapitel 3.3 dargestellten PubMed-Suchanfragen. Insgesamt wurden 156 Treffer identifiziert. Nach Entfernung von 67 Duplikaten verblieben 89 Publikationen für das Titelscreening. Im Titelscreening wurden die Publikationen anhand der Ein- und Ausschlusskriterien geprüft. 17 Publikationen wurden ausgeschlossen, sodass 72 für das Abstractscreening verblieben. Dort wurden 56 weitere Publikationen ausgeschlossen. Die jeweiligen Ausschlussgründe und ihre Häufigkeiten sind in Abbildung 1 differenziert dargestellt. Anschließend wurden 16 Publikationen im Volltext geprüft. In der Volltextprüfung wurden 8 Publikationen ausgeschlossen. Die jeweiligen Ausschlussgründe und ihre Häufigkeiten sind in Abbildung 1 differenziert dargestellt. Final wurden 8 Studien in die Ergebnissynthese eingeschlossen.

Der Auswahlprozess ist in Abbildung 1 als PRISMA-orientiertes Flow-Chart dargestellt.

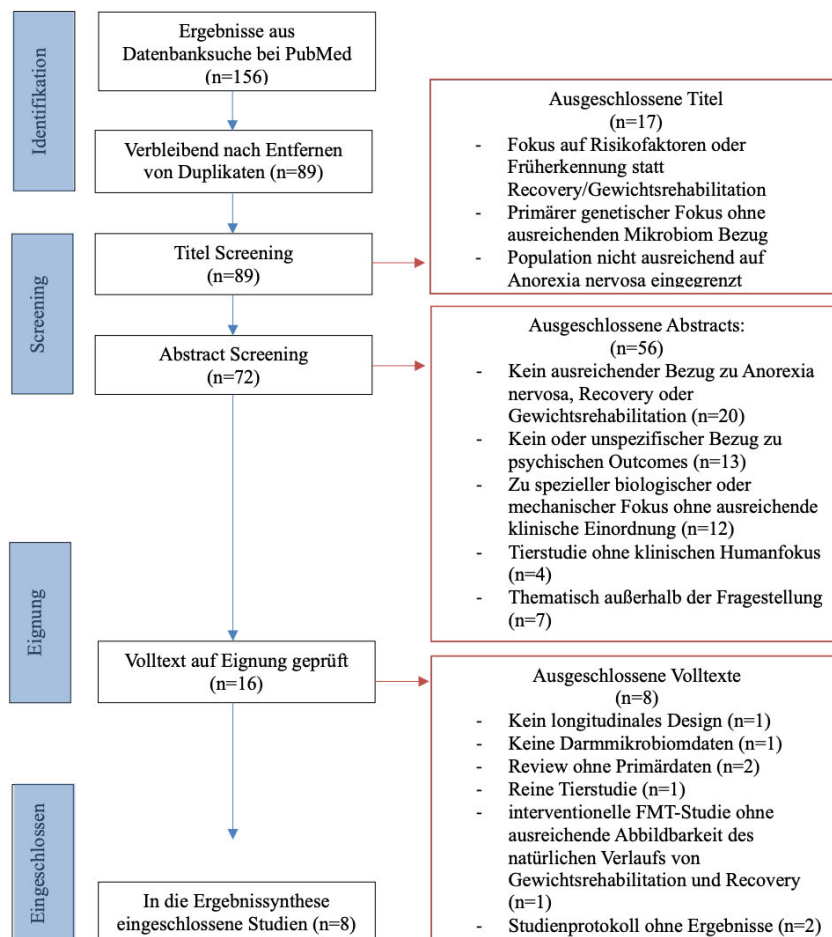


Abbildung 1: PRISMA-orientierter Auswahlprozess der eingeschlossenen Studien; Anmerkung: Eigene Darstellung.

3.6 Datenextraktion

Die Datenextraktion erfolgte von der Autorin anhand einer strukturierten Extraktionstabelle. Erfasst wurden bibliografische und methodische Angaben, Populationsmerkmale, Messzeitpunkte und Vergleichsgruppen, Behandlungs- und Verlaufskontexte, mikrobiologische Methoden und Parameter, psychische und klinische Outcomes, zentrale Ergebnisse sowie methodische Stärken und Schwächen.

Der jeweilige Recovery- und Gewichtsbezug wurde studienspezifisch dokumentiert, darunter Refeeding, Renourishment, Gewichtsrehabilitation, Weight Gain, Weight Regain, Weight Restoration, Remission, Recovery und Follow-up. Bei psychischen Outcomes wurde festgehalten, ob diese erhoben und ob statistische Zusammenhänge mit Mikrobiomparametern untersucht wurden. Für die Ergebnissynthese wurden die extrahierten Daten entlang der fünf leitenden Unterfragen geordnet. Die vollständige Extraktionstabelle mit allen studienspezifischen Angaben ist in Tabelle 3-5 im Anhang dargestellt.

3.7 Methodische Bewertung der eingeschlossenen Studien

Die methodische Bewertung erfolgte anhand vorab festgelegter Kriterien, jedoch ohne vollständige Anwendung eines standardisierten Risk-of-Bias-Tools. Ziel war keine formale Gesamtbewertung der Studienqualität, sondern die strukturierte Einordnung der Aussagekraft jeder Studie für die Forschungsfrage und die fünf leitenden Unterfragen.

Berücksichtigt wurden Studiendesign, Messzeitpunkte und Verlaufsbezug, Populations- und Stichprobenmerkmale, Vergleichsgruppen, mikrobiologische Methodik, psychische und klinische Outcomes sowie potenzielle Confounder und Unterschiede der Behandlungskontexte. Longitudinale Prä-Post- und Follow-up-Daten wurden danach beurteilt, ob sie lediglich kurzfristige Gewichtszunahme oder einen begrenzten Behandlungsabschnitt abbildeten oder Aussagen über Weight Restoration beziehungsweise längerfristige Verläufe ermöglichten. Ein Entlassungs- oder Follow-up-Zeitpunkt wurde dabei nicht automatisch als Recovery gewertet.

Für Population und Studiendesign wurden insbesondere Stichprobengröße, Vergleichsgruppen, Drop-outs und Dauer der Nachbeobachtung berücksichtigt. Bei der mikrobiologischen Methodik wurden Analyseverfahren, untersuchte Parameter und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Studien geprüft. Für psychische Outcomes wurde unterschieden, ob diese nicht erhoben, lediglich deskriptiv erfasst oder statistisch mit Mikrobiomparametern in Beziehung gesetzt wurden. Studien ohne psychische Outcomes blieben für die mikrobiologischen Unterfragen eingeschlossen, ihre Aussagekraft für die vierte Unterfrage wurde jedoch entsprechend begrenzt.

Soweit berichtet, wurden zudem Ernährung und Energiezufuhr, BMI und Gewichtsentwicklung, Medikamenten- und Antibiotikagebrauch, gastrointestinale Beschwerden sowie Behandlungssetting und weitere potenzielle Einflussfaktoren berücksichtigt. Fehlende Kontrolle solcher Faktoren, kleine Stichproben, kurze Beobachtungszeiträume und fehlende Vergleichsgruppen wurden als

Einschränkungen der Aussagekraft eingeordnet. Die studienspezifischen methodischen Stärken und Schwächen sind in Tabelle 3-5 im Anhang dokumentiert. Die Bewertung floss in die Ergebnissynthese und die Methodendiskussion ein.

3.8 Einsatz KI-gestützter und digitaler Hilfsmittel

Die systematische Literaturrecherche, die Festlegung der Ein- und Ausschlusskriterien, die Studienauswahl, die Datenextraktion, die methodische Bewertung der eingeschlossenen Studien sowie die inhaltliche Interpretation der Ergebnisse wurden von der Autorin selbst durchgeführt. ChatGPT von OpenAI und Claude von Anthropic wurden zur sprachlichen und strukturellen Überarbeitung, Glättung und Präzisierung selbst verfasster Textabschnitte verwendet. Das Programm Anara wurde ausschließlich innerhalb der von der Autorin eigenständig recherchierten, ausgewählten und eingeschlossenen Literatur genutzt, um gezielt relevante Textstellen, Definitionen, Ergebnisse und mögliche Belege für formulierte Aussagen zu identifizieren. Die Bewertung der Quellen sowie die Entscheidung, ob ein Beleg die jeweilige Aussage inhaltlich und hinsichtlich seiner Evidenzstärke trägt, erfolgten durch die Autorin anhand der Originaltexte. Alle durch die genannten Werkzeuge erzeugten Vorschläge, Suchergebnisse und Quellenzuordnungen wurden geprüft, fachlich bewertet und bei Bedarf überarbeitet. Es wurden keine ungeprüften KI-generierten Aussagen, Literaturangaben oder Quellenbelege übernommen. Zotero wurde zur Literaturverwaltung, zur Erstellung der Quellenbelege und des Literaturverzeichnisses verwendet.

4 Ergebnisse

4.1 Charakteristika der eingeschlossenen Studien

In die Ergebnissynthese wurden acht Studien eingeschlossen. Sieben waren longitudinal angelegt. Wilson et al. (2025) wurde ergänzend als einarmige, offene interventionelle FMT-Feasibility-Pilotstudie mit eigenen Ergebnisdaten eingeschlossen. Die Studien unterschieden sich hinsichtlich Population, Stichprobengröße, Setting, Messzeitpunkten, Bezug zu Gewichtsrehabilitation und Follow-up, psychischen Variablen sowie mikrobiologischer Methodik.

Die eingeschlossenen Arbeiten wurden anhand einer angepassten PICOR-Struktur zusammengefasst. Da nicht alle Studien Interventionen im engeren Sinne untersuchten, wurde die I-Komponente als Intervention, Exposition oder Verlaufskontext verstanden. Eine vollständige Übersicht ist in Tabelle 2 im Anhang dargestellt.

Die untersuchten Populationen umfassten weibliche Jugendliche mit Anorexia nervosa (Andreani et al., 2024; Schulz et al., 2021), erwachsene Frauen mit Anorexia nervosa (Fouladi et al., 2022; Kleiman et al., 2015; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023) sowie junge Frauen mit Anorexia nervosa in der interventionellen FMT-Pilotstudie (Wilson et al., 2025).

Psychische beziehungsweise essstörungsbezogene Variablen wurden in sechs Studien erhoben (Andreani et al., 2024; Kleiman et al., 2015; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021; Wilson et al., 2025). Fouladi et al. (2022) und Mack et al. (2016) berichteten keine psychometrischen Outcomes und wurden daher nicht als Evidenz für direkte Zusammenhänge zwischen Darmmikrobiom und psychischen Outcomes herangezogen.

Die mikrobiologischen Verfahren variierten zwischen den Studien. Mehrere Arbeiten nutzten die 16S-rRNA-Gensequenzierung (Andreani et al., 2024; Kleiman et al., 2015; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Schulz et al., 2021). Morisaki et al. (2023) verwendeten ein RT-qPCR-basiertes Verfahren. Fouladi et al. (2022) und Wilson et al. (2025) setzten Shotgun-Metagenomik ein.

Mikrobiom Veränderungen bei Anorexia nervosa

Welche Veränderungen des Darmmikrobioms werden bei Patient:innen mit Anorexia nervosa als Ausgangspunkt der Gewichtsrehabilitation im Vergleich zu gesunden Kontrollgruppen beschrieben? Zur Beantwortung der ersten Unterfrage wurden Befunde berücksichtigt, die mikrobielle Veränderungen bei Patient:innen mit Anorexia nervosa zu Beginn der Behandlung beziehungsweise vor Gewichtszunahme im Vergleich zu gesunden Kontrollgruppen beschreiben. Der Schwerpunkt liegt auf Diversitätsmaßen, Unterschieden in der mikrobiellen Community-Struktur, taxonomischen Veränderungen sowie funktionellen beziehungsweise metabolischen Befunden (Andreani et al., 2024; Fouladi et al., 2022; Kleiman et al., 2015; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021).

Diversitätsbefunde

Die Befunde zur Alpha-Diversität waren zwischen den eingeschlossenen Studien nicht einheitlich. Monteleone et al. (2021) berichteten bei Patientinnen mit Anorexia nervosa, bei Aufnahme vor Beginn der stationären Behandlung (T0) eine signifikant reduzierte Alpha-Diversität im Vergleich zu gesunden Kontrollen. Kleiman et al. (2015) fanden bei Hospitalaufnahme niedrigere Alpha-Diversitätsmaße gegenüber der gesunden Vergleichsgruppe, insbesondere hinsichtlich der Zahl beobachteter Spezies und des Chao-1-Index.

Demgegenüber berichteten Mack et al. (2016) zu T1 vor Gewichtszunahme im Wesentlichen normale Werte für Alpha-Diversität und Richness im Vergleich zu normalgewichtigen Kontrollen. Schulz et al. (2021) fanden bei Aufnahme keine Unterschiede in den Alpha-Diversitätsmaßen zwischen Patientinnen mit Anorexia nervosa und gesunden Kontrollen. Andreani et al. (2024) berichteten zu Behandlungsbeginn keinen signifikanten Unterschied der globalen Alpha-Diversität zwischen Patientinnen mit Anorexia nervosa und den Kontrollpersonen. Bei Fouladi et al. (2022) war die taxonbasierte Shannon-Diversität zwischen Patientinnen mit Anorexia nervosa und nicht essgestörten Kontrollen ähnlich.

Unterschiede in der Beta-Diversität beziehungsweise Community-Struktur wurden in mehreren Studien berichtet. Monteleone et al. (2021) beschrieben eine Annäherung der Beta-Diversität von AN-T0 über AN-T1 an die Kontrollgruppe, die jedoch statistisch nicht signifikant war. Mack et al. (2016) berichteten eine gegenüber normalgewichtigen Kontrollen veränderte Community-Struktur bei Patientinnen mit Anorexia nervosa. Schulz et al. (2021) zeigten trotz fehlender Alpha-Diversitätsunterschiede deutliche Gruppenunterschiede in der Community-Struktur zwischen Patientinnen bei Aufnahme und gesunden Kontrollen. Fouladi et al. (2022) berichteten eine Trennung der mikrobiellen Gemeinschaften zwischen Anorexia-nervosa-Gruppe und nicht essgestörten Kontrollen in Bray-Curtis-PCA und MDS. Andreani et al. (2024) beschrieben bei Aufnahme eine signifikant unterschiedliche Community-Komposition von der Familie- bis zur ASV-Ebene sowie eine deutliche Trennung zwischen Anorexia-nervosa-Gruppe und Kontrollen. Morisaki et al. (2023) berichteten bereits zu Baseline signifikante Unterschiede in der mikrobiellen Zusammensetzung zwischen der Anorexia-nervosa-Gruppe und der Kontrollgruppe.

Taxonomische Befunde

Auf taxonomischer Ebene wurden zahlreiche, zwischen den Studien jedoch heterogene Unterschiede beschrieben. Monteleone et al. (2021) berichteten ein erhöhtes Bacteroidetes/Firmicutes-Verhältnis sowie Veränderungen unter anderem bei Actinobacteria, Coprococcus und Parabacteroides. Mack et al. (2016) beschrieben einen geringeren Bacteroidetes-Anteil und Verschiebungen in Richtung mukin- und proteinabbauender Taxa. Bei Kleiman et al. (2015) gehörten unter anderem Anaerostipes, Lachnospiraceae und Ruminococcaceae zu den differenzierenden Gruppen. Schulz et al. (2021) berichteten Veränderungen unter anderem bei Anaerostipes sowie unklassifizierten Lachnospiraceae und Ruminococcaceae. Andreani et al. (2024) beschrieben eine geringere Abundanz von Dialister

bei AN. Morisaki et al. (2023) berichteten insbesondere Veränderungen bei *Lactiplantibacillus* und *Bifidobacterium*. Fouladi et al. (2022) fanden umfangreiche Unterschiede auf Speziesebene, darunter höhere Abundanzen von *Bifidobacterium adolescentis* und *Faecalibacterium prausnitzii* in der Kontrollgruppe. Insgesamt variierten die betroffenen Taxa und die Richtung der Veränderungen deutlich zwischen den Studien.

Funktionelle und metabolische Befunde

Neben taxonomischen Unterschieden wurden in mehreren Studien funktionelle oder metabolische Veränderungen beschrieben. Monteleone et al. (2021) berichteten drei metabolische Muster, darunter ein AN-T0-Cluster mit geringeren Zucker- und zuckerabgeleiteten Metaboliten. Die Mikroben-Metabolit-Korrelationen waren bei AN-T0 überwiegend negativ.

Mack et al. (2016) berichteten im Baseline-Vergleich vergleichbare Werte für Gesamt-SCFA, Acetat, Propionat und Butyrat zwischen Patientinnen mit Anorexia nervosa und den Kontrollen. Für T1 beschrieben sie zudem einen verminderten Butyrat-Anteil im Vergleich zur Kontrollgruppe. Fouladi et al. (2022) fanden auf funktioneller Ebene eine niedrigere Shannon-Diversität metabolischer Pfade bei AN-AD im Vergleich zu Kontrollen sowie mehr Fermentationswege und eine geringere Fähigkeit zum Kohlenhydratabbau in der Anorexia-nervosa-Mikrobiota vor Behandlung. Morisaki et al. (2023) untersuchten neben taxonomischen Parametern auch fäkalen pH und organische Säuren.

Wilson et al. (2025) wurden für die Baseline-Unterfrage nicht als AN-vs.-Kontrollgruppenvergleich berücksichtigt, da die Studie als einarmige FMT-Pilotstudie ohne gesunde Kontrollgruppe angelegt war.

Studienübergreifende deskriptive Zusammenfassung

Fünf Studien berichteten zu Behandlungsbeginn signifikante Unterschiede in der mikrobiellen Community-Komposition oder Community-Struktur zwischen Patientinnen mit Anorexia nervosa und Kontrollgruppen (Andreani et al., 2024; Fouladi et al., 2022; Mack et al., 2016; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021). Monteleone et al. (2021) beschrieben dagegen eine nicht signifikante Annäherung der Beta-Diversität an die Kontrollgruppe. Die Befunde zur Alpha-Diversität waren uneinheitlich. Zwei Studien berichteten bei Patientinnen mit Anorexia nervosa eine reduzierte Alpha-Diversität im Vergleich zu gesunden Kontrollgruppen (Kleiman et al., 2015; Monteleone et al., 2021). Vier weitere Studien fanden zu Baseline keine signifikanten Unterschiede gegenüber den jeweiligen Kontrollgruppen (Andreani et al., 2024; Fouladi et al., 2022; Mack et al., 2016; Schulz et al., 2021).

4.2 Veränderungen im Verlauf von Recovery und Gewichtsrehabilitation

Welche Veränderungen des Darmmikrobioms und mikrobiomassoziierter Parameter werden im Verlauf von Refeeding, Renourishment, Gewichtsrehabilitation, Weight Restoration und Follow-up bei Patient:innen mit Anorexia nervosa beschrieben, und inwiefern werden diese Veränderungen von vollständiger Recovery abgegrenzt?

Zur Beantwortung der zweiten Unterfrage wurden longitudinale Befunde zu Veränderungen des Darmmikrobioms und mikrobiomassoziierten Parameter während Refeeding, Renourishment, Weight Gain, Weight Regain, Weight Restoration und Follow-up berücksichtigt. Dargestellt werden die Veränderungen zwischen den jeweiligen Messzeitpunkten sowie parallel erhobene psychische und klinische Outcomes. Gewichtszunahme, Entlassung, Weight Restoration oder Follow-up wurden nicht als vollständige Recovery eingeordnet, sofern die jeweilige Studie keine entsprechend umfassende Recovery-Definition verwendete. Die Befunde werden nach kurzfristigen stationären Verläufen, längerfristigen Follow-up-Bezügen und einer interventionellen Pilotstudie geordnet.

Kurzfristige stationäre Gewichtszunahme, Renourishment und Weight Restoration

Mack et al. (2016) untersuchten Patientinnen mit AN vor und nach einer durchschnittlich etwa 14-wöchigen stationären Gewichtszunahme. Im Verlauf nahmen die mikrobielle Richness zu und die Zusammensetzung mehrerer Bakteriengruppen veränderte sich. Parallel wurden gastrointestinale Beschwerden erhoben, die sich während der Behandlung teilweise besserten. Psychometrische Outcomes wurden nicht untersucht. Der beobachtete Verlauf bezog sich auf Weight Gain und nicht auf eine umfassend definierte Recovery.

Fouladi et al. (2022) verglichen das Darmmikrobiom bei Aufnahme und Entlassung nach stationärem Renourishment an zwei Behandlungszentren. Zwischen den beiden Messzeitpunkten veränderten sich taxonomische und funktionelle Mikrobiomprofile. Auf funktioneller Ebene wurden 119 differentiell abundante metabolische Wege berichtet. Die behandlungsbezogenen Veränderungen zeigten sich an beiden Zentren in vergleichbarer Richtung. Psychische Outcomes wurden nicht erhoben. Der untersuchte Zeitraum bildete Renourishment bis zur Entlassung und keine klinisch definierte Recovery ab.

Kleiman et al. (2015) erhoben Stuhlproben bei stationärer Aufnahme und Entlassung während einer hospital-based Weight Restoration. Zwischen beiden Messzeitpunkten veränderten sich die Beta-Diversität und die taxonomische Zusammensetzung auf mehreren Ebenen. Depression, Angst und Essstörungspathologie wurden bei Aufnahme psychometrisch erfasst. Eine longitudinale Veränderung dieser Outcomes zwischen Aufnahme und Entlassung wurde in der für diese Arbeit extrahierten Analyse nicht berichtet. Die Untersuchung bezog sich auf stationäre Weight Restoration und nicht auf eine gesondert definierte Recovery-Phase.

Schulz et al. (2021) untersuchten adoleszente Patientinnen bei Aufnahme und nach durchschnittlich etwa vier Monaten stationärer Weight Restoration. Während der Gewichtszunahme stieg die Alpha-Diversität an; zugleich veränderten sich einzelne Taxa, darunter Romboutsia, unklassifizierte Enterobacteriaceae, unklassifizierte Lachnospiraceae und Fusicatenibacter. BDI-, SCAS-, EDI- und EDE-Werte wurden bei Aufnahme und Entlassung erhoben und verbesserten sich im Behandlungsverlauf.

Die Studie verwendete die Begriffe short-term weight recovery beziehungsweise short-term weight restoration, ohne damit vollständige Recovery zu belegen.

Monteleone et al. (2021) verglichen die akute Phase bei Aufnahme mit einem Messzeitpunkt unmittelbar vor Entlassung, der vier bis sechs Wochen nach Erreichen eines BMI von mindestens 18,5 kg/m² lag. Im Verlauf nahm die Alpha-Diversität zu. Zugleich veränderten sich die taxonomische Zusammensetzung, die metabolischen Profile und die Beziehungen zwischen Bakterien und Metaboliten. Die EDE- und BSI-Werte verbesserten sich zwischen beiden Messzeitpunkten. Die Autor:innen bewerteten den erreichten Zustand weder als stabile Gewichtserholung noch als vollständige Recovery.

Längerfristige Follow-up-Befunde und Abgrenzung zu Recovery

Andreani et al. (2024) untersuchten Patientinnen über mehrere Messzeitpunkte während der stationären Behandlung sowie in einem 1-Jahres-Follow-up. Die Unterschiede der mikrobiellen Zusammensetzung gegenüber den Kontrollen waren zu Beginn der Behandlung am stärksten und nahmen im Verlauf der Behandlung und Gewichtszunahme ab. Kalorienaufnahme, Gewichtszunahme und Leptin waren mit longitudinalen Veränderungen der Mikrobiomzusammensetzung assoziiert. Parallel wurden Eating Disorder Inventory-2, Beck Depression Inventory-II, Spence Children's Anxiety Scale und Eating Disorder Examination (EDI-2, BDI-II, SCAS und EDE) erhoben. Die im Follow-up verwendete gewichtsbezogene Einstufung als weight-recovered wurde von den Autor:innen nicht mit vollständiger Recovery gleichgesetzt.

Morisaki et al. (2023) erhoben Mikrobiom- und Metabolitparameter bei Behandlungsbeginn sowie nach einem, zwei und drei Monaten. Körpergewicht und BMI wurden zusätzlich nach zwölf Monaten erfasst. Während der ersten drei Monate veränderten sich die Abundanzen der meisten untersuchten Bakteriengruppen sowie die SCFA-Konzentrationen und der fäkale pH-Wert nicht signifikant. Die Nachweisrate von *Lactiplantibacillus* spp. nahm dagegen im Verlauf zu. CES-D- und EDI-Werte verbesserten sich während der ersten drei Monate. Der 12-Monats-Zeitpunkt stellte einen klinischen Gewichts-Follow-up dar und belegte keine vollständige Recovery.

Interventioneller Zusatzbefund

Wilson et al. (2025) untersuchten in einer einarmigen offenen Pilotstudie Veränderungen nach einer fäkalen Mikrobiota-Transplantation und damit keinen natürlichen Verlauf von Renourishment oder Weight Restoration. Die FMT führte zu einer stärkeren Veränderung der mikrobiellen Community-Struktur als die vor der Intervention beobachtete natürliche Schwankung. Donor-Stämme waren über zwölf Wochen nachweisbar. Parallel wurden Gewicht, BMI, EDE-Q, PHQ-9 und GAD-7 erhoben. Der GAD-7 nahm im Verlauf ab, während sich Gewicht, BMI, EDE-Q und PHQ-9 nicht signifikant veränderten. Aufgrund des interventionellen Studiendesigns bildet die Studie weder natürliche Gewichtsrehabilitation noch vollständige Recovery ab.

Studienübergreifende deskriptive Zusammenfassung

Studienübergreifend wurden während stationärer Gewichtszunahme, Renourishment, Weight Restoration und Follow-up Veränderungen auf unterschiedlichen mikrobiellen Ergebnisebenen berichtet. Diese betrafen Alpha-Diversität beziehungsweise Richness, Community-Struktur, taxonomische Zusammensetzung, metabolische Wege, mikrobielle Metabolite und Bakterien-Metabolit-Beziehungen. Die Richtung und das Ausmaß der Veränderungen unterschieden sich zwischen den Studien und den untersuchten Parametern. Psychische oder klinische Outcomes wurden in einem Teil der Studien parallel erhoben, während [Fouladi et al. \(2022\)](#) und [Mack et al. \(2016\)](#) keine psychometrischen Outcomes untersuchten. [Wilson et al. \(2025\)](#) ergänzt die longitudinale Evidenz als interventionelle Pilotstudie, ist jedoch von den natürlichen Verläufen der Gewichtsrehabilitation abzugrenzen. Welche Parameter sich Kontrollwerten annäherten oder nach der Behandlung fortbestanden, wird in Kapitel 4.4 gesondert dargestellt.

4.3 Persistenz oder Normalisierung nach Gewichtsrehabilitation

In welchem Ausmaß weisen die eingeschlossenen Studien nach Gewichtsrehabilitation, Renourishment, Weight Restoration oder im weiteren Follow-up auf eine Normalisierung, partielle Normalisierung oder Persistenz mikrobieller Veränderungen hin?

Zur Beantwortung der dritten Unterfrage wurden die in Kapitel 4.3 dargestellten Verlaufsbefunde danach eingeordnet, ob mikrobielle und mikrobiomassoziierte Parameter am jeweils späteren Messzeitpunkt weiterhin von gesunden beziehungsweise nicht essgestörten Kontrollgruppen abwichen oder sich den Referenzwerten annäherten. Dabei wurde zwischen einer vollständigen Angleichung, einer partiellen beziehungsweise parameterspezifischen Annäherung und fortbestehenden Unterschieden unterschieden. Gewichtszunahme, Entlassung, Renourishment, Weight Restoration oder ein Follow-up-Zeitpunkt wurden nicht mit vollständiger Recovery gleichgesetzt.

Partielle und parameterspezifische Annäherung

Bei [Fouladi et al. \(2022\)](#) zeigte sich die deutlichste Annäherung auf funktioneller Ebene. Die Zahl der metabolischen Wege, die gegenüber den nicht essgestörten Kontrollen erhöht waren, verringerte sich nach dem stationären Renourishment von vierundvierzig auf acht. Das taxonomische und funktionelle Gesamtprofil blieb nach der Behandlung jedoch weiterhin von den Kontrollen unterscheidbar. Die Autor:innen beschrieben somit eine partielle Veränderung metabolischer Funktionen, jedoch keine vollständige Wiederherstellung eines den Kontrollen entsprechenden Mikrobioms.

[Mack et al. \(2016\)](#) berichteten ebenfalls parameterspezifische Veränderungen. Die mikrobielle Richness nahm nach der stationären Gewichtszunahme zu. Die Butyrat-Proportion sowie die Abundanzen von *Roseburia* und *Gemmiger* unterschieden sich am späteren Messzeitpunkt nicht mehr von den

normalgewichtigen Kontrollen. Andere taxonomische und metabolische Abweichungen bestanden dagegen fort.

Bei Monteleone et al. (2021) nahm die Alpha-Diversität nach Weight Restoration zu, und die Beta-Diversitäts- sowie Mikrobiom-Metabolit-Muster lagen am späteren Messzeitpunkt näher an den Befunden der Kontrollgruppe als in der akuten Phase. Die metabolischen Profile erreichten jedoch keinen einheitlichen Kontrollzustand. Auch einzelne taxonomische Unterschiede bestanden nach Weight Restoration weiter.

Andreani et al. (2024) berichteten im Verlauf der stationären Behandlung und bis zum 1-Jahres-Follow-up eine Abnahme der mikrobiellen Unterschiede gegenüber gesunden Kontrollen. Bei den als weight-recovered eingestuften Patientinnen waren die Abweichungen nach einem Jahr geringer als in der akuten Phase. Eine vollständige Angleichung aller untersuchten Parameter wurde jedoch nicht berichtet.

Persistierende Unterschiede nach Gewichtszunahme und Weight Restoration

In mehreren Studien blieben Unterschiede der Community-Struktur, der taxonomischen Zusammensetzung oder mikrobiomassoziiierter Stoffwechselfparameter auch nach Gewichtszunahme beziehungsweise Weight Restoration bestehen.

Bei Mack et al. (2016) waren BCFA und Valerat nach der Gewichtszunahme weiterhin erhöht. Auch Actinobacteria blieben im Vergleich zu normalgewichtigen Kontrollen erhöht, während die Abweichung bei Bifidobakterien am späteren Messzeitpunkt stärker ausgeprägt war. Die mikrobiellen und metabolischen Veränderungen ließen sich daher nicht als einheitliche Normalisierung beschreiben.

Fouladi et al. (2022) berichteten auch nach dem Renourishment eine taxonomische Trennung zwischen Patientinnen mit AN und den nicht essgestörten Kontrollen. Trotz der Verringerung abweichender metabolischer Wege blieb das poststationäre funktionelle Profil vom Kontrollprofil unterscheidbar.

Bei Kleiman et al. (2015) lag die Alpha-Diversität sowohl bei Aufnahme als auch nach der stationären Weight Restoration unter derjenigen der gesunden Vergleichsgruppe. Auch am Entlassungszeitpunkt bestanden taxonomische Unterschiede, unter anderem bei Eubacteriaceae, Ruminococcaceae, Oscillospira und Ruminococcus. Eine vollständige Angleichung an die Kontrollgruppe wurde nicht berichtet.

Schulz et al. (2021) fanden nach kurzfristiger stationärer Weight Restoration weiterhin Unterschiede der Beta-Diversität beziehungsweise Community-Struktur zwischen den Patientinnen und den gesunden Kontrollen. Romboutsia und unklassifizierte Enterobacteriaceae blieben vermindert, während unklassifizierte Lachnospiraceae und Fusicatenibacter am Entlassungszeitpunkt erhöht waren. Einzelne Maße der Alpha-Diversität lagen nach Gewichtszunahme höher als bei den Kontrollen. Die

Befunde zeigten daher keine einheitliche Rückkehr auf ein gemeinsames Kontrollniveau, sondern unterschiedliche Verläufe je nach Parameter.

Bei Monteleone et al. (2021) blieb das Verhältnis von Bacteroidetes zu Firmicutes auch nach Weight Restoration gegenüber der Kontrollgruppe erhöht. Coriobacteriales und Parabacteroides waren sowohl in der akuten als auch in der gewichtsrestaurierten Gruppe vermindert. Die mikrobiellen und metabolischen Ergebnisebenen zeigten damit keine durchgehend übereinstimmende Angleichung.

Morisaki et al. (2023) berichteten während der ersten drei Behandlungsmonate keine signifikanten Veränderungen der meisten untersuchten Bakteriengruppen. Auch SCFA-Konzentrationen und fäkal-er pH-Wert veränderten sich nicht signifikant. Das mikrobielle Community-Profil blieb über die untersuchten Mikrobiom-Messzeitpunkte von den gesunden Kontrollen unterscheidbar (Morisaki et al., 2023). Die im Verlauf erhöhte Nachweisrate von *Lactiplantibacillus* spp. stellte eine einzelne Veränderung dar, ohne dass eine umfassende Normalisierung der untersuchten mikrobiellen Parameter berichtet wurde (Morisaki et al., 2023).

Längerfristige Befunde und Abgrenzung von Recovery

Längerfristige Aussagen waren insbesondere bei Andreani et al. (2024) möglich. Auch im 1-Jahres-Follow-up bestanden bei den als weight-recovered eingestuften Patientinnen einzelne Unterschiede gegenüber den gesunden Kontrollen. Diese betrafen unter anderem die ASV-Ebene, einzelne Alpha-Diversitätsbefunde und eine erhöhte Abundanz von Desulfovibrionaceae. Die Autor:innen leiteten aus dem erreichten gewichtsbezogenen Zustand keine vollständige Recovery ab (Andreani et al., 2024).

Bei Morisaki et al. (2023) bezogen sich die Mikrobiom-, SCFA- und pH-Messungen auf die ersten drei Behandlungsmonate. Nach zwölf Monaten wurden Körpergewicht und BMI erneut erhoben. Der frühe Anstieg von *Bifidobacterium* war mit der späteren Gewichtszunahme assoziiert, stellte jedoch keinen Nachweis einer mikrobiellen Normalisierung nach zwölf Monaten dar, da zu diesem Zeitpunkt keine entsprechende erneute Mikrobiomanalyse berichtet wurde (Morisaki et al., 2023).

Auch die übrigen Studien untersuchten überwiegend kurzfristige stationäre Verläufe bis zur Entlassung (Fouladi et al., 2022; Kleiman et al., 2015; Mack et al., 2016; Schulz et al., 2021). Bei Monteleone et al. (2021) lag der spätere Messzeitpunkt vier bis sechs Wochen nach Erreichen eines BMI von mindestens 18,5 kg/m². Die Autor:innen ordneten diesen Zustand ausdrücklich weder als stabile Gewichtserholung noch als vollständige Recovery ein. Ebenso bezeichneten die in den übrigen Studien verwendeten Begriffe Weight Gain, Renourishment, Weight Restoration oder short-term weight recovery in erster Linie gewichts- und behandlungsbezogene Zustände und keine multidimensional definierte Recovery (Andreani et al., 2024; Monteleone et al., 2021; Schulz et al., 2021).

Wilson et al. (2025) wurde für die Beurteilung der Normalisierung nach Gewichtsrehabilitation nicht als Kernbeleg herangezogen. Die Studie untersuchte eine FMT-Intervention ohne gesunde

Kontrollgruppe und erlaubte daher keinen Vergleich zwischen einem späteren Mikrobiomzustand nach Weight Restoration und einer gesunden Referenz (Wilson et al. 2025).

Studienübergreifende deskriptive Zusammenfassung

Studienübergreifend wurde keine einheitliche vollständige Normalisierung des Darmmikrobioms nach Gewichtszunahme, Renourishment, Weight Restoration oder Follow-up berichtet (Andreani et al., 2024; Fouladi et al., 2022; Kleiman et al., 2015; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021). Einzelne Parameter näherten sich den Kontrollwerten an oder unterschieden sich am späteren Messzeitpunkt nicht mehr von ihnen (Andreani et al., 2024; Fouladi et al., 2022; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021). Dies betraf insbesondere einzelne Diversitätsmaße, Taxa und metabolische Funktionen (Fouladi et al., 2022; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021). Gleichzeitig bestanden in mehreren Studien Unterschiede der Community-Struktur, taxonomischen Zusammensetzung, Alpha-Diversität sowie der SCFA-, BCFA- oder funktionellen Profile fort (Andreani et al., 2024; Fouladi et al., 2022; Kleiman et al., 2015; Mack et al., 2016; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021).

Die Befunde waren somit parameter- und studienspezifisch: Partielle beziehungsweise punktuelle Annäherungen standen fortbestehenden oder in andere Richtungen veränderten Parametern gegenüber (Fouladi et al., 2022; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021). Die untersuchten späteren Messzeitpunkte bildeten überwiegend Entlassung, Weight Restoration oder begrenzte Follow-up-Zeiträume ab und wurden nicht als Nachweis vollständiger Recovery berichtet (Andreani et al., 2024; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021).

4.4 Hinweise auf Zusammenhänge zwischen Darmmikrobiom und psychischen Outcomes bei Anorexia nervosa

Welche mikrobiellen Parameter werden in den eingeschlossenen Studien mit psychischen Outcomes bei Anorexia nervosa in Verbindung gebracht, und welche Nullbefunde oder fehlenden psychometrischen Erhebungen werden berichtet?

Die vierte spezifische Unterfrage richtet sich auf Zusammenhänge zwischen mikrobiellen Veränderungen und psychischen Outcomes in den eingeschlossenen Studien. Berücksichtigt werden Studien mit psychometrischen oder psychischen Outcomes sowie Studien, die für diese Unterfrage wegen fehlender psychometrischer Outcomes abgegrenzt werden (Andreani et al., 2024; Fouladi et al., 2022; Kleiman et al., 2015; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021; Wilson et al., 2025). Studien ohne psychische Outcomes werden von der direkten Evidenz zu dieser Unterfrage abgegrenzt (Fouladi et al., 2022; Mack et al., 2016). Die berichteten

Zusammenhänge werden deskriptiv dargestellt. Kausale Aussagen lassen sich daraus nicht ableiten (Monteleone et al., 2021; Wilson et al., 2025).

Kleiman et al. (2015) erhoben bei Patientinnen mit Anorexia nervosa psychische Outcomes mit dem Beck Depression Inventory II, dem Beck Anxiety Inventory und dem Eating Disorder Examination Questionnaire. Die Erhebung erfolgte innerhalb von 24 Stunden nach Aufnahme. Eine geringere Alpha-Diversität, operationalisiert über die Zahl beobachteter bakterieller Species und den Chao-1-Index, war mit höheren BDI-II-Werten assoziiert. Die Zahl beobachteter Species war außerdem negativ mit dem EDE-Q-Gesamtscore sowie mit den Subskalen Shape Concern und Weight Concern assoziiert. Diese Zusammenhänge der Alpha-Diversität blieben bei einem FDR-Niveau von 0,1 signifikant. Zusätzlich wurden Zusammenhänge einzelner Taxa sowie der gewichteten Beta-Diversität mit BDI-II- und BAI-Werten berichtet. Die taxonbezogenen und beta-diversitätsbezogenen Befunde blieben nach FDR-Korrektur jedoch nicht signifikant. Die stärksten nominalen negativen Zusammenhänge mit psychischen beziehungsweise essstörungsspezifischen Scores betrafen die Familie Ruminococcaceae.

Monteleone et al. (2021) erhoben psychische Outcomes mit dem Eating Disorder Examination und dem Brief Symptom Inventory zu Beginn und erneut nach Gewichtswiederherstellung. Zusätzlich wurde eine aktuelle psychiatrische Komorbidität über das SCID-5-CV erfasst. Die Autor:innen berichteten Genus- bezogene Korrelationen zwischen mikrobiellen Parametern und psychischen beziehungsweise essstörungsspezifischen Scores. Bei AN-T0 korrelierten Coprococcus, Clostridium_IV, Roseburia und Termisporoacter positiv mit BSI und negativ mit EDE. Bifidobacterium und Enterococcus korrelierten bei AN-T0 positiv mit EDE. Weitere Genera, darunter Ruminococcus2, Gemmiger, Lachnospiraceae incertae sedis und Butyricoccus, waren negativ mit BSI und EDE assoziiert. Nach Weight Restoration bei AN-T1 zeigten Coprococcus, Roseburia und Parabrevotella positive Korrelationen mit BSI. Coprococcus, Parabacteroides, Gemmiger, Intestinibacter und Termisporoacter korrelierten bei AN-T1 negativ mit EDE. Die berichteten Zusammenhänge unterschieden sich zwischen akuter Phase und Weight Restoration sowie zwischen BSI und EDE.

Schulz et al. (2021) erhoben psychische und klinische Variablen, darunter EDI, BDI, SCAS und EDE. Trotz der Erhebung psychischer Variablen berichteten die Autor:innen keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Alpha-Diversitätsmaßen und klinischen Parametern. Zusätzlich wurden keine signifikanten Zusammenhänge mit Angst, Depressivität oder Essstörungspathologie beschrieben. Separat berichteten Schulz et al. (2021), dass eine höhere Lachnospiraceae-Abundanz bei Aufnahme mit einer kürzeren stationären Behandlungsdauer assoziiert war. Dieser Befund betrifft einen klinischen Verlaufparameter und keinen direkten psychometrischen Outcome.

Andreani et al. (2024) erhoben EDI-2, BDI-II und SCAS bei Aufnahme, Entlassung und im 1-Jahres-Follow-up sowie EDE zu mehreren Messzeitpunkten. In der akuten Starvationsphase zeigte sich

keine signifikante Assoziation zwischen der Mikrobiomzusammensetzung und den psychometrischen Fragebogenwerten. Dies betraf EDI-2, BDI-II und SCAS. Mikrobiomparameter waren in dieser Phase eher mit Gewichtsverlust und Krankheitsdauer assoziiert als mit den psychometrischen Skalen. Für den weiteren Verlauf berichteten Andreani et al. klinische Endpunkte, darunter Krankenhauswiederaufnahmen innerhalb eines Jahres und den BMI-SDS nach einem Jahr. Die Baseline-Mikrobiota war mit Krankenhauswiederaufnahmen innerhalb des ersten Jahres assoziiert. Für den BMI-SDS nach einem Jahr wurden Zusammenhänge mit mehreren Taxa beschrieben, darunter Sutterella, Parasutterella, Lachnospiraceae FCS020 group und Clostridium sensu stricto. Diese Befunde beziehen sich auf klinische Verlaufparameter und nicht auf direkte Zusammenhänge mit psychometrischen Outcomes.

Morisaki et al. (2023) erhoben psychische Outcomes über CESD, STAI und EDI einschließlich Subskalen über einen Zeitraum von drei Monaten. Mehrere psychologische Scores verbesserten sich im Verlauf signifikant, darunter CESD, EDI, Drive for Thinness, Interoceptive Awareness, Bulimia und Ineffectiveness. Für STAI-State, Body Dissatisfaction, Perfectionism und weitere Subskalen wurden keine signifikanten Veränderungen berichtet. Parallel dazu zeigten die untersuchten bakteriellen Spezies, die SCFA-Konzentrationen und der pH-Wert über drei Monate keine statistisch signifikanten Veränderungen. Eine spezifische Korrelationsanalyse zwischen einzelnen mikrobiellen Parametern und psychischen Skalen wurde nicht berichtet. Zusätzlich wurde eine Zunahme von Bifidobacterium während der Behandlung mit späterer Gewichtszunahme nach einem Jahr in Verbindung gebracht. Dieser Befund betrifft ein späteres Gewichtsauscome und keinen direkten psychischen Outcome.

Wilson et al. (2025) erhoben in einer offenen FMT-Interventionsstudie psychische Outcomes mit EDE-Q, PHQ-9 und GAD-7 über zwölf Wochen. Die Studie ist von den longitudinalen Beobachtungsstudien zur Gewichtswiederherstellung abzugrenzen, da sie eine interventionelle FMT-Pilotstudie darstellt. Für Essstörungssymptome und depressive Symptomatik wurden keine signifikanten Veränderungen berichtet. Dies betraf den EDE-Q-Gesamtscore, die EDE-Q-Subskalen und den PHQ-9. Für Angstsymptome sank der GAD-7-Gesamtscore hingegen signifikant von Baseline bis Woche 12. Post hoc waren 14 bakterielle Spezies nach Adjustierung für die Antidepressiva-Klasse mit GAD-7 assoziiert. Davon zeigten zehn Spezies negative und vier Spezies positive Assoziationen mit GAD-7. Die stärksten negativen Zusammenhänge wurden für Parabacteroides goldsteinii, Blautia wexlerae, Ruminococcus lactaris und Desulfovibrio piger berichtet. Aufgrund des offenen Interventionsdesigns, der fehlenden Kontrollgruppe und der korrelativen Auswertung ist diese Evidenz von den Beobachtungsstudien zur Gewichtswiederherstellung abzugrenzen.

Mack et al. (2016) erhoben keine psychometrischen Outcomes als zentrale Endpunkte. Die Studie fokussierte auf Mikrobiota, kurzkettige und verzweigtkettige Fettsäuren, Ernährung und gastrointestinale Beschwerden. Gastrointestinale Symptome wurden über einen validierten Fragebogen erfasst. Psychische Outcomes wie Depression, Angst oder Essstörungspathologie wurden nicht als zentrale

psychometrische Endpunkte berichtet. Mack et al. (2016) Ergebnisse werden daher in Abschnitt 4.5 nicht als Evidenz für Zusammenhänge zwischen Darmmikrobiom und psychischen Outcomes verwendet.

Fouladi et al. (2022) erhoben ebenfalls keine psychometrischen Outcomes als zentrale Endpunkte. Die Studie untersuchte taxonomische Unterschiede, funktionelle Stoffwechselwege und Veränderungen des Mikrobioms vor und nach stationärem Renourishment. Psychische Outcomes wie Depression, Angst oder Essstörungspathologie wurden nicht als zentrale Endpunkte berichtet. Damit liefert Fouladi et al. (2022) keine direkte Evidenz für Zusammenhänge zwischen Darmmikrobiom und psychischen Outcomes.

Direkte Assoziationsbefunde zwischen mikrobiellen Parametern und psychischen Outcomes fanden sich insbesondere bei Kleiman et al. (2015) und Monteleone et al. (2021). Bei Andreani et al. (2024) und Schulz et al. (2021) ergaben sich trotz psychometrischer Erhebung keine signifikanten Mikrobiom-Psychopathologie-Assoziationen beziehungsweise keine signifikante Assoziation zwischen Mikrobiomzusammensetzung und psychometrischen Fragebogenwerten in der Akutphase. Morisaki et al. (2023) beobachteten psychische Verbesserungen bei fehlenden signifikanten Veränderungen der untersuchten mikrobiellen Parameter und ohne spezifische Korrelation zwischen Mikrobiomparametern und psychischen Skalen. Wilson et al. (2025) berichteten in einer offenen FMT-Pilotstudie Zusammenhänge zwischen einzelnen bakteriellen Spezies und GAD-7, jedoch keine signifikanten Veränderungen für PHQ-9 oder EDE-Q. Fouladi et al. (2022) und Mack et al. (2016) werden für diese Unterfrage nicht als Evidenz für psychische Outcomes herangezogen, da sie keine psychometrischen Outcomes als zentrale Endpunkte darstellten. Die Befunde umfassen damit wenige direkte Assoziationsbefunde, mehrere Nullbefunde und Studien ohne direkte psychometrische Erhebung (Andreani et al., 2024; Fouladi et al., 2022; Kleiman et al., 2015; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021; Wilson et al., 2025).

4.5 Klinische Bedeutung mikrobieller Veränderungen für Recovery-Prozesse und ernährungstherapeutische Ansatzpunkte

Welche Hinweise ergeben sich aus den eingeschlossenen Studien auf eine mögliche klinische Relevanz mikrobiombezogener Veränderungen für Recovery-Prozesse und klinische Verlaufparameter bei Anorexia nervosa?

Zur Beantwortung der fünften Unterfrage wurden Befunde aus allen eingeschlossenen Studien berücksichtigt, in denen mikrobielle oder mikrobiomassoziierte Parameter mit Gewichtsentwicklung, Krankenhauswiederaufnahme, Behandlungsdauer, psychischen Symptomen, gastrointestinalen Beschwerden oder metabolischen Veränderungen in Verbindung gebracht wurden (Andreani et al., 2024; Fouladi et al., 2022; Kleiman et al., 2015; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021; Wilson et al., 2025). Ergänzend wird die interventionelle FMT-

Pilotstudie von Wilson et al. (2025) gesondert dargestellt. Die Ergebnisse werden zunächst deskriptiv dargestellt. Ihre klinische und ernährungstherapeutische Einordnung erfolgt in der Diskussion.

Gewichtsentwicklung, Wiederaufnahme und Behandlungsdauer

Andreani et al. (2024) untersuchten als klinische Verlaufsauscomes die Krankenhauswiederaufnahme und den BMI-SDS im 1-Jahres-Follow-up. Die Mikrobiomzusammensetzung bei Aufnahme war mit einer späteren Wiederaufnahme innerhalb eines Jahres assoziiert. Darüber hinaus wurden Zusammenhänge einzelner Taxa mit dem BMI-SDS nach einem Jahr berichtet. Eine höhere Abundanz von *Sutterella* bei Aufnahme war mit einem höheren BMI-SDS im Follow-up verbunden. Aus diesen explorativen Assoziationen wurde weder ein validierter Prognosemarker noch eine vollständige Recovery abgeleitet.

Bei Schulz et al. (2021) war eine höhere Abundanz unklassifizierter Lachnospiraceae bei Aufnahme mit einer kürzeren stationären Behandlungsdauer assoziiert. Im ersten Regressionsmodell wurden 18 % der Varianz der Behandlungsdauer erklärt, wobei dieses Gesamtmodell statistisch nicht signifikant war. Nach Einbezug der Abundanz unklassifizierter Lachnospiraceae war eine höhere Abundanz mit einer kürzeren stationären Behandlungsdauer assoziiert ($p = 0,04$). Im Modell unter zusätzlicher Berücksichtigung gastrointestinaler Medikation blieb der Zusammenhang signifikant ($p = 0,03$); dieses Gesamtmodell erklärte 21 % der residualen Varianz. Signifikante Zusammenhänge der Mikrobiomzusammensetzung mit Angst, Depressivität oder Essstörungspathologie wurden dagegen nicht berichtet.

Morisaki et al. (2023) untersuchten den Zusammenhang früher mikrobieller Veränderungen mit der längerfristigen Gewichtsentwicklung. Ein Anstieg von *Bifidobacterium* während der ersten zwei bis drei Behandlungsmonate war nicht mit der gleichzeitigen kurzfristigen Gewichtszunahme, jedoch in einer Pearson-Korrelation positiv mit dem Körpergewicht nach einem Jahr assoziiert ($r = 0,605$; $p = 0,0371$). Die Mikrobiomparameter wurden über die ersten drei Monate erhoben. Der 12-Monats-Zeitpunkt bezog sich auf Körpergewicht und BMI. Eine mikrobielle Normalisierung nach einem Jahr wurde damit nicht untersucht.

Diese drei Studien berichteten damit einzelne, überwiegend explorative Zusammenhänge mikrobieller Parameter mit späterer Krankenhauswiederaufnahme, BMI-SDS, Behandlungsdauer oder längerfristiger Gewichtsentwicklung (Andreani et al., 2024; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021). Die Befunde bezogen sich jeweils auf einzelne Taxa oder Parameter. Sie wurden in den eingeschlossenen Studien nicht als validierte oder extern überprüfte klinische Vorhersagemodelle dargestellt.

Psychische Outcomes und parallele Verlaufsveränderungen

Kleiman et al. (2015) berichteten bei Aufnahme negative Assoziationen zwischen der Alpha-Diversität und Depressivität beziehungsweise Essstörungspathologie. Höhere BDI-II-Werte waren mit einer geringeren Zahl beobachteter Species und einem niedrigeren Chao-1-Estimator assoziiert.

Höhere Werte des EDE-Q-Gesamtscores sowie der Subskalen Shape Concern und Weight Concern waren dagegen mit einer geringeren Zahl beobachteter Species verbunden. Taxonbezogene Zusammenhänge mit BDI-II-, BAI- und EDE-Q-Werten wurden ebenfalls berichtet. Keiner dieser taxonbezogenen Befunde blieb nach FDR-Korrektur bei einem FDR-Niveau von 0,1 signifikant. Die psychometrischen Variablen wurden bei Aufnahme erhoben. Ein longitudinaler Zusammenhang mit der späteren Recovery wurde nicht untersucht.

Monteleone et al. (2021) berichteten zwischen der akuten Phase und Weight Restoration sowohl eine Verbesserung der EDE- und BSI-Werte als auch Veränderungen mikrobieller und metabolischer Parameter. Zudem wurden unterschiedliche Korrelationen einzelner Gattungen mit EDE und BSI in der akuten und der gewichtsrestaurierten Phase beschrieben. Die Studie untersuchte eine Weight Restoration bis zu einem BMI-Schwellenwert von 18,5 kg/m² und eine kurzfristige Verbesserung der EDE- und BSI-Werte. Eine umfassend definierte Recovery wurde in diesem Studiendesign jedoch nicht untersucht.

Bei Morisaki et al. (2023) verbesserten sich CES-D-, STAI-Trait- und EDI-Werte während der ersten drei Behandlungsmonate, während die meisten untersuchten Bakteriengruppen sowie SCFA und fäkaler pH keine signifikanten zeitlichen Veränderungen zeigten. Ein spezifischer statistischer Zusammenhang zwischen der psychischen Verbesserung und einer Veränderung der Mikrobiomzusammensetzung wurde nicht berichtet.

Schulz et al. (2021) fanden keine signifikanten Zusammenhänge der untersuchten Mikrobiomparameter mit Angst, Depressivität oder Essstörungspathologie. Fouladi et al. (2022) und Mack et al. (2016) erhoben keine psychometrischen Outcomes als zentrale Endpunkte. Die eingeschlossenen Studien enthielten somit sowohl positive Assoziationen als auch Nullbefunde und fehlende psychometrische Erhebungen.

Gastrointestinale und metabolische Verlaufsparemeter

Mack et al. (2016) berichteten nach stationärer Gewichtszunahme eine teilweise Besserung gastrointestinaler Beschwerden. Einzelne Symptome, darunter Abdominalschmerzen, Darmgeräusche und das Gefühl unvollständiger Entleerung, blieben gegenüber normalgewichtigen Kontrollen jedoch verändert. Gleichzeitig bestanden erhöhte BCFA- und Valerat-Konzentrationen fort. Psychometrische Outcomes wurden nicht als zentrale Endpunkte erhoben.

Fouladi et al. (2022) beschrieben während des stationären Renourishments eine Gewichtszunahme und Veränderungen funktioneller metabolischer Wege. Die Zahl der gegenüber nicht essgestörten Kontrollen erhöhten metabolischen Wege sank nach der Behandlung von 44 auf 8. Das funktionelle und taxonomische Profil blieb jedoch von den nicht essgestörten Kontrollen unterscheidbar. Bei der Entlassung lagen 60 von 76 Patientinnen weiterhin im untergewichtigen BMI-Bereich.

Bei Monteleone et al. (2021) näherten sich einzelne mikrobielle und metabolische Korrelationsmuster nach Weight Restoration den Mustern der gesunden Kontrollen an, während andere taxonomische und funktionelle Abweichungen fortbestanden. Die parallel berichtete Verbesserung von BMI, EDE und BSI war daher nicht mit einer einheitlichen Veränderung aller mikrobiellen Ergebnisebenen verbunden.

Interventioneller Zusatzbefund

Wilson et al. (2025) untersuchten in einer einarmigen offenen Pilotstudie eine fäkale Mikrobiota-Transplantation bei jungen Frauen mit AN. Nach der FMT wurden eine Veränderung der mikrobiellen Community-Struktur und ein über zwölf Wochen nachweisbares Engraftment von Donor-Stämmen berichtet. Die Studie untersuchte damit eine gezielte mikrobielle Intervention und keinen natürlichen Verlauf von Renourishment, Weight Restoration oder Recovery.

Gewicht, BMI und Körperzusammensetzung veränderten sich während des zwölfwöchigen Beobachtungszeitraums nicht signifikant. Auch für PHQ-9 und EDE-Q wurden keine signifikanten Veränderungen berichtet, während der GAD-7 nach zwölf Wochen um drei Punkte von 10,6 auf 7,3 abnahm ($p = 0,043$). In einer post-hoc durchgeführten Analyse waren zudem 14 bakterielle Spezies nach Adjustierung für die Antidepressiva-Klasse mit den GAD-7-Werten assoziiert. Zehn Spezies zeigten negative und vier Spezies positive Assoziationen. Die stärksten negativen Zusammenhänge wurden für *Parabacteroides goldsteinii*, *Blautia wexlerae*, *Ruminococcus lactaris* und *Desulfovibrio piger* berichtet. Aufgrund des offenen Designs ohne Kontrollgruppe wurde dieser Rückgang nicht als Nachweis einer FMT-Wirkung eingeordnet. Die Intervention wurde insgesamt als gut verträglich beschrieben. Nach der Übertragung eines enteropathogenen *Escherichia coli* wurde das Donor-Screening-Protokoll angepasst (Wilson et al., 2025).

Studienübergreifende deskriptive Zusammenfassung

Studienübergreifend wurden einzelne mikrobiomassoziierte Befunde mit Krankenhauswiederaufnahme, BMI-SDS, Behandlungsdauer, längerfristiger Gewichtsentwicklung, psychischen Symptomen, gastrointestinalen Beschwerden und metabolischen Profilen in Verbindung gebracht. Die klinischen Zusammenhänge bezogen sich überwiegend auf einzelne Taxa, Diversitätsmaße oder metabolische Parameter und wurden als Assoziationen beziehungsweise longitudinale Verlaufsbefunde berichtet.

Positive Assoziationen standen Nullbefunden und fehlenden psychometrischen Erhebungen gegenüber. Zudem gingen klinische oder psychische Verbesserungen nicht in allen Studien mit gleichgerichteten Veränderungen der untersuchten Mikrobiomparameter einher (Fouladi et al., 2022; Mack et al., 2016; Morisaki et al., 2023). Körperliche oder psychische Verbesserungen gingen zudem nicht in allen Studien mit gleichgerichteten Veränderungen der untersuchten Mikrobiomparameter einher. Wilson et al. (2025) ergänzten die Evidenz um interventionelle Pilotdaten, ohne eine Wirksamkeit

für Gewichtsentwicklung, Essstörungspathologie oder vollständige Recovery nachzuweisen. Insgesamt berichteten die eingeschlossenen Studien damit explorative klinische Bezüge, jedoch keine validierten mikrobiellen Recovery-, Prognose- oder Therapiemarker. Die prognostische Relevanz einzelner Taxa wurde zwar untersucht, insbesondere für Krankenhauswiederaufnahme, BMI-SDS und Behandlungsdauer, eine externe Validierung oder Implementierung als klinisches Vorhersagemodell lag jedoch nicht vor (Andreani et al., 2024; Schulz et al., 2021).

5 Diskussion

5.1 Methodendiskussion

5.1.1 Interpretation methodischer Unterschiede zwischen den eingeschlossenen Studien

Die eingeschlossenen Studien bilden keinen methodisch homogenen Evidenzkörper. Sie unterscheiden sich hinsichtlich Studiendesign und Beobachtungsdauer, Population und Behandlungssetting, Ernährungskontext, mikrobiologischer Methodik, psychometrischer Erhebung sowie der verwendeten Gewichts- und Verlaufsbegriffe. Diese Vielfalt erweitert das Spektrum der untersuchten mikrobiellen, metabolischen und klinischen Ebenen, begrenzt jedoch die direkte Vergleichbarkeit der Befunde. Methodische Unterschiede sind dabei nicht grundsätzlich als Qualitätsmangel zu verstehen. Entscheidend ist vielmehr, welche Ausschnitte des Behandlungs- und Recovery-Verlaufs mit dem jeweiligen Ansatz erfasst werden können.

Mehrere Studien untersuchten Veränderungen zwischen stationärer Aufnahme und Entlassung oder nach einer begrenzten Phase der Gewichtszunahme beziehungsweise Weight Restoration (Fouladi et al., 2022; Kleiman et al., 2015; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Schulz et al., 2021). Solche Prä-Post-Designs ermöglichen Aussagen über mikrobielle Veränderungen während eines definierten Behandlungsabschnitts. Sie erlauben jedoch keine Beurteilung, ob die Veränderungen nach der Entlassung fortbestehen oder mit einer längerfristig stabilen körperlichen und psychischen Recovery verbunden sind. Andreani et al. (2024) erweiterten den Beobachtungszeitraum durch mehrere stationäre Messzeitpunkte und ein 1-Jahres-Follow-up. Dadurch konnten längerfristige Verläufe besser erfasst werden, ohne dass der Follow-up-Zeitpunkt allein als vollständige Recovery zu werten ist. Wilson et al. (2025) untersuchten demgegenüber eine einarmige offene FMT-Pilotintervention. Die Studie bildet daher keinen natürlichen Verlauf von Renourishment, Weight Restoration oder Recovery ab und ist methodisch gesondert einzuordnen.

Andreani et al. (2024) und Schulz et al. (2021) untersuchten ausschließlich adoleszente Patientinnen, während die übrigen eingeschlossenen Studien erwachsene oder altersgemischte weibliche Stichproben einschlossen (Fouladi et al., 2022; Kleiman et al., 2015; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Wilson et al., 2025). Die Studien differierten zudem in Erkrankungsschwere, stationärem Setting, Behandlungsprotokollen und Renourishment-Bedingungen. (Fouladi et al., 2022) bezogen beispielsweise zwei Behandlungszentren mit unterschiedlichen klinischen Kontexten ein. Dadurch wird zwar ein breiteres Spektrum stationärer Versorgung abgebildet, abweichende Befunde lassen sich jedoch nicht eindeutig einzelnen Alters-, Erkrankungs- oder Behandlungsfaktoren zuordnen. Bei Fouladi et al. (2022) bezogen beispielsweise zwei Behandlungszentren mit unterschiedlichen klinischen Kontexten ein.

Für die Interpretation mikrobieller Veränderungen ist zudem die unterschiedliche Kontrolle ernährungsbezogener Einflussfaktoren relevant. Monteleone et al. (2021) untersuchten die Patientinnen nach Erreichen des Ziel-BMI unter standardisierten Ernährungsbedingungen, um den Einfluss der Diät auf das Metabolom und Mikrobiom zu kontrollieren. Schulz et al. (2021) benannten demgegenüber die fehlende strenge Kontrolle der Ernährung als Limitation. Da Ernährungszusammensetzung, Energiezufuhr, stationäre Kost und Gewichtszunahme das Darmmikrobiom beeinflussen können, lässt sich studienübergreifend nur eingeschränkt abgrenzen, ob beobachtete Veränderungen vor allem mit AN, dem Untergewicht, der Ernährungsumstellung, dem Behandlungssetting oder einer Kombination dieser Faktoren verbunden waren. Studien, die gemeinsam unter Gewichtsrehabilitation oder Weight Restoration zusammengefasst werden, untersuchen damit nicht zwangsläufig dieselbe ernährungsbezogene Exposition.

Besonders stark wird die Vergleichbarkeit durch die unterschiedlichen mikrobiologischen Verfahren geprägt. Mehrere Studien verwendeten 16S-rRNA-Gensequenzierung, jedoch mit unterschiedlichen Zielregionen, Plattformen und bioinformatischen Auswertungen. Fouladi et al. (2022) setzten Shotgun-Metagenomik ein und konnten neben taxonomischen Profilen auch funktionelle Pathways untersuchen. Morisaki et al. (2023) erfassten mit einem RT-qPCR-basierten Verfahren ausgewählte Bakteriengruppen, während Mack et al. (2016) die taxonomischen Analysen unter anderem um SCFA- und BCFA-Profile ergänzten und Monteleone et al. (2021) Mikrobiom- und Metabolomdaten verbanden. Diese Verfahren erfassen unterschiedliche Ebenen des mikrobiellen Systems und besitzen eine unterschiedliche analytische Reichweite. Befunde zur Alpha- oder Beta-Diversität, zur relativen Abundanz einzelner Taxa, zu funktionellen Pathways und zu mikrobiomassoziierten Metaboliten können deshalb nicht als gleichartige Endpunkte zusammengeführt werden. Abweichende Ergebnisse können teilweise aus den untersuchten Datenebenen und Analyseverfahren hervorgehen und müssen nicht zwangsläufig biologische Widersprüche darstellen.

Die Evidenz zum Zusammenhang mit psychischen Outcomes wird zusätzlich durch unterschiedliche Erhebungsinstrumente und fehlende psychometrische Untersuchungen begrenzt. Die Studien erfassen Depressivität, Angst, Essstörungspathologie und allgemeine psychische Belastung mit unterschiedlichen Instrumenten, Messzeitpunkten und Auswertungsansätzen (Andreani et al., 2024; Kleiman et al., 2015; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021; Wilson et al., 2025). Damit wurden weder vollständig übereinstimmende psychische Konstrukte noch identische Veränderungszeiträume untersucht. Fouladi et al. (2022) und Mack et al. (2016) lieferten zwar relevante Mikrobiom- und Verlaufsdaten, erhoben jedoch keine psychischen Outcomes und können daher keinen direkten Beitrag zur Unterfrage nach Mikrobiom-Psyche-Zusammenhängen leisten. Positive Assoziationen und Nullbefunde sind folglich jeweils an die verwendeten Instrumente, Zeitpunkte und statistischen Analysen gebunden und lassen sich nicht zu einer einheitlichen Effektrichtung verdichten.

Schließlich verwendeten die Studien Begriffe wie Refeeding, Renourishment, Weight Gain, Weight Regain, Weight Restoration, Entlassung und Follow-up nicht einheitlich. Meist bezeichneten sie einen zeitlich oder gewichtsbezogen definierten Behandlungszustand. Das Erreichen eines BMI-Zielwerts, die Entlassung oder ein späterer Nachbeobachtungszeitpunkt belegen jedoch weder eine psychische Stabilisierung noch eine multidimensional definierte Recovery. Diese begriffliche Heterogenität ist für die Forschungsfrage zentral: Kurzfristige Prä-Post-Studien können mikrobielle Veränderungen während der Gewichtsrehabilitation beschreiben, erlauben aber keine belastbare Aussage darüber, ob diese Veränderungen mit vollständiger Recovery verbunden sind.

Insgesamt ermöglicht die methodische Vielfalt eine mehrdimensionale Betrachtung des Darmmikrobioms im Verlauf der Behandlung, verhindert jedoch eine quantitativ gepoolte Gesamtaussage und begrenzt die Ableitung einer einheitlichen studienübergreifenden Effektrichtung. Die Ergebnisse sind daher als kontext-, zeitpunkt- und methodenabhängige Verlaufshinweise zu interpretieren. Insbesondere Zusammenhänge mit psychischen Outcomes und Recovery können auf dieser Grundlage nur studienspezifisch und ohne kausale Schlussfolgerungen eingeordnet werden.

5.1.2 Limitationen der eingeschlossenen Studien

Über die in Kapitel 5.1.1 beschriebenen methodischen Unterschiede hinaus weisen die eingeschlossenen Studien konkrete Limitationen auf, die die Belastbarkeit und Reichweite ihrer Befunde begrenzen. Besonders relevant sind kleine Stichproben und abnehmende Fallzahlen im Verlauf, kurze Nachbeobachtungszeiträume, eingeschränkte Kontrollbedingungen, unvollständig kontrollierte Einflussfaktoren, fehlende psychometrische Erhebungen sowie der überwiegend explorative Charakter der Analysen.

In mehreren Studien waren die Patientinnengruppen klein. Bei (Morisaki et al., 2023) nahm die Zahl der verfügbaren psychometrischen Datensätze von 13 zu Studienbeginn auf neun nach drei Monaten ab. Bei (Wilson et al., 2025) wurden 18 Teilnehmerinnen eingeschlossen, 15 schlossen die FMT-Behandlung ab und 11 nahmen am 12-Wochen-Follow-up teil. Bei (Schulz et al., 2021) wurden dagegen 19 Patientinnen sowohl bei Aufnahme als auch bei Entlassung analysiert. Drei ursprünglich rekrutierte Patientinnen waren bereits vor der Auswertung ausgeschlossen worden. Die statistische Belastbarkeit ist dadurch insbesondere bei Subgruppenanalysen, taxonomischen Einzelbefunden und Zusammenhängen mit psychischen oder klinischen Outcomes eingeschränkt. Dies erhöht die Unsicherheit der Effektgrößen und erschwert die Replikation einzelner explorativer Befunde. Bei kleinen Stichproben können tatsächlich bestehende Zusammenhänge unentdeckt bleiben, während einzelne explorative Befunde instabil sein können. Aus isolierten Assoziationen lässt sich daher weder eine studienübergreifend gesicherte mikrobielle Signatur noch eine prognostische Aussage ableiten.

Auch die Beobachtungsdauer begrenzt die Beantwortung der Forschungsfrage. Mehrere Studien endeten mit der Entlassung oder nach einer begrenzten Phase von Renourishment beziehungsweise

Weight Restoration und erfassen damit vor allem kurzfristige Veränderungen während der Behandlung. Andreani et al. (2024) erweiterten die Evidenz durch ein 1-Jahres-Follow-up, doch auch dieses Design erlaubt keine kausale Zuordnung. Bei Morisaki et al. (2023) wurde das Mikrobiom über drei Monate untersucht. Der 12-Monats-Zeitpunkt diente einem klinischen Gewichts-Follow-up. Ein mikrobieller Verlauf über zwölf Monate lässt sich daraus nicht ableiten. Insgesamt bleibt damit nur eingeschränkt beantwortbar, ob beobachtete Veränderungen längerfristig fortbestehen, sich nach der Behandlung weiter verändern oder mit einer stabilen psychischen und körperlichen Recovery verbunden sind.

Die Aussagekraft wird außerdem durch unterschiedliche und teilweise unvollständige Kontrollbedingungen begrenzt. Morisaki et al. (2023) verglichen die Patientinnen mit derselben bereits in einer früheren Studie berichteten Gruppe gesunder Kontrollpersonen. Damit lag keine parallel zum gesamten dreimonatigen Behandlungsverlauf erhobene Kontrollgruppe vor. Bei Schulz et al. (2021) wurden die gesunden Kontrollen nicht zum Follow-up erneut untersucht, und die offene Pilotstudie von Wilson et al. (2025) besaß keinen Kontrollarm. In anderen Studien bildeten einmalig untersuchte gesunde beziehungsweise nicht essgestörte Gruppen den Referenzzustand. Dadurch lässt sich bei späteren Messzeitpunkten nicht immer eindeutig unterscheiden, ob eine Veränderung behandlungsbezogen ist, natürliche zeitliche Variation widerspiegelt oder eine Annäherung an einen stabilen Kontrollzustand darstellt. Insbesondere bei Morisaki et al. (2023) und Schulz et al. (2021) fehlen wiederholte Kontrollmessungen, die eine zeitgleiche Veränderung der gesunden Vergleichsgruppe abbilden würden.

Weitere Unsicherheit entsteht durch die begrenzte Kontrolle potenzieller Einflussfaktoren. Wie in Kapitel 5.1.1 dargestellt, wurden insbesondere Ernährungsbedingungen und Behandlungskontexte zwischen den Studien unterschiedlich standardisiert und dokumentiert. Monteleone et al. (2021) führten die Untersuchungen unter einer standardisierten Ernährungszusammensetzung durch, wobei zwischen den gewichtswiederhergestellten Patientinnen und den gesunden Kontrollen keine wesentlichen Unterschiede in Kalorien- und Makronährstoffzufuhr bestanden. Schulz et al. (2021) benannten dagegen ausdrücklich, dass die Art der Ernährung nicht kontrolliert wurde. Auch Unterschiede zwischen stationärer Kost und der Ernährung nach der Rückkehr in das häusliche Umfeld erschweren die Interpretation. Andreani et al. (2024) diskutierten insbesondere den möglichen Einfluss von Krankenhauskost bei Aufnahme und häuslicher Kost beim 1-Jahres-Follow-up. Damit bleibt offen, in welchem Ausmaß die beobachteten Mikrobiomveränderungen mit AN und Untergewicht, der Ernährungsumstellung, der Gewichtszunahme, der Medikation oder dem jeweiligen Behandlungskontext verbunden waren. Eine eindeutige Zuordnung zu einem einzelnen Faktor ist nicht möglich.

Besonders einschränkend für die Forschungsfrage ist die lückenhafte Evidenz zu psychischen Outcomes. Die verwendeten Instrumente und Messzeitpunkte waren heterogen, und direkte Beziehungen zwischen Mikrobiomparametern und psychischen Variablen wurden nicht in allen Studien

untersucht. Fouladi et al., (2022) Mack et al., (2016) erhoben keine psychometrischen Outcomes als zentrale Studienendpunkte. Sie können daher keinen direkten Beitrag zur Frage nach Zusammenhängen zwischen Mikrobiomparametern und Depressivität, Angst oder Essstörungspathologie leisten. In den übrigen Studien standen einzelnen positiven Assoziationen mehrere Nullbefunde gegenüber. Schulz et al., (2021) berichteten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den untersuchten Mikrobiomparametern und den erhobenen psychischen beziehungsweise klinischen Parametern. Dies schloss Angst, Depressivität und Essstörungspathologie ein. Die Evidenz erlaubt deshalb weder eine einheitliche studienübergreifende Aussage noch Schlussfolgerungen über die zeitliche oder kausale Richtung möglicher Mikrobiom-Psyche-Zusammenhänge.

Eine weitere Begrenzung betrifft die Operationalisierung von Recovery. Die Studien untersuchten überwiegend Gewichtszunahme, Renourishment, Weight Restoration, Entlassung oder Follow-up, nicht jedoch eine umfassend definierte körperliche, psychische, verhaltensbezogene und zeitlich stabile Recovery. Auch die bei Andreani et al., (2024) als „weight-recovered“ bezeichnete Subgruppe wurde anhand eines BMI von mindestens dem 15. alters- und geschlechtsspezifischen Perzentil abgegrenzt. Die Autor:innen betonten zugleich, dass aus diesem Kriterium beim 1-Jahres-Follow-up keine vollständige Recovery abgeleitet werden könne. Die eingeschlossenen Studien ermöglichen somit belastbarere Aussagen über mikrobielle Veränderungen während und nach der Gewichtsrehabilitation als über deren Bedeutung im Verlauf vollständiger Recovery.

Insgesamt liefern die Studien explorative und methodisch begrenzte Hinweise auf mikrobielle Veränderungen und mögliche Zusammenhänge mit psychischen oder klinischen Verlaufparametern. Aufgrund der kleinen Stichproben, der begrenzten Nachbeobachtung, der eingeschränkten Kontrollbedingungen und der unvollständigen Kontrolle potenzieller Confounder lässt sich aus den eingeschlossenen Studien nicht bestimmen, in welchem Ausmaß die beobachteten Mikrobiomveränderungen mit Unterernährung, Behandlungsbedingungen, Ernährungsumstellung, Gewichtszunahme oder dem klinischen Verlauf zusammenhängen. Eine unabhängige kausale Rolle des Mikrobioms kann mit den vorliegenden Designs weder bestätigt noch ausgeschlossen werden. Die berichteten Assoziationen mit Krankenhauswiederaufnahme, Behandlungsdauer oder späterer Gewichtsentwicklung wurden in den eingeschlossenen Studien nicht extern validiert. Sie sind daher als explorative Hinweise und nicht als etablierte oder klinisch einsatzbereite Prognosemarker einzuordnen (Andreani et al., 2024; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021).

5.1.3 Limitationen der vorliegenden Arbeit

Neben den Limitationen der eingeschlossenen Studien weist auch die vorliegende systematische Literaturrecherche methodische Grenzen auf. Diese betreffen insbesondere die Datenbankauswahl, die Suchstrategie, den Auswahlprozess, die Datenextraktion und die methodische Bewertung der Studien. Das Vorgehen wurde PRISMA-orientiert und transparent dokumentiert. Aufgrund der

Recherche in nur einer Datenbank, des Screenings durch eine Person, der einfachen Datenextraktion und der nicht standardisiert durchgeführten Risk-of-Bias-Bewertung erreichte die Arbeit jedoch nicht die methodische Absicherung eines umfassenden systematischen Reviews.

Eine wesentliche Begrenzung ergibt sich aus der ausschließlichen Recherche in PubMed. Aufgrund ihres biomedizinischen und klinischen Schwerpunkts war PubMed für die Identifikation eines Teils der relevanten Literatur zum Darmmikrobiom bei AN grundsätzlich geeignet. Für die interdisziplinär ausgerichtete Forschungsfrage war die alleinige Recherche in PubMed jedoch nicht ausreichend, um eine umfassende Abdeckung mikrobiologischer, ernährungswissenschaftlicher und psychiatrisch-psychologischer Literatur sicherzustellen. Die Forschungsfrage verbindet jedoch mikrobiologische, ernährungswissenschaftliche und psychiatrisch-psychologische Perspektiven. Deshalb kann nicht ausgeschlossen werden, dass insbesondere Studien mit einem stärkeren Schwerpunkt auf psychischen Outcomes oder essstörungsspezifischer Psychopathologie in anderen Fachdatenbanken erfasst worden wären. Die Arbeit bildet damit eine systematisch recherchierte, aber datenbankbezogen begrenzte Auswahl der verfügbaren Evidenz ab. Die Einbeziehung mehrerer komplementärer Datenbanken hätte das Risiko reduzieren können, relevante Studien nicht zu identifizieren und sollte daher bei zukünftigen systematischen Reviews berücksichtigt werden.

Eine weitere Einschränkung besteht in der Verwendung der Filter „Humans“ und „English“. Die Begrenzung auf Humanstudien entsprach der Forschungsfrage und verhinderte, dass tierexperimentelle oder präklinische Befunde in die Ergebnissynthese aufgenommen wurden. Durch die Beschränkung auf englischsprachige Publikationen können relevante Studien in anderen Sprachen unberücksichtigt geblieben sein. Ein möglicher Sprachbias lässt sich jedoch nicht quantifizieren, da nicht geprüft wurde, wie viele zusätzlich einschlägige nicht englischsprachige Studien existieren. Das Ausmaß eines möglichen Sprachbias lässt sich anhand der durchgeführten Recherche nicht bestimmen. Eine zukünftige Recherche ohne Sprachfilter oder mit einer anschließenden Prüfung fremdsprachiger Volltexte könnte diese Einschränkung reduzieren.

Auch die Suchstrategie kann trotz ihrer systematischen Struktur nicht gewährleisten, dass sämtliche relevanten Studien identifiziert wurden. Die Suchblöcke erfassten zentrale Begriffe zu AN, Darmmikrobiom, Gewichtsrehabilitation, Recovery sowie psychischen und klinischen Outcomes und wurden durch mehrere Zusatzsuchen ergänzt. Dennoch werden Refeeding, Renourishment, Weight Regain, Weight Restoration, Remission und Recovery in der Literatur nicht einheitlich verwendet. Gleiches gilt für psychische Outcomes und klinische Verlaufparameter. Studien, die abweichende oder weniger eindeutige Begriffe verwendeten, könnten deshalb trotz inhaltlicher Relevanz nicht erfasst worden sein. Dieses Risiko betrifft die Forschungsfrage besonders, weil sie zwei unterschiedlich indexierte Forschungsbereiche, Mikrobiomforschung und psychische Outcomes, miteinander verbindet. Eine systematische Erweiterung der Suchbegriffe unter Einbezug kontrollierter Schlagwörter, zusätzlicher Synonyme und verwandter Begriffe hätte die Sensitivität der Recherche möglicherweise

erhöhen können. Eine unabhängige Prüfung der Suchstrategie durch eine zweite Person hätte zudem dazu beitragen können, fehlende Suchbegriffe und relevante Konzeptbereiche zu identifizieren.

Eine weitere methodische Limitation besteht darin, dass Titel-, Abstract- und Volltextscreening sowie die Einordnung von Grenzfällen durch eine einzige Person erfolgten. Eine unabhängige zweite Bewertung der Treffer und Volltexte wurde nicht durchgeführt. Dadurch konnte keine Interrater-Reliabilität bestimmt und das Risiko subjektiver Auswahlentscheidungen nicht durch eine unabhängige Zweitprüfung reduziert werden. Obwohl vorab festgelegte Ein- und Ausschlusskriterien angewendet und die Auswahlentscheidungen dokumentiert wurden, können subjektive Zuordnungen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Dies betrifft insbesondere Studien, die zwar mikrobielle Verläufe untersuchten, psychische Outcomes jedoch nicht erhoben, sowie interventionelle Arbeiten, Studienprotokolle oder Quellen mit nur indirektem Bezug zu Gewichtsrehabilitation und Recovery. Ein unabhängiges Screening durch eine zweite Person und ein dokumentiertes Verfahren zur Klärung abweichender Bewertungen hätten das Risiko von Selektionsfehlern verringern können.

Auch die Datenextraktion erfolgte durch eine Person. Die strukturierte Extraktionstabelle sollte eine einheitliche und nachvollziehbare Erfassung unterstützen. Eine unabhängige doppelte Extraktion wurde jedoch nicht durchgeführt. Dadurch bleibt ein Risiko für Übertragungs-, Zuordnungs- oder Interpretationsfehler bestehen. Für die vorliegende Forschungsfrage ist dies besonders relevant, weil die Studien zahlreiche unterschiedliche Taxa, Diversitätsmaße, Metabolite, Messzeitpunkte, psychometrische Instrumente und Verlaufsbegriffe berichteten. Fehler bei der Zuordnung eines Parameters zu einem Zeitpunkt oder einer Referenzgruppe könnten die Einordnung als Normalisierung, partielle Normalisierung oder Persistenz beeinflussen. Eine doppelte Datenextraktion mit anschließendem Abgleich wäre daher für zukünftige Reviews vorzuziehen.

Eine weitere Limitation betrifft die methodische Bewertung der eingeschlossenen Studien. Diese erfolgte anhand vorab festgelegter Kriterien zu Studiendesign, Stichprobengröße, Kontrollgruppen, Messzeitpunkten, Follow-up, mikrobiologischer Methodik, psychischen Outcomes und potenziellen Einflussfaktoren. Dadurch konnten zentrale Stärken und Einschränkungen der Studien strukturiert berücksichtigt werden. Ein standardisiertes, designspezifisches Risk-of-Bias-Instrument wurde jedoch nicht systematisch angewendet. Die Bewertung erfolgte anhand selbst festgelegter Kriterien und wurde nicht durch eine zweite unabhängig bewertende Person überprüft. Die Bewertung ermöglicht deshalb eine strukturierte und transparente methodische Einordnung, aber keine formal standardisierte Beurteilung des Verzerrungsrisikos und keine darauf beruhende Gewichtung der Studienergebnisse. Die Anwendung eines zum jeweiligen Studiendesign passenden Bewertungsinstruments durch mindestens zwei unabhängig bewertende Personen würde die Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit zukünftiger Evidenzbewertungen erhöhen.

Auf eine Meta-Analyse wurde verzichtet. Angesichts der Unterschiede in Populationen, Behandlungsphasen, Messzeitpunkten, mikrobiologischen Verfahren, psychometrischen Instrumenten und

berichteten Endpunkten war eine gemeinsame quantitative Effektschätzung nicht sinnvoll ableitbar. Die qualitative und deskriptive Synthese war daher dem vorhandenen Evidenzkörper angemessen. Sie erlaubt jedoch keine gepoolte Schätzung der Stärke von Mikrobiomveränderungen oder ihrer Zusammenhänge mit psychischen Outcomes. Auch eine formale Untersuchung des Publikationsbias war nicht möglich. Eine statistische Heterogenitätsanalyse im Sinne einer gepoolten Effekt- oder Varianzschätzung war aufgrund des Verzichts auf eine Meta-Analyse ebenfalls nicht sinnvoll durchführbar. Insgesamt ist die Aussagekraft der Arbeit als die einer systematischen, transparent dokumentierten und kritisch eingeordneten Literaturrecherche zu verstehen. Sie kann zentrale Befundlinien zu mikrobiellen Veränderungen während Gewichtsrehabilitation, Weight Restoration und Follow-up sowie zu berichteten Zusammenhängen mit psychischen Outcomes herausarbeiten. Sie kann jedoch weder die vollständige Erfassung der verfügbaren Literatur noch eine standardisierte Gesamtbewertung des Verzerrungsrisikos oder eine quantitative Effektschätzung gewährleisten. Besonders die begrenzte Datenbankabdeckung sowie die Durchführung von Auswahl, Extraktion und methodischer Bewertung durch eine Person erhöhen die Unsicherheit, ob alle relevanten Befunde vollständig und fehlerfrei erfasst wurden. Die transparente Dokumentation unterstützt die Nachvollziehbarkeit der dargestellten Synthese. Sie kompensiert jedoch nicht die Einschränkungen ihrer Vollständigkeit, methodischen Absicherung und Übertragbarkeit. Zukünftige systematische Reviews sollten daher mehrere komplementäre Datenbanken einbeziehen, die Suchstrategie sowie Screening und Datenextraktion durch mindestens eine zweite Person überprüfen lassen und ein designspezifisches standardisiertes Risk-of-Bias-Instrument systematisch anwenden.

5.2 Ergebnisdiskussion

5.2.1 Zusammenfassung und Interpretation der zentralen Ergebnisse

Die Ergebnissynthese zeigt, dass Anorexia nervosa in mehreren Studien mit Veränderungen des Darmmikrobioms verbunden war (Andreani et al., 2024; Dhopatkar et al., 2023; Fouladi et al., 2022; Kleiman et al., 2015; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021; Seitz et al., 2020). Am konsistentesten betrafen diese die mikrobielle Community-Struktur, während Ausmaß und taxonomische Muster variierten. Die Befunde zur Alpha-Diversität waren uneinheitlich, während Andreani et al. (2024), Fouladi et al. (2022) und Schulz et al. (2021) keine entsprechenden globalen Unterschiede fanden. Kleiman et al. (2015) und Monteleone et al. (2021) beschrieben reduzierte Diversitätsmaße bei AN, während Andreani et al. (2024), Fouladi et al. (2022) und Schulz et al. (2021) keine entsprechenden globalen Unterschiede fanden. Damit lässt sich weder eine grundsätzlich reduzierte Alpha-Diversität noch ein einzelner Diversitätsmarker als charakteristischer Ausgangsbefund ableiten. Tragfähiger ist die vorsichtige Einschätzung, dass bei AN wiederholt Veränderungen der mikrobiellen Gesamtstruktur auftreten, deren Ausprägung studien- und methodenabhängig ist (Dhopatkar et al., 2023; Seitz et al., 2020). Im Verlauf von Refeeding,

Renourishment oder Weight Restoration zeigten mehrere Studien mikrobielle Veränderungen, jedoch keine einheitliche Normalisierung. Die Alpha-Diversität nahm in einzelnen Arbeiten während Gewichtszunahme zu, etwa bei [Mack et al. \(2016\)](#) und [Monteleone et al. \(2021\)](#), während sie bei [Schulz et al. \(2021\)](#) erst nach der Entlassung anstieg. Zudem blieb die mikrobielle Community-Struktur auch nach kurzfristiger Gewichtswiederherstellung in mehreren Studien von Kontrollgruppen unterscheidbar, unter anderem bei [Fouladi et al. \(2022\)](#), [Mack et al. \(2016\)](#), [Monteleone et al. \(2021\)](#), [Morisaki et al. \(2023\)](#) und [Schulz et al. \(2021\)](#). Die Befunde sprechen daher für eine partielle und parameterabhängige Entwicklung, nicht für ein vollständig persistierendes oder vollständig reversibles Mikrobiommuster. Gewichtszunahme, Entlassung oder kurzfristige Weight Restoration können entsprechend nicht mit Recovery gleichgesetzt werden. Einzelne mikrobielle Parameter können trotz körperlicher Stabilisierung verändert bleiben, während andere sich kontrollähnlichen Werten annähern. Mikrobielle Veränderungen sind damit als möglicher zusätzlicher Verlaufsaspekt einzuordnen, ohne daraus vollständige Recovery ableiten zu können.

Die Evidenz zu psychischen Outcomes ist deutlich begrenzter. [Kleiman et al. \(2015\)](#) berichteten eine negative Assoziation zwischen Alpha-Diversität und Depressivität, während [Monteleone et al. \(2021\)](#) genusbezogene Zusammenhänge mit psychometrischen Parametern beschrieben. Diese Befunde blieben studienspezifisch und wurden nicht konsistent repliziert. [Schulz et al. \(2021\)](#) fanden keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Alpha-Diversität und psychologischen Parametern. Auch bei [Monteleone et al. \(2021\)](#) ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Alpha-Diversität und Angst, Depression oder Essstörungspsychopathologie. [Morisaki et al. \(2023\)](#) berichteten zwar Verbesserungen psychischer Skalen, jedoch keine spezifische Mikrobiom-Psychopathologie-Korrelation. [Fouladi et al. \(2022\)](#) und [Mack et al. \(2016\)](#) liefern relevante Mikrobiom-, Metabolit- und Verlaufsdaten, sind jedoch nicht als zentrale Evidenz für Zusammenhänge mit psychischen Outcomes zu werten. Damit ist der Zusammenhang zwischen Mikrobiomveränderungen und psychischen Outcomes deutlich weniger belastbar belegt als die mikrobiellen Veränderungen selbst.

Auch die Hinweise auf Zusammenhänge mit klinischen Verlaufsparemtern blieben explorativ. Die eingeschlossenen Studien beschrieben einzelne Assoziationen mikrobieller oder metabolischer Parameter mit Wiederaufnahme, BMI-SDS im Follow-up, Behandlungsdauer, Körpergewicht sowie gastrointestinalen Beschwerden ([Andreani et al., 2024](#); [Mack et al., 2016](#); [Morisaki et al., 2023](#); [Schulz et al., 2021](#)). Aufgrund ihrer Einzelstudienbasis und der unterschiedlichen untersuchten Parameter erlauben diese Befunde keine robuste prognostische Aussage.

[Wilson et al. \(2025\)](#) ist gesondert einzuordnen, da die Studie keine natürliche Verlaufsstudie zu Gewichtsrehabilitation darstellt, sondern eine offene FMT-Machbarkeitsstudie. Sie zeigte Mikrobiomverschiebungen und Donor-Strain-Engraftment nach FMT, jedoch keine signifikanten Veränderungen von Gewicht, BMI oder Körperzusammensetzung über zwölf Wochen. Psychometrisch zeigte sich ein Rückgang des GAD-7-Gesamtscores ($p = 0,043$), während PHQ-9 und EDE-Q keine

signifikanten Veränderungen aufwiesen. Aufgrund des einarmigen Designs ohne Kontrollgruppe lässt sich daraus kein Wirksamkeitsnachweis ableiten. Wilson et al., (2025) ist damit ergänzend relevant, jedoch nicht mit den Beobachtungsstudien zu Gewichtsrehabilitation oder Recovery gleichzusetzen.

Zusammenfassend ergibt sich ein zurückhaltend zu interpretierendes Gesamtbild: Mikrobiomveränderungen treten bei AN wiederholt auf und verändern sich im Verlauf von Gewichtszunahme oder Behandlung, normalisieren sich jedoch nicht einheitlich. Ihre Bedeutung für psychische Outcomes ist bisher begrenzt belegt, da nur wenige Studien direkte Zusammenhänge untersuchten und mehrere Nullbefunde sowie fehlende Erhebungen vorliegen. Die Evidenz beantwortet die Forschungsfrage damit nicht im Sinne eines kausalen Zusammenhangs, sondern verweist auf einen potenziell relevanten, methodisch heterogenen und bislang unzureichend geklärten Begleitaspekt von Gewichtsrehabilitation und Recovery-Prozessen bei AN. Die zentrale Bedeutung liegt weniger in einem nachgewiesenen Mikrobiom-Psyche-Zusammenhang als in der Beobachtung, dass mikrobielle Veränderungen während Gewichtsrehabilitation nicht vollständig parallel zur Gewichtszunahme oder klinischen psychischen Verbesserung verlaufen.

5.2.2 Klinische Bedeutung der Mikrobiomveränderungen im Verlauf von Gewichtsrehabilitation und Recovery

Die bisherigen Befunde erlauben keine Einordnung mikrobieller Parameter als klinisch validierte Verlaufs-, Prognose- oder Therapiemarker (Andreani et al., 2024; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021). Ihre klinische Relevanz besteht vielmehr darin, zusätzliche Bezüge zu Gewichtsentwicklung, Behandlungsverlauf und gastrointestinalen Beschwerden sichtbar zu machen (Andreani et al., 2024; Mack et al., 2016; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021). Diese Verlaufsebenen können sich unterschiedlich entwickeln und ergänzen damit die anthropometrische Beurteilung (Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021), ohne für sich genommen eine Prognose oder eine multidimensionale Recovery-Beurteilung zu ermöglichen.

Explorative Zusammenhänge wurden insbesondere für Krankenhauswiederaufnahme, BMI-SDS, Behandlungsdauer und längerfristige Gewichtsentwicklung berichtet. Bei Andreani et al. (2024) war die Mikrobiomzusammensetzung bei Aufnahme mit einer späteren Krankenhauswiederaufnahme innerhalb eines Jahres assoziiert. Zudem standen einzelne Ausgangstaxa mit dem BMI-SDS im 1-Jahres-Follow-up in Verbindung. Schulz et al. (2021) berichteten eine Assoziation zwischen einer höheren Abundanz unklassifizierter Lachnospiraceae bei Aufnahme und einer kürzeren stationären Behandlungsdauer. Bei Morisaki et al. (2023) war der Anstieg von Bifidobacterium in den ersten zwei bis drei Behandlungsmonaten nicht mit der gleichzeitigen kurzfristigen Gewichtszunahme, jedoch mit der Körpergewichtsentwicklung nach einem Jahr assoziiert. Diese Befunde beruhen jeweils auf einzelnen Studien, kleinen Stichproben und unterschiedlichen mikrobiellen Parametern (Andreani et

al., 2024; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021). Sie sind daher als hypothesengenerierende Assoziationen und nicht als extern validierte Prognosemodelle einzuordnen.

Gastrointestinale und metabolische Befunde verdeutlichen ebenfalls, dass klinische Verlaufsebenen nicht zwangsläufig synchron reagieren. Mack et al. (2016) berichteten trotz Gewichtszunahme fortbestehende BCFA-Veränderungen und nur teilweise gebesserte gastrointestinale Beschwerden. Ein direkter statistischer Zusammenhang zwischen bestimmten Mikroorganismen und den Beschwerden wurde jedoch nicht nachgewiesen. Die parallele Erfassung von Gewicht, Beschwerden und mikrobiomassozierten Metaboliten belegt deshalb weder einen mikrobiellen Ursprung der gastrointestinalen Symptomatik noch deren klinische Steuerbarkeit über das Mikrobiom. Sie zeigt vielmehr, dass eine anthropometrische Verbesserung nicht automatisch mit einer gleichzeitigen Veränderung aller gastrointestinalen und metabolischen Parameter einhergeht. Daraus folgt jedoch nicht, dass mikrobielle Persistenz als fehlende Recovery oder als Therapieversagen zu bewerten ist.

Die Bedeutung der Befunde für psychische Outcomes wird in Kapitel 5.2.4 ausführlich diskutiert. Für die klinische Einordnung ist hier festzuhalten, dass einzelnen Assoziationen mit Depressivität oder Essstörungspathologie mehrere Nullbefunde gegenüberstanden. Bei Morisaki et al. (2023) verbesserten sich mehrere psychische Skalen, während die untersuchten bakteriellen Parameter, SCFA-Konzentrationen und der fäkale pH-Wert über drei Monate keine signifikanten Veränderungen zeigten. Auch Andreani et al. (2024) und Schulz et al. (2021) berichteten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den untersuchten Mikrobiomparametern und psychometrischen Werten. Mikrobielle und psychische Veränderungen verliefen damit nicht durchgehend parallel. Das Mikrobiom kann auf dieser Grundlage nicht als zuverlässiger Marker psychischer Stabilisierung eingeordnet werden.

Wilson et al. (2025) stellen als offene einarmige FMT-Pilotstudie einen interventionellen Sonderfall dar. Nach der FMT wurden Mikrobiomverschiebungen und Donor-Strain-Engraftment beobachtet. Gewicht, BMI und Körperzusammensetzung veränderten sich über zwölf Wochen jedoch nicht signifikant. Psychometrisch nahm der GAD-7-Wert ab, während für PHQ-9 und EDE-Q keine signifikanten Veränderungen berichtet wurden. Wegen des fehlenden Kontrollarms lässt sich nicht bestimmen, ob diese Veränderungen auf die FMT, andere Behandlungseinflüsse oder den zeitlichen Verlauf zurückzuführen waren. Mikrobielles Engraftment ist daher weder mit klinischer Wirksamkeit noch mit Recovery gleichzusetzen.

Die klinische Bedeutung der bisherigen Evidenz liegt somit vor allem in der Identifikation zusätzlicher, bislang explorativer Verlaufsebenen. Einzelne mikrobielle Parameter waren mit körperlichen oder klinischen Verlaufsgrößen assoziiert, ihre prognostische Eigenständigkeit ist jedoch nicht belegt (Andreani et al., 2024; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021). Die Daten reichen derzeit weder für eine Verwendung als Recovery-, Prognose- oder Rückfallmarker noch für die Einordnung des Darmmikrobioms als eigenständig klinisch steuerbares Therapieziel aus (Andreani et al., 2024; Mack et al., 2016; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021; Wilson et al., 2025).

5.2.3 Interpretation von Normalisierung und Persistenz mikrobieller Veränderungen nach Gewichtsrehabilitation

Die eingeschlossenen Studien zeigen weder ein unverändertes Darmmikrobiom nach Gewichtszunahme noch eine einheitliche Rückkehr zu kontrollähnlichen Werten. Vielmehr ergibt sich ein parameter-, zeitpunkt- und methodenabhängiges Muster aus Veränderung, partieller Annäherung und Persistenz. Gewichtszunahme und Weight Restoration stellen wichtige körperliche Behandlungsschritte dar, erlauben für sich genommen jedoch keine Aussage über eine vollständige mikrobielle Normalisierung.

Fortbestehende Unterschiede wurden auf mehreren mikrobiellen Ebenen berichtet. Kleiman et al. (2015) beschrieben eine fortbestehend reduzierte Alpha-Diversität nach stationärem Renourishment im Vergleich zu Kontrollen. Schulz et al. (2021) fanden eine weiterhin von Kontrollen getrennte Community-Struktur nach kurzfristiger Weight Restoration. Bei Fouladi et al. (2022) blieben das taxonomische und funktionelle Profil nach Renourishment von den nicht essgestörten Kontrollen unterscheidbar. Mack et al. (2016) berichteten fortbestehende BCFA-Veränderungen trotz Gewichtszunahme. Morisaki et al. (2023) stellten über drei Monate keine signifikanten Veränderungen der untersuchten Bakteriengruppen, der SCFA-Konzentrationen oder des fäkalen pH-Werts fest. Xu et al. (2022) ergänzen diese Befunde aus einer Querschnittsperspektive: Plasma-Butyrat, Isobutyryl und Isovalerat waren auch bei klinisch recovered Patientinnen niedriger als bei Kontrollen und unterschieden sich nicht signifikant von aktiver AN. Diese Befunde sprechen gegen die Annahme, dass eine kurzfristige Gewichtszunahme oder ein klinisch erzielter Recovery-Status sämtliche mikrobiellen und metabolischen Parameter angleicht.

Die gegenteilige Aussage, das Darmmikrobiom normalisiere sich grundsätzlich nicht, wäre jedoch ebenfalls zu pauschal. Einzelne Parameter zeigten partielle Annäherungen an Kontrollwerte. Bei Mack et al. (2016) unterschieden sich einzelne Butyrat-produzierende Taxa am späteren Messzeitpunkt nicht mehr signifikant von den normalgewichtigen Kontrollen, wobei andere metabolische Unterschiede bestanden. Diese Einordnung beruht jedoch auf einem Gruppenvergleich und belegt nicht zwingend eine longitudinale Veränderung zwischen den Messzeitpunkten. Andere metabolische und taxonomische Unterschiede, darunter erhöhte BCFA-Werte und gastrointestinale Beschwerden, bestanden fort. Fouladi et al. (2022) berichteten eine Reduktion der gegenüber Kontrollen erhöhten metabolischen Pathways von 44 auf acht nach dem Renourishment, während das funktionelle und taxonomische Gesamtprofil weiterhin abwich. Monteleone et al. (2021) zeigten nach Weight Restoration eine Angleichung der Alpha-Diversität an Kontrollwerte und eine Annäherung einzelner Mikrobiom-Metabolom-Korrelationsmuster. Einzelne taxonomische Unterschiede und metabolische Abweichungen blieben jedoch bestehen.

Andreani et al. (2024) erweiterten die kurzfristigen Befunde durch ein 1-Jahres-Follow-up. Bei als weight-recovered eingestuften Patientinnen waren die Unterschiede gegenüber gesunden Kontrollen

nach einem Jahr geringer als bei weiterhin niedriggewichtigen Patientinnen. Kleinere Abweichungen bestanden jedoch fort. Dies ist mit einer zeitabhängigen Annäherung vereinbar, belegt aber weder eine vollständige Mikrobiomnormalisierung noch eine umfassende Recovery. Morisaki et al. (2023) liefern demgegenüber keinen mikrobiellen 12-Monats-Verlauf: Die mikrobiellen Erhebungen umfassten die ersten drei Monate, während nach einem Jahr lediglich Gewicht und BMI erfasst wurden. Hoyland et al. (2026) greifen diese Forschungslücke im NORMA-Protokoll auf und verweisen darauf, dass Normalisierung oder Persistenz nach Weight Restoration bislang unzureichend longitudinal untersucht ist.

Für die Interpretation ist entscheidend, dass die Alpha-Diversität, Community-Struktur, einzelne Taxa, SCFA und BCFA sowie funktionelle Pathways unterschiedliche Merkmale des mikrobiellen Systems abbilden. Eine Veränderung eines Diversitätsmaßes bedeutet nicht automatisch, dass sich auch taxonomische, gemeinschaftsbezogene oder funktionelle Ebenen angleichen. Normalisierung, partielle Normalisierung und die Persistenz müssen deshalb stets auf einen konkreten Parameter, Messzeitpunkt und Referenzzustand bezogen werden. Dhopatkar et al. (2023) und Ruusunen et al. (2019) weisen zudem darauf hin, dass Ernährungszusammensetzung, Makronährstoffverteilung und Ballaststoffzufuhr das Mikrobiom beeinflussen können. Persistenz kann daher nicht pauschal als rein krankheitsspezifisches Merkmal eingeordnet werden, sondern ist im Zusammenspiel von Unterernährung, Behandlung, Ernährung und individueller Mikrobiomstruktur zu betrachten.

Persistenz darf zugleich nicht als Beleg eines fehlenden Behandlungseffekts oder einer gescheiterten Recovery interpretiert werden. Die mikrobiellen Messungen erfassen nur eine biologische Verlaufsebene und erfolgten überwiegend über begrenzte Zeiträume (Dhopatkar et al., 2023; Seitz et al., 2020). Zudem berichteten Morisaki et al. (2023) psychische Verbesserungen, obwohl sich die untersuchten mikrobiellen Parameter über drei Monate nicht signifikant veränderten. Mikrobielle und psychische Entwicklungen müssen daher nicht synchron verlaufen. Aus fortbestehenden mikrobiellen Abweichungen kann weder psychische Instabilität noch fehlende Recovery abgeleitet werden. Dies unterstreicht erneut, dass Gewichtsrehabilitation und Recovery nicht gleichgesetzt werden können und dass das Darmmikrobiom als zusätzliche, parameterspezifische Verlaufsebene einzuordnen ist, nicht als alleiniger Recovery-Marker.

Zusammenfassend sprechen die Ergebnisse für eine partielle, zeitlich und parameterspezifisch unterschiedliche mikrobielle Entwicklung. Weight Restoration kann mit einer Annäherung einzelner Parameter einhergehen, ohne sämtliche Unterschiede aufzulösen. Die Befundlage stützt damit kein binäres Modell aus vollständiger Normalisierung oder unveränderter Dysbiose, sondern eine differenzierte Einordnung anhand der jeweils untersuchten Ebene, des Messzeitpunkts und der verwendeten Referenzgruppe.

5.2.4 Bedeutung mikrobieller Parameter für psychische Outcomes und Rückfallrisiko

Die Evidenz für Zusammenhänge zwischen Darmmikrobiom und psychischen Outcomes ist innerhalb der Ergebnissynthese deutlich schwächer als die Evidenz für mikrobielle Veränderungen im Verlauf der Gewichtsrehabilitation. Zwar wurden einzelne Assoziationen mit Depressivität und Essstörungspathologie berichtet, diesen stehen jedoch mehrere Nullbefunde sowie Studien ohne psychometrische Erhebungen gegenüber. Für die Forschungsfrage ist der Zusammenhang zwischen Darmmikrobiom und psychischen Outcomes daher als theoretisch plausibler, aber empirisch bislang begrenzt belegter Teilaspekt von Recovery einzuordnen.

Der direkteste Befund stammt von Kleiman et al. (2015). Bei Aufnahme wurde eine inverse Assoziation zwischen Alpha-Diversität und BDI-II-Werten berichtet, bei gleichzeitigem Ausbleiben signifikanter taxonbezogener Ergebnisse nach FDR-Korrektur. Zusätzlich wurden negative Zusammenhänge mit essstörungsspezifischen Dimensionen des EDE-Q beschrieben. Der Befund weist auf eine Verbindung zwischen mikrobieller Vielfalt und psychischer Belastung in der akuten Erkrankungsphase hin. Seine Aussagekraft bleibt jedoch begrenzt, da die psychometrischen Variablen querschnittlich innerhalb von 24 Stunden nach Aufnahme erhoben wurden und weder Aussagen über den Verlauf noch über Kausalität erlauben.

Monteleone et al. (2021) erweiterten diese Perspektive durch die parallele Untersuchung von Mikrobiom, Metabolom und Psychopathologie vor und nach Weight Restoration. Genusbezogene Korrelationen mit EDE- und BSI-Werten unterschieden sich zwischen der akuten Phase und dem späteren Messzeitpunkt. Die genusbezogenen Korrelationsmuster mit EDE- und BSI-Werten waren zwischen der akuten und der gewichtsrestaurierten Gruppe nicht deckungsgleich und teilweise richtungsdivergent. Dies spricht gegen eine einfache, über die Behandlungsphasen hinweg stabile Beziehung, belegt jedoch weder eine zeitliche Kausalität noch einen individuellen Verlauf. Die Ergebnisse sprechen daher gegen ein einfaches Modell, in dem ein bestimmter mikrobieller Parameter kontinuierlich und gleichgerichtet mit psychischer Symptomatik verbunden ist.

Die Aussagekraft dieser positiven Befunde wird durch mehrere Nullbefunde begrenzt. Schulz et al. (2021) fanden keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Alpha-Diversitätsmaßen und Angst, Depressivität oder Essstörungspathologie. Auch Andreani et al. (2024) berichteten in der Akutphase keine signifikante Beziehung zwischen Mikrobiomzusammensetzung und den erhobenen psychometrischen Werten. Eine spezifische Korrelationsanalyse zwischen einzelnen mikrobiellen Parametern und psychischen Skalen wurde nicht berichtet (Morisaki et al. 2023). Diese Befunde zeigen nicht, dass das Darmmikrobiom für psychische Prozesse grundsätzlich irrelevant ist. Sie verhindern jedoch, einzelne positive Assoziationen als reproduziertes oder für AN charakteristisches Muster zu interpretieren.

Morisaki et al. (2023) verdeutlichen zudem, dass psychische und mikrobielle Veränderungen nicht zwangsläufig parallel verlaufen. Mehrere psychometrische Werte verbesserten sich im Behandlungsverlauf, darunter CES-D, EDI und einige Subskalen, während sich die untersuchten Bakteriengruppen, SCFA-Konzentrationen und der fäkale pH-Wert über drei Monate nicht signifikant veränderten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nicht sämtliche psychometrischen Parameter eine signifikante Verbesserung zeigten. Insbesondere für STAI-State und Body Dissatisfaction wurden keine Veränderungen berichtet. Der Befund zeigt, dass die kurzfristige psychische Symptomverbesserung in dieser Studie nicht von signifikanten Veränderungen der untersuchten mikrobiellen Parameter, der SCFA-Konzentrationen oder des fäkalen pH-Werts begleitet war. Umgekehrt folgt daraus nicht, dass mikrobielle Veränderungen für längerfristige psychische Recovery bedeutungslos sind.

Wilson et al. (2025) stellen als offene einarmige FMT-Pilotstudie einen interventionellen Sonderfall dar. Nach der FMT sank der GAD-7-Wert um drei Punkte über zwölf Wochen, während PHQ-9 und EDE-Q keine signifikanten Veränderungen zeigten. In explorativen Post-hoc-Analysen wurden einzelne bakterielle Spezies mit GAD-7-Werten assoziiert, darunter *Parabacteroides goldsteinii*, *Blautia wexlerae*, *Ruminococcus lactaris* und *Desulfovibrio piger* mit negativen Zusammenhängen. Aufgrund des offenen Designs, der kleinen Stichprobe und der fehlenden Kontrollgruppe kann die Angstreduktion jedoch weder eindeutig der FMT noch den beobachteten mikrobiellen Veränderungen zugeschrieben werden. Die Studie liefert deshalb keinen Nachweis einer mikrobiell vermittelten Verbesserung psychischer Symptome, sondern begrenzte Pilotdaten für kontrollierte Folgeuntersuchungen.

Fouladi et al. (2022) und Mack et al. (2016) erhoben keine psychometrischen Outcomes und können daher keinen direkten Beitrag zur Frage nach Mikrobiom-Psyche-Zusammenhängen leisten. Xu et al. (2022) verglichen SCFA-Profile zwischen aktiver AN und recovered AN, berichteten jedoch ebenfalls keine direkten Korrelationen mit psychischen Outcomes. Diese Studien dürfen nicht nachträglich als Evidenz für psychische Wirkungen mikrobieller Veränderungen interpretiert werden. Dies ist für die Gesamtsynthese relevant, weil ein erheblicher Teil der eingeschlossenen Evidenz zwar Veränderungen des Darmmikrobioms beschreibt, aber die für die Forschungsfrage zentrale psychische Ebene nicht gleichzeitig untersucht.

Ergänzend berichten Humanstudien außerhalb der eingeschlossenen Ergebnissynthese, Beziehungen zwischen mikrobiellen Parametern und Depressivität, Angst oder Wohlbefinden. Borgo et al. (2017) erhoben bei einer kleinen AN-Stichprobe erhöhte BDI-Werte, inverse Assoziationen zwischen fäkalen Butyrat und Depressions- beziehungsweise Angstwerten sowie eine negative Beziehung zwischen BDI-Depressionsscore und *Clostridium* spp. Valles-Colomer et al. (2019) zeigten in großen Human-Kohorten, dass butyratproduzierende *Faecalibacterium* und *Coprococcus* mit höherer Lebensqualität assoziiert waren und *Coprococcus* sowie *Dialister* bei Depression reduziert vorkamen, auch nach Berücksichtigung von Antidepressiva. Diese Befunde stützen die biologische und

epidemiologische Plausibilität eines Mikrobiom-Psyche-Zusammenhangs. Sie können die fehlende Replikation innerhalb der eingeschlossenen AN-Studien jedoch nicht ersetzen und liefern keine direkte Evidenz für psychische Recovery während der Gewichtsrehabilitation.

Belastbare Aussagen zu einem psychischen Rückfallrisiko sind auf Grundlage der eingeschlossenen Studien nicht möglich. Andreani et al. (2024) berichteten zwar eine explorative Assoziation zwischen der Mikrobiomzusammensetzung bei Aufnahme und einer späteren Krankenhauswiederaufnahme. Dies entspricht jedoch weder einem validierten Rückfallmarker noch einem Nachweis eines psychischen Rückfallrisikos. Entsprechendes gilt für die in Kapitel 5.2.2 diskutierten Assoziationen mit Behandlungsdauer und Gewichtsentwicklung. Diese Befunde begründen weder einen validierten Rückfallmarker noch eine Aussage über psychische Recovery.

Insgesamt ergibt sich ein unausgewogenes Evidenzbild. Einzelne Studien zeigen Assoziationen zwischen Alpha-Diversität und psychischen Skalen, während andere keine entsprechenden Zusammenhänge fanden oder psychische Outcomes gar nicht erhoben. Die berichteten Assoziationen sind studien-, parameter- und zeitpunktspezifisch und erlauben keine Aussage über ihre kausale oder zeitliche Richtung. Für die Forschungsfrage folgt daraus, dass Veränderungen des Darmmikrobioms als mögliche zusätzliche Ebene psychischer und klinischer Verläufe diskutiert werden können, derzeit jedoch weder als gesicherte Erklärung psychischer Symptome noch als Marker psychischer Recovery oder eines Rückfallrisikos einzuordnen sind.

5.2.5 Einordnung möglicher Wirkmechanismen über die Darm-Hirn-Achse

Die Mikrobiota-Darm-Hirn-Achse bietet einen biologischen Interpretationsrahmen für mögliche Verbindungen zwischen Ernährung, Darmmikrobiom, gastrointestinalen Veränderungen und psychischen Outcomes. Beschrieben werden metabolische, immunologische, neuroendokrine und neuronale Kommunikationswege sowie die Darmbarriere (Cryan et al., 2019; Dhopatkar et al., 2023; Roubalová et al., 2020). Aufgrund der bidirektionalen Kommunikation lässt sich aus den Befunden jedoch keine eindeutige Wirkungsrichtung vom Darm zum Gehirn ableiten. Unterernährung, Ernährungsverhalten, psychische Belastung und Behandlung können die Zusammensetzung und Funktion des Mikrobioms beeinflussen. Umgekehrt werden mikrobielle Metabolite als mögliche Signale an den Wirtsorganismus diskutiert. Die Darm-Hirn-Achse ist daher als Plausibilitätsrahmen, nicht als nachgewiesene Erklärung der in dieser Arbeit beobachteten Verläufe zu verstehen.

Am unmittelbarsten schließen die Humanbefunde zu SCFA, BCFA und funktionellen metabolischen Pathways an diesen Rahmen an. Mack et al. (2016) berichteten, dass sich der Butyrat-Anteil am späteren Messzeitpunkt nicht mehr signifikant von den Kontrollen unterschied, während BCFA-Veränderungen fortbestanden. Morisaki et al. (2023) fanden über drei Monate keine signifikanten Veränderungen der fäkalen SCFA-Konzentrationen. Fouladi et al. (2022) beschrieben Veränderungen

funktioneller metabolischer Pathways nach Renourishment, wobei das funktionelle Gesamtprofil weiterhin von den nicht essgestörten Kontrollen abwich. SCFA werden in der ergänzenden Literatur unter anderem mit Energiehaushalt, Darmbarriere, Immunprozessen und enteroendokriner Signalgebung in Verbindung gebracht (Borgo et al., 2017; Dhopatkar et al., 2023; Xu et al., 2022). Die eingeschlossenen Studien prüften jedoch keine kausale oder vermittelnde Beziehung, über die die beobachteten metabolischen und funktionellen Veränderungen psychische Symptome oder klinische Verläufe beeinflusst hätten. Ebenso bleibt offen, in welchem Umfang sie veränderte Ernährung, Unterernährung, Gewichtszunahme oder die mikrobielle Zusammensetzung widerspiegeln.

Darmbarriere, Immunwege und appetitbezogene Signale werden als mögliche Vermittlungsebenen der Mikrobiota-Darm-Hirn-Achse diskutiert (Dhopatkar et al., 2023; Roubalová et al., 2020). Die eingeschlossenen Humanstudien erfassten diese Ebenen jedoch nicht durchgehend als zusammenhängende Wirkungskette (Andreani et al., 2024; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Schulz et al., 2021). Mucin-degradierende Taxa und Veränderungen von *Clostridium sensu stricto* 1 sowie der Lachnospiraceae können auf ein verändertes intestinales Milieu hinweisen, messen aber weder Darmpermeabilität noch eine zusammenhängende Immun- oder Signalachse systematisch (Andreani et al., 2024; Schulz et al., 2021). Mögliche Verbindungen von SCFA mit PYY, GLP-1, Ghrelin und Sättigung werden in der ergänzenden mechanistischen Literatur diskutiert (Dhopatkar et al., 2023). Aus den Humanbefunden dieser Arbeit lässt sich deshalb weder ein geschlossener Signalweg noch eine Wirkung auf Gewichtsentwicklung, Essverhalten oder psychische Stabilisierung ableiten.

Für psychische Outcomes theoretisch besonders anschlussfähig sind außerdem der Tryptophan- und Serotoninstoffwechsel sowie der diskutierte ClpB/ α -MSH-Signalweg. Diese Mechanismen wurden in den eingeschlossenen Humanstudien jedoch kaum direkt untersucht. Andreani et al. (2024) diskutierten *Alistipes* im Zusammenhang mit Tryptophanstoffwechsel, ohne die entsprechenden Tryptophan-, Kynurenin- oder Indolmetabolite systematisch zu erfassen. Wilson et al. (2025) berichteten eine Abnahme zirkulierender Serotoninspiegel nach FMT, jedoch ohne Kontrollgruppe. α -MSH-reaktive Marker wurden bei Gröbner et al. (2022) lediglich als Bestandteil eines Studienprotokolls vorgesehen. Ergebnisdaten liegen daraus nicht vor. Die theoretische Nähe dieser Signalwege zu Stimmung, Appetit und Essverhalten darf daher nicht mit einem empirisch nachgewiesenen Mechanismus bei AN gleichgesetzt werden.

Tierexperimentelle Arbeiten wie Gabriel-Segard et al. (2025) und Hata et al. (2019) stützen die funktionelle Plausibilität der Darm-Hirn-Achse, allerdings über unterschiedliche Befunde. Hata et al. berichteten nach dem Transfer von AN-Mikrobiota unter anderem reduzierte Serotoninspiegel im Hirnstamm und verhaltensbezogene Veränderungen, während Gabriel-Segard et al. (2025) Veränderungen der Mikrobiota und immunologische Effekte untersuchten.

Insgesamt kann die Darm-Hirn-Achse die Befunde dieser Arbeit biologisch strukturieren, aber nicht kausal erklären. Die eingeschlossenen Humanstudien erfassen einzelne taxonomische, metabolische

und funktionelle Teilaspekte, untersuchen jedoch keine vollständige Kette von mikrobieller Veränderung über einen definierten Signalweg bis zu einem psychischen oder klinischen Outcome. Die Diskrepanz zwischen der breiten mechanistischen Plausibilität und der begrenzten direkten Messung in Humanstudien stellt deshalb eine zentrale Evidenzgrenze dar. Nicht nachgewiesen ist ein Mechanismus, über den das Darmmikrobiom Gewichtsrehabilitation oder psychische Recovery bei AN eigenständig bestimmt.

5.2.6 Einordnung tierexperimenteller und mechanistischer Evidenz

Tierexperimentelle Studien besitzen für die vorliegende Arbeit eine ergänzende, aber keine den Humanbefunden gleichwertige Funktion. Sie ermöglichen unter kontrollierten Bedingungen zu untersuchen, ob der Transfer AN-assoziiierter Mikrobiota mit Veränderungen von Nahrungsaufnahme, Gewichtsentwicklung, Food Efficiency, Aktivität oder angst- beziehungsweise zwangähnlichem Verhalten verbunden ist. Damit können sie mögliche Wirkungsrichtungen prüfen, beantworten jedoch nicht unmittelbar, welche Bedeutung Veränderungen des Darmmikrobioms für menschliche Gewichtsrehabilitation, psychische Outcomes oder Recovery besitzen.

Hata et al. (2019) berichteten nach dem Transfer von Mikrobiota von Patientinnen mit AN auf keimfreie Mäuse eine geringere Gewichtszunahme, reduzierte Nahrungsaufnahme und eine verminderte Food Efficiency. Zudem zeigten die Empfängermäuse eine geringere Serotoninkonzentration im Hirnstamm sowie vermehrtes angst- und zwangähnliches Verhalten. Gabriel-Segard et al. (2025) beschrieben nach der Übertragung AN-assoziiierter Mikrobiota eine reduzierte Nahrungsaufnahme, angstähnliches Verhalten, körperliche Hyperaktivität sowie Veränderungen der Körperzusammensetzung und von Entzündungsparametern. Diese Studien zeigen, dass der Transfer AN-assoziiierter Mikrobiota unter bestimmten Modellbedingungen mit physiologischen und verhaltensbezogenen Veränderungen verbunden sein kann. Sie belegen jedoch weder, dass das Darmmikrobiom beim Menschen AN verursacht, noch dass es den Verlauf von Gewichtsrehabilitation oder Recovery kausal bestimmt. Eine einheitliche Kausalinterpretation wird zudem durch abweichende experimentelle Befunde begrenzt. Glenny et al. (2021) fanden im Empfänger-Mausmodell nach vier Wochen keinen signifikanten Unterschied im Körpergewicht zwischen Mäusen mit AN-Mikrobiota und Kontrollmäusen. Die Ergebnisse der FMT-Tiermodelle konvergieren damit nicht vollständig. Unterschiede der Spenderstichproben, Empfängermodelle und Versuchsbedingungen können die Befunde mitgeprägt haben, sodass sich aus einzelnen positiven Transferexperimenten kein allgemeiner mikrobieller Effekt auf die Gewichtsentwicklung ableiten lässt.

Trinh et al. (2023) untersuchten demgegenüber kein FMT mit menschlicher AN-Mikrobiota, sondern ein Activity-based-Anorexia- und Refeeding-Modell bei Ratten. Nach dem Refeeding, einschließlich der Normalisierung von Nahrungsaufnahme und Körpergewicht, normalisierten sich die mikrobielle Diversität und mehrere spezifische mikrobielle Veränderungen weitgehend. Dieser Befund ist mit

der Annahme vereinbar, dass ein Teil der Veränderungen durch Nahrungsrestriktion, Starvation, Energieverfügbarkeit und Refeeding geprägt wird. Da sich Modellaufbau und Fragestellung von den Human-FMT-Studien unterscheiden, stellt die Studie keinen direkten Gegenbeweis dar. Gemeinsam sprechen die Befunde jedoch gegen einen isolierten mikrobiellen Krankheitsmechanismus und eher für ein kontextabhängiges Zusammenspiel von Mikrobiom, Ernährungszustand, Verhalten und biologischer Anpassung.

Die Übertragbarkeit auf psychische Outcomes ist besonders begrenzt. Angst- oder zwangähnliches Verhalten, Aktivität und Nahrungsaufnahme im Tiermodell sind nicht mit menschlicher Depressivität, Angstsymptomatik, Essstörungspathologie oder subjektiver Recovery gleichzusetzen. Menschliche AN umfasst darüber hinaus essstörungsspezifische Kognitionen, Körperbildstörungen, psychosoziale und funktionale Einschränkungen sowie therapeutische und längerfristige Verlaufsprozesse. Aus tierexperimentellen Verhaltensbefunden lässt sich deshalb weder ableiten, dass Mikrobiomveränderungen psychische Symptome bei Patientinnen verursachen, noch dass eine mikrobiomgerichtete Intervention psychische Outcomes oder Recovery verbessert.

Ergänzende Reviews und Studienprotokolle strukturieren mögliche mechanistische Forschungsansätze, liefern jedoch keine zusätzliche Ergebnis- oder Wirksamkeitsevidenz (Dhopatkar et al., 2023; Gröbner et al., 2022; Hovland et al., 2026; Ruusunen et al., 2019). Insbesondere Gröbner et al. (2022) und Hovland et al. (2026) beschreiben geplante Untersuchungen, aus denen keine Aussagen über Wirksamkeit, Gewichtsrehabilitation oder Recovery abgeleitet werden können.

Insgesamt stützt die tierexperimentelle Evidenz die biologische Plausibilität möglicher Mikrobiom-Wirt-Beziehungen bei AN, zeigt jedoch zugleich deren Modell- und Kontextabhängigkeit. Positive Transferbefunde stehen abweichenden Ergebnissen und einem Refeeding-Modell mit weitgehender mikrobieller Rückbildung gegenüber. Nicht belegt ist daher, dass das Darmmikrobiom menschliche Weight Restoration, psychische Outcomes oder Recovery kausal steuert oder bereits therapeutisch nutzbar ist. Die Tiermodelle begründen eine experimentell prüfbare Hypothese, ersetzen aber keine kontrollierten longitudinalen Humanbefunde.

5.2.7 Bedeutung der Ergebnisse für ein multidimensionales Recovery-Verständnis bei Anorexia nervosa

Untersucht wurden überwiegend Gewichtszunahme, Renourishment, Weight Restoration, Entlassung oder Follow-up, nicht jedoch eine umfassend operationalisierte Recovery (Andreani et al., 2024; Monteleone et al., 2021; Schulz et al., 2021). Diese Messzeitpunkte und Zustände erfassen wichtige körperliche oder zeitliche Abschnitte des Behandlungsverlaufs, reichen aber nicht aus, um eine längerfristig stabile Recovery anhand körperlicher, psychischer, verhaltensbezogener und subjektiver Kriterien nachzuweisen (Khalsa et al., 2017; McDonald et al., 2021).

Die Mikrobiombefunde machen vielmehr sichtbar, dass eine ausschließlich gewichtsbezogene Beurteilung nicht sämtliche untersuchten Verlaufsebenen erfasst. Gewichtszunahme ist ein wichtiger körperlicher Behandlungsfortschritt, bildet jedoch weder psychische Stabilisierung noch die Entwicklung mikrobieller und metabolischer Parameter zuverlässig ab (Morisaki et al., 2023). Umgekehrt stellen fortbestehende mikrobielle Unterschiede die klinische Bedeutung der Gewichtsrehabilitation nicht infrage und belegen weder Therapieversagen noch fehlende Recovery (Fouladi et al., 2022; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023).

In einzelnen Studien verbesserten sich psychische Outcomes, während sich die untersuchten mikrobiellen Parameter im gleichen Zeitraum nicht signifikant veränderten (Morisaki et al., 2023). Andere Studien beschrieben mikrobielle oder metabolische Veränderungen, ohne psychometrische Outcomes zu erheben oder direkte Zusammenhänge mit ihnen nachzuweisen (Fouladi et al., 2022; Mack et al., 2016). (Monteleone et al., 2021) untersuchten dagegen sowohl psychometrische als auch mikrobielle und metabolische Parameter, ohne daraus eine umfassende Recovery abzuleiten.

Auch längere Nachbeobachtungen erweitern nur einzelne Dimensionen der Verlaufsbeurteilung. Andreani et al. (2024) untersuchten ein 1-Jahres-Follow-up, Krankenhauswiederaufnahme, BMI-SDS und eine als weight-recovered eingestufte Untergruppe, operationalisierten damit jedoch keine umfassende Recovery. Bei Morisaki et al. (2023) wurden Mikrobiom und psychische Outcomes über drei Monate untersucht, während sich der 12-Monats-Zeitpunkt auf Gewicht und BMI bezog. Ein längerer Beobachtungszeitraum erhöht somit die zeitliche Aussagekraft, stellt aber ohne multidimensionale und zeitlich stabile Kriterien keinen Recovery-Nachweis dar.

Für die psychische Recovery bleibt die Evidenz lückenhaft. Mehrere Studien erfassten Depressivität, Angstsymptomatik, allgemeine psychische Belastung oder Essstörungspathologie, verwendeten diese Variablen jedoch nicht zur umfassenden Bestimmung von Recovery (Andreani et al., 2024; Kleiman et al., 2015; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021). Fouladi et al. (2022) und Mack et al. (2016) erhoben keine psychometrischen Outcomes. Aus einer mikrobiellen Annäherung oder Persistenz lässt sich daher weder ableiten, ob Patientinnen psychisch recovered waren, noch ob mikrobielle Persistenz mit psychischer Instabilität verbunden war.

Für die Forschungsfrage folgt daraus ein multidimensionales und zugleich begrifflich zurückhaltendes Ergebnis. Gewichtsentwicklung, psychische Symptomatik und klinischer Verlauf sind voneinander unterscheidbare, aufeinander zu beziehende Recovery-Aspekte. Mikrobielle und metabolische Parameter können diese Beurteilung als zusätzliche wissenschaftliche Verlaufsebene ergänzen, sind aber nicht selbst als etabliertes Recovery-Kriterium anzusehen. Das Darmmikrobiom ist nach dem derzeitigen Evidenzstand weder ein validierter Recoverymarker noch ein nachgewiesener kausaler Einflussfaktor gelungener oder fehlender Recovery.

6 Handlungsempfehlungen und Fazit

6.1 Handlungsempfehlungen für Ökotrophologie und Ernährungstherapie

Für Ökotrophologie und Ernährungstherapie bleibt die Gewichtsrehabilitation ein zentraler körperlicher Bestandteil der Behandlung von Anorexia nervosa (National Institute for Health and Care Excellence, 2017). Gewichtszunahme, Weight Restoration oder Entlassung dürfen jedoch nicht als alleiniger Nachweis vollständiger Recovery verstanden werden, da Recovery neben körperlichen auch psychische, verhaltensbezogene, funktionale und zeitliche Aspekte umfasst (Khalsa et al., 2017; McDonald et al., 2021). Für die ernährungstherapeutische Verlaufsbeurteilung folgt daraus, die Gewichtsentwicklung in den umfassenderen klinischen Verlauf einzuordnen, ohne von einer anthropometrischen Verbesserung unmittelbar auf andere Recovery-Aspekte zu schließen.

Gastrointestinale Beschwerden sollten im Verlauf des Ernährungsaufbaus differenziert berücksichtigt werden. Die Befunde zeigen, dass gastrointestinale Beschwerden sowie mikrobielle und metabolische Parameter nicht durchgehend parallel zur Gewichtszunahme verliefen (Fouladi et al., 2022; Mack et al., 2016). Beschwerden können deshalb im zeitlichen Zusammenhang mit Ernährungsaufbau und Gewichtsverlauf dokumentiert und im interdisziplinären Behandlungsteam eingeordnet werden. Aus ihrer Persistenz lässt sich jedoch weder ein mikrobieller Ursprung noch eine unzureichende Gewichtsrehabilitation ableiten. Eine vorschnelle mikrobiombezogene Erklärung gastrointestinaler Symptome ist daher zu vermeiden.

Eine routinemäßige Nutzung mikrobiologischer Analysen zur Beurteilung von Gewichtsrehabilitation, psychischer Stabilisierung oder Recovery lässt sich aus der vorliegenden Evidenz nicht begründen. Die berichteten taxonomischen, funktionellen und metabolischen Veränderungen waren heterogen, parameterabhängig und nicht als klinische Verlaufs- oder Prognosemarker validiert. Persistierende mikrobielle Unterschiede sollten deshalb weder als eigenständiges ernährungstherapeutisches Problem noch als Hinweis auf Therapieversagen oder fehlende Recovery interpretiert werden.

Für eine konkrete Empfehlung Mikrobiomgerichteter Ernährungsmaßnahmen reicht die vorliegende Evidenz derzeit nicht aus. Ernährung ist sowohl zentraler Bestandteil der Behandlung als auch wesentliche Einflussgröße und methodische Schlüsselvariable der Mikrobiomforschung. Unterschiede der Energie- und Nährstoffzufuhr, des Ernährungsaufbaus, der stationären Kost, der Medikation und weiterer Behandlungseinflüsse erschweren die Zuordnung beobachteter Mikrobiomveränderungen zu einzelnen Maßnahmen (Dhopatkar et al., 2023; Mack et al., 2016; Ruusunen et al., 2019). Die Befunde können daher nicht als spezifische Wirkung einer bestimmten Ernährungstherapie interpretiert werden. Die eingeschlossenen Studien bieten keine Grundlage, eine bestimmte Kostform, Supplementierung oder individuelle Ernährungsmaßnahme aufgrund einer angenommenen Mikrobiomwirkung zu bevorzugen.

Entsprechendes gilt für Probiotika, Präbiotika und FMT. Nach der offenen FMT-Pilotstudie wurden zwar Mikrobiomverschiebungen und Donor-Strain-Engraftment beobachtet, ein klinischer Wirksamkeitsnachweis für Gewichtsentwicklung, psychische Outcomes oder Recovery liegt jedoch nicht vor (Wilson et al., 2025). Ergänzende Reviews beschreiben Probiotika und Präbiotika als Forschungsansätze, während die Studienprotokolle von Gröbner et al. (2022) und Hovland et al. (2026) keine Ergebnisdaten liefern (Dhopatkar et al., 2023; Ruusunen et al., 2019). Diese Ansätze stellen daher keine Grundlage für eine Anwendung als etablierte ernährungstherapeutische Recovery-Maßnahme dar.

Der praktische Beitrag der Ökotrophologie liegt nach derzeitigem Evidenzstand somit nicht in einer gezielten mikrobiellen Steuerung. Er besteht in einer evidenzbasierten Ernährungsrehabilitation, der differenzierten Beobachtung von Gewichtsentwicklung und gastrointestinalen Beschwerden sowie der sachgerechten Kommunikation mikrobiombezogener Befunde und ihrer Grenzen im interdisziplinären Team. Das Darmmikrobiom kann daher als zusätzliche wissenschaftliche Beobachtungsebene berücksichtigt werden, ist jedoch kein routinemäßig nutzbarer Marker und kein eigenständig klinisch steuerbares Therapieziel.

6.2 Handlungsempfehlungen für die wissenschaftliche Forschung

Zukünftige Forschung sollte prospektive longitudinale Humanstudien mit größeren, ausreichend charakterisierten Stichproben und standardisierten Messzeitpunkten durchführen. Die Nachbeobachtung sollte über Entlassung und kurzfristige Weight Restoration hinausreichen, damit vorübergehende Veränderungen während Refeeding oder Renourishment von längerfristiger Annäherung oder Persistenz unterschieden werden können. Ein längeres Follow-up ist dabei mit einer multidimensionalen Operationalisierung von Recovery zu verbinden und stellt für sich genommen keinen Recovery-Nachweis dar (Andreani et al., 2024).

Refeeding, Renourishment, Weight Gain, Weight Regain, Weight Restoration, Remission, Follow-up und Recovery müssen begrifflich klar voneinander abgegrenzt werden. Recovery sollte nicht ausschließlich über Gewicht oder BMI definiert werden, sondern körperliche, psychische, verhaltensbezogene, funktionale und subjektive Kriterien sowie deren zeitliche Stabilität berücksichtigen. Aufgrund der weiterhin uneinheitlichen Begriffsverwendung sollte dabei keine einzelne Definition ungeprüft als allgemein verbindlich vorausgesetzt werden (Khalsa et al., 2017; McDonald et al., 2021).

Ernährung, Gewichtsentwicklung, Mikrobiom, mikrobiomassoziierte Metabolite, gastrointestinale Beschwerden und psychische Outcomes sollten möglichst parallel und zu vergleichbaren Zeitpunkten erhoben werden. Relevante Einflussfaktoren wie Ernährungszusammensetzung, Energiezufuhr, Medikation, Probiotika und Behandlungssetting sind transparent zu dokumentieren und soweit möglich analytisch zu berücksichtigen (Dhopatkar et al., 2023; Ruusunen et al., 2019). Positive Assoziationen, Nullbefunde und fehlende Zusammenhänge sollten gleichermaßen berichtet werden. Mikrobiologische und psychometrische Verfahren sind darüber hinaus stärker zu standardisieren.

Zukünftige Studien sollten zudem vergleichbare longitudinale Kontrollgruppen einplanen, da unterschiedliche Vergleichsdesigns, Querschnittsvergleiche und fehlende Kontrollarme eine zuverlässige Einordnung von Verlaufsmustern erschweren. Explorative Zusammenhänge mit Krankenhauswiederaufnahme, BMI-SDS, Behandlungsdauer oder längerfristiger Gewichtsentwicklung müssen zunächst in unabhängigen Stichproben repliziert und extern validiert werden, bevor mikrobielle Parameter als klinische Verlaufs- oder Prognosemarker eingeordnet werden können (Andreani et al., 2024; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021). Interventionelle Ansätze wie Probiotika, Präbiotika, spezifische Ernährungsstrategien oder FMT sollten in kontrollierten, ausreichend dimensionierten Studien mit klinisch relevanten körperlichen und psychischen Endpunkten untersucht werden. Eine mikrobielle Veränderung oder das Engraftment donorabgeleiteter Stämme allein belegen weder klinische Wirksamkeit noch Recovery (Wilson et al., 2025).

6.3 Versorgungsbezogene Implikationen und Grenzen der Evidenz

Für Aussagen über langfristigen Nachsorgebedarf oder Versorgungsverläufe fehlen belastbare longitudinale Daten. Ebenso wurden in den eingeschlossenen Studien keine gesundheitsökonomischen Endpunkte wie Kosten, Ressourcennutzung oder Wirtschaftlichkeit untersucht. Entsprechende Schlussfolgerungen sind daher aus der vorliegenden Arbeit nicht ableitbar.

6.4 Fazit

Die vorliegende systematische Literaturrecherche zeigt, dass Veränderungen des Darmmikrobioms bei Anorexia nervosa im Verlauf von Gewichtsrehabilitation und Recovery eine wissenschaftlich relevante, klinisch bislang jedoch nicht eindeutig einzuordnende Verlaufsebene darstellen. Im Vergleich zu gesunden Kontrollgruppen wurden heterogene mikrobielle Unterschiede beschrieben, ohne dass sich eine einheitliche AN-spezifische Mikrobiomsignatur ableiten lässt (Andreani et al., 2024; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021). Während sich einzelne Parameter im Verlauf von Re-feeding und Renourishment teilweise den Kontrollwerten annäherten, blieben andere Unterschiede auch nach Weight Restoration bestehen (Andreani et al., 2024; Mack et al., 2016; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023; Schulz et al., 2021). Gewichtszunahme und Weight Restoration belegen daher weder eine vollständige mikrobielle Normalisierung noch eine Gleichsetzung mit Recovery (Khalsa et al., 2017).

Für die Forschungsfrage ist besonders bedeutsam, dass Gewichtsentwicklung, mikrobielle Veränderung und psychische Outcomes nicht zwangsläufig parallel verlaufen (Morisaki et al., 2023). Einzelne Mikrobiom-Psyche-Assoziationen standen Nullbefunden und Studien ohne psychometrische Erhebungen gegenüber. Zugleich blieben direkte Zusammenhänge mit psychischen Outcomes schwach, heterogen und teilweise widersprüchlich belegt (Kleiman et al., 2015; Monteleone et al., 2021; Morisaki et al., 2023). Eine kausale Bedeutung des Darmmikrobioms für psychische Recovery

lässt sich daraus ebenso wenig ableiten wie seine Nutzung als validierter Recovery-, Verlaufs- oder Rückfallmarker.

Der zentrale Erkenntnisgewinn dieser Arbeit liegt daher nicht im Nachweis eines mikrobiellen Mechanismus der Genesung oder eines neuen Recovery-Kriteriums, sondern in der Erweiterung des Verständnisses von Behandlungsverläufen bei Anorexia nervosa. Gewichtsrehabilitation bleibt ein unverzichtbarer körperlicher Behandlungsfortschritt in der Behandlung von AN (Herpertz et al., 2019), bildet jedoch weder psychische Recovery noch die gesamte Entwicklung der untersuchten mikrobiellen Parameter zuverlässig ab. Das Darmmikrobiom sollte deshalb als mögliche zusätzliche Verlaufsdimension weiter untersucht werden. Aus den eingeschlossenen Studien lässt sich derzeit kein eigenständiges klinisch steuerbares Therapieziel ableiten (Wilson et al., 2025). Es ist zudem kein Ersatz für ein multidimensionales Recovery-Verständnis (Khalsa et al., 2017).

Erklärung zur Nutzung von generativer KI und KI-unterstützten Technologien im Schreibprozess

Während der Erstellung dieser Arbeit wurden ChatGPT von OpenAI und Claude von Anthropic zur sprachlichen und strukturellen Überarbeitung, Glättung und Präzisierung selbst verfasster Textabschnitte eingesetzt.

Die systematische Literaturrecherche, die Festlegung der Ein- und Ausschlusskriterien, die Studienauswahl, die Datenextraktion, die methodische Bewertung der eingeschlossenen Studien sowie die inhaltliche Interpretation der Ergebnisse wurden von der Autorin selbst durchgeführt. Anara wurde ausschließlich innerhalb der von der Autorin eigenständig recherchierten, ausgewählten und eingeschlossenen Literatur genutzt, um gezielt relevante Textstellen, Definitionen, Ergebnisse und mögliche Belege für formulierte Aussagen aufzufinden. Die Auswahl und Bewertung der Quellen sowie die Entscheidung, ob eine Fundstelle die jeweilige Aussage inhaltlich trägt, erfolgten durch die Autorin anhand der Originaltexte.

Alle durch die genannten Werkzeuge erzeugten Textvorschläge, Suchergebnisse und Quellenzuordnungen wurden von der Autorin geprüft, fachlich bewertet und bei Bedarf überarbeitet. Es wurden keine ungeprüften KI-generierten Aussagen, Literaturangaben oder Quellenbelege übernommen. Zotero wurde als Literaturverwaltungs- und Zitationsprogramm zur Organisation der Quellen, zur Erstellung der Quellenbelege und des Literaturverzeichnisses verwendet. Die Autorin übernimmt die volle Verantwortung für den Inhalt der Arbeit.

Literaturverzeichnis

- Andreani, N. A., Sharma, A., Dahmen, B., Specht, H. E., Mannig, N., Ruan, V., Keller, L., Baines, J. F., Herpertz-Dahlmann, B., Dempfle, A., & Seitz, J. (2024). Longitudinal analysis of the gut microbiome in adolescent patients with anorexia nervosa: Microbiome-related factors associated with clinical outcome. *Gut Microbes*, 16(1), 2304158. <https://doi.org/10.1080/19490976.2024.2304158>
- Borgo, F., Riva, A., Benetti, A., Casiraghi, M. C., Bertelli, S., Garbossa, S., Anselmetti, S., Scarone, S., Pontiroli, A. E., Morace, G., & Borghi, E. (2017). Microbiota in anorexia nervosa: The triangle between bacterial species, metabolites and psychological tests. *PLOS ONE*, 12(6), e0179739. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179739>
- Carbone, E. A., D'Amato, P., Vicchio, G., De Fazio, P., & Segura-Garcia, C. (2021). A systematic review on the role of microbiota in the pathogenesis and treatment of eating disorders. *European Psychiatry*, 64(1), e2. <https://doi.org/10.1192/j.eurpsy.2020.109>
- Carr, J., Kleiman, S. C., Bulik, C. M., Bulik-Sullivan, E. C., & Carroll, I. M. (2016). Can attention to the intestinal microbiota improve understanding and treatment of anorexia nervosa? *Expert Review of Gastroenterology & Hepatology*, 10(5), 565–569. <https://doi.org/10.1586/17474124.2016.1166953>
- Crone, C., Fochtmann, L. J., Attia, E., Boland, R., Escobar, J., Fornari, V., Golden, N., Guarda, A., Jackson-Triche, M., Manzo, L., Mascolo, M., Pierce, K., Riddle, M., Seritan, A., Uniacke, B., Zucker, N., Yager, J., Craig, T. J., Hong, S.-H., & Medicus, J. (2023). The American Psychiatric Association Practice Guideline for the Treatment of Patients With Eating Disorders. *American Journal of Psychiatry*, 180(2), 167–171. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.23180001>
- Cryan, J. F., O'Riordan, K. J., Cowan, C. S. M., Sandhu, K. V., Bastiaanssen, T. F. S., Boehme, M., Codagnone, M. G., Cussotto, S., Fulling, C., Golubeva, A. V., Guzzetta, K. E., Jaggar, M., Long-Smith, C. M., Lyte, J. M., Martin, J. A., Molinero-Perez, A., Moloney, G., Morelli, E.,

- Morillas, E., ... Dinan, T. G. (2019). The Microbiota-Gut-Brain Axis. *Physiological Reviews*, 99(4), 1877–2013. <https://doi.org/10.1152/physrev.00018.2018>
- Dhopatkar, N., Keeler, J. L., Mutwalli, H., Whelan, K., Treasure, J., & Himmerich, H. (2023). Gastrointestinal symptoms, gut microbiome, probiotics and prebiotics in anorexia nervosa: A review of mechanistic rationale and clinical evidence. *Psychoneuroendocrinology*, 147, 105959. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2022.105959>
- Fouladi, F., Bulik-Sullivan, E. C., Glenn, E. M., Thornton, L. M., Reed, K. K., Thomas, S., Kleiman, S., Watters, A., Oakes, J., Huh, E.-Y., Tang, Q., Liu, J., Djukic, Z., Harper, L., Trillo-Ordoñez, Y., Sun, S., Blakely, I., Mehler, P. S., Fodor, A. A., ... Carroll, I. M. (2022). Reproducible changes in the anorexia nervosa gut microbiota following inpatient therapy remain distinct from non-eating disorder controls. *Gut Microbes*, 14(1), 2143217. <https://doi.org/10.1080/19490976.2022.2143217>
- Gabriel-Segard, T., Heberden, C., Mondot, S., Duquesnoy, M., Dicembre, M., Naudon, L., Philippe, C., Maximin, E., Blais, A., Jacota, M., Lapaque, N., Blotti re, H. M., Paul, S., Doré, J., Rabot, S., & Hanachi, M. (2025). Anorexia nervosa symptoms are induced after specific gut microbiota dysbiosis transfer in germ-free mice. *Gut Microbes*, 17(1), 2563701. <https://doi.org/10.1080/19490976.2025.2563701>
- Glenn, E. M., Fouladi, F., Thomas, S. A., Bulik-Sullivan, E. C., Tang, Q., Djukic, Z., Trillo-Ordonez, Y. S., Fodor, A. A., Tarantino, L. M., M. Bulik, C., & Carroll, I. M. (2021). Gut microbial communities from patients with anorexia nervosa do not influence body weight in recipient germ-free mice. *Gut Microbes*, 13(1), 1897216. <https://doi.org/10.1080/19490976.2021.1897216>
- Gröbner, E., Zeiler, M., Fischmeister, F. Ph. S., Kollndorfer, K., Schmelz, S., Schneider, A., Haid-Stecher, N., Sevecke, K., Wagner, G., Keller, L., Adan, R., Danner, U., Van Elburg, A., Van Der Vijgh, B., Kooij, K. L., Fetissov, S., Andreani, N. A., Baines, J. F., Dempfle, A., ... Karwautz, A. (2022). The effects of probiotics administration on the gut microbiome in adolescents with anorexia nervosa—A study protocol for a longitudinal, double-blind,

- randomized, placebo-controlled trial. *European Eating Disorders Review*, 30(1), 61–74.
<https://doi.org/10.1002/erv.2876>
- Hata, T., Miyata, N., Takakura, S., Yoshihara, K., Asano, Y., Kimura-Todani, T., Yamashita, M., Zhang, X.-T., Watanabe, N., Mikami, K., Koga, Y., & Sudo, N. (2019). The Gut Microbiome Derived From Anorexia Nervosa Patients Impairs Weight Gain and Behavioral Performance in Female Mice. *Endocrinology*, 160(10), 2441–2452. <https://doi.org/10.1210/en.2019-00408>
- Herpertz, S., Fichter, M., Herpertz-Dahlmann, B., Hilbert, A., Tuschen-Caffier, B., Vocks, S., & Zeeck, A. (Hrsg.). (2019). *S3-Leitlinie Diagnostik und Behandlung der Essstörungen*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59606-7>
- Hovland, I. H., Bang, L., Herfindal, A. M., Strømland, S. S., Spernes, T. B., Jahanshahi, A., Otterdal, K. L., Arsenovic, D., Aspholm, T. E., Vik, Y., Storvik, J. H. M., Carlsen, M. H., Ones, M. L., Alisauskiene, R., Hansen, K., Weider, S., Samdal, I., Dahl, J., Reistad, H. T., ... Bøhn, S. K. (2026). The Norwegian Microbiota Study in Anorexia Nervosa (NORMA): Integrating a clinical trial with preclinical experiments—A study protocol. *PLOS One*, 21(3), e0342275. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0342275>
- Khalsa, S. S., Portnoff, L. C., McCurdy-McKinnon, D., & Feusner, J. D. (2017). What happens after treatment? A systematic review of relapse, remission, and recovery in anorexia nervosa. *Journal of Eating Disorders*, 5(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s40337-017-0145-3>
- Kleiman, S. C., Watson, H. J., Bulik-Sullivan, E. C., Huh, E. Y., Tarantino, L. M., Bulik, C. M., & Carroll, I. M. (2015). The Intestinal Microbiota in Acute Anorexia Nervosa and During Re-nourishment: Relationship to Depression, Anxiety, and Eating Disorder Psychopathology. *Psychosomatic Medicine*, 77(9), 969–981. <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000247>
- Mack, I., Cuntz, U., Grämer, C., Niedermaier, S., Pohl, C., Schwiertz, A., Zimmermann, K., Zipfel, S., Enck, P., & Penders, J. (2016). Weight gain in anorexia nervosa does not ameliorate the faecal microbiota, branched chain fatty acid profiles and gastrointestinal complaints. *Scientific Reports*, 6(1), 26752. <https://doi.org/10.1038/srep26752>

- McDonald, S., Williams, A. J., Barr, P., McNamara, N., & Marriott, M. (2021). Service user and eating disorder therapist views on anorexia nervosa recovery criteria. *Psychology and Psychotherapy: Theory, Research and Practice*, 94(3), 721–736. <https://doi.org/10.1111/papt.12340>
- Monteleone, A. M., Troisi, J., Fasano, A., Dalle Grave, R., Marciello, F., Serena, G., Calugi, S., Scala, G., Corrivetti, G., Cascino, G., Monteleone, P., & Maj, M. (2021). Multi-omics data integration in anorexia nervosa patients before and after weight regain: A microbiome-metabolomics investigation. *Clinical Nutrition*, 40(3), 1137–1146. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.07.021>
- Morisaki, Y., Miyata, N., Nakashima, M., Hata, T., Takakura, S., Yoshihara, K., Suematsu, T., Nomoto, K., Miyazaki, K., Tsuji, H., & Sudo, N. (2023). Persistence of gut dysbiosis in individuals with anorexia nervosa. *PLOS ONE*, 18(12), e0296037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296037>
- National Institute for Health and Care Excellence. (2017). *Eating disorders: Recognition and treatment* (NICE Guideline Nr. NG69; Eating Disorders: Recognition and Treatment Version 2.0, S. 970). National Institute for Health and Care Excellence. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng69>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Roubalová, R., Procházková, P., Papežová, H., Smitka, K., Bilej, M., & Tlaskalová-Hogenová, H. (2020). Anorexia nervosa: Gut microbiota-immune-brain interactions. *Clinical Nutrition*, 39(3), 676–684. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.03.023>
- Ruusunen, A., Rocks, T., Jacka, F., & Loughman, A. (2019). The gut microbiome in anorexia nervosa: Relevance for nutritional rehabilitation. *Psychopharmacology*, 236(5), 1545–1558. <https://doi.org/10.1007/s00213-018-5159-2>

- Scala, M., Tabone, M., Paolini, M., Salueña, A., Iturra, R. A., Ferreiro, V. R., Alvarez-Mon, M. Á., Serretti, A., Soltero, M. D. R. G., & Rodriguez-Jimenez, R. (2025). Unlocking the Link Between Gut Microbiota and Psychopathological Insights in Anorexia Nervosa: A Systematic Review. *European Eating Disorders Review*, 33(4), 700–718. <https://doi.org/10.1002/erv.3179>
- Schulz, N., Belheouane, M., Dahmen, B., Ruan, V. A., Specht, H. E., Dempfle, A., Herpertz-Dahlmann, B., Baines, J. F., & Seitz, J. (2021). Gut microbiota alteration in adolescent anorexia nervosa does not normalize with short-term weight restoration. *International Journal of Eating Disorders*, 54(6), 969–980. <https://doi.org/10.1002/eat.23435>
- Seitz, J., Dahmen, B., Keller, L., & Herpertz-Dahlmann, B. (2020). Gut Feelings: How Microbiota Might Impact the Development and Course of Anorexia Nervosa. *Nutrients*, 12(11), 3295. <https://doi.org/10.3390/nu12113295>
- Trinh, S., Kogel, V., Kneisel, L., Müller-Limberger, E., Herpertz-Dahlmann, B., Beyer, C., & Seitz, J. (2023). Gut Microbiota and Brain Alterations after Refeeding in a Translational Anorexia Nervosa Rat Model. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(11), 9496. <https://doi.org/10.3390/ijms24119496>
- Valles-Colomer, M., Falony, G., Darzi, Y., Tigchelaar, E. F., Wang, J., Tito, R. Y., Shiweck, C., Kurilshikov, A., Joossens, M., Wijmenga, C., Claes, S., Van Oudenhove, L., Zhernakova, A., Vieira-Silva, S., & Raes, J. (2019). The neuroactive potential of the human gut microbiota in quality of life and depression. *Nature Microbiology*, 4(4), 623–632. <https://doi.org/10.1038/s41564-018-0337-x>
- Wilson, B. C., Tweedie-Cullen, R. Y., Albert, B. B., Derraik, J. G. B., Ho, D., Depczynski, M., Creagh, C., Edwards, T., Gali, S., Thabrew, H., Cutfield, W. S., & O’Sullivan, J. M. (2025). Encapsulated faecal microbiota transfer in young women with anorexia nervosa: An open-label feasibility pilot trial. *Nature Communications*, 17(1), 571. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-67267-6>

- Xu, J., Landberg, R., Lavebratt, C., Bulik, C. M., Landén, M., & Nilsson, I. A. K. (2022). Plasma Concentrations of Short-Chain Fatty Acids in Active and Recovered Anorexia Nervosa. *Nutrients*, 14(24), 5247. <https://doi.org/10.3390/nu14245247>
- Zhu, R., Tian, P., Zhang, H., Wang, G., & Chen, W. (2023). Gut microbiome-brain interactions in anorexia nervosa: Potential mechanisms and regulatory strategies. *Neuropharmacology*, 224, 109315. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2022.109315>

Anhang

Tabelle 1: Suchstrategie der systematischen Literaturrecherche in PubMed

Suche	Suchanfrage	Filter	Treffer	Final in die Ergebnis- synthese einge- schlossene Studien
Hauptsuche	("anorexia nervosa") AND ("gut microbiome" OR "gut microbiota" OR "intestinal microbiota") AND ("recovery" OR "weight restoration" OR "weight gain" OR "refeeding")	Humans, English	43	7
Zusatzsuche 1	("anorexia nervosa") AND ("gut microbiome" OR "gut microbiota") AND (longitudinal OR follow-up OR "clinical outcome")	Humans, English	17	1
Zusatzsuche 2	("anorexia nervosa") AND ("gut microbiome" OR "gut microbiota" OR "intestinal microbiota") AND (depression OR anxiety OR psychopathology OR "eating disorder psychopathology")	Humans, English	51	0
Zusatzsuche 3	("anorexia nervosa") AND ("gut microbiota" OR "gut microbiome") AND ("weight restoration" OR renourishment OR refeeding OR rehabilitation)	Humans, English	19	0
Zusatzsuche 4	("anorexia nervosa") AND ("gut microbiome" OR "gut microbiota") AND (mouse OR mice OR "animal model" OR "fecal microbiota transplantation")	Humans, English	22	0
Zusatzsuche 5	("anorexia nervosa") AND ("gut microbiome" OR "gut microbiota") AND (remission OR relapse OR	Humans, English	4	0

	"long-term recovery" OR "sustained recovery")			
--	---	--	--	--

Anmerkung: Eigene Darstellung; Trefferzahlen vor Entfernung von Dubletten.

Tabelle 2: PICOR-Struktur der eingeschlossenen Studien zur Ergebnissynthese

Studie	P: Population	I/E: Intervention, Exposition oder Verlaufskontrolle	C: Control	O: Outcomes	R: Result
Andreani et al. (2024)	Adoleszente Patientinnen mit AN (12–20 J., n = 57) sowie gesunde Kontrollen (n = 34)	Stationäre Gewichtswiederherstellung; longitudinaler Verlauf bis 1-Jahres-Follow-up	Gesunde Kontrollen; intraindividueller Verlauf (T0 bis T8)	Mikrobiom, EDI-2, BDI-II, SCAS, EDE, Leptin, Gewicht	Deskriptive Befunde zum Verlauf von Mikrobiomveränderungen unter Gewichtswiederherstellung und im 1-Jahres-Follow-up; psychische Variablen erhoben
Monteleone et al. (2021)	Erwachsene Frauen mit AN (n = 21 akut; n = 16 nach Gewichtszunahme) sowie gesunde Kontrollen (n = 20)	20-wöchige stationäre Ernährungsrehabilitation (CBT-E)	Aufnahme vs. Entlassung; gesunde Kontrollen	Mikrobiom, EDE, BSI, Fäkalmetabolite	Deskriptive Befunde zum Prä-Post-Verlauf des Mikrobioms unter stationärer Ernährungsrehabilitation und Zusammenhänge mit psychischen Variablen
Kleiman et al. (2015)	Frauen mit AN (n = 16 T1; n = 10 T2) sowie gesunde Kontrollen (n = 12)	Stationäre Gewichtswiederherstellung (Renourishment)	T1 vs. T2; gesunde Kontrollen	Mikrobiom, BDI-II, BAI, EDE-Q	Deskriptive Befunde zum Prä-Post-Vergleich unter stationärer Gewichtswiederherstellung und Zusammenhänge mit psychischen Variablen
Schulz et al. (2021)	Adoleszente Patientinnen mit AN (12–18 J., n = 12)	Kurzfristige stationäre Gewichtswiederherstellung (ø 4 Monate)	Prä-Post-Vergleich; gesunde Kontrollen	Mikrobiom, EDI-2, BDI, SCAS, EDE	Deskriptive Befunde zum Prä-Post-Verlauf unter kurzfristiger stationärer

	= 19) sowie gesunde Kontrollen (n = 20)				Gewichtswiederherstellung und erhobene psychische Variablen
Morisaki et al. (2023)	Japanische Frauen mit AN (n = 13) sowie gesunde Referenzwerte (n = 64)	Stationärer und ambulanter Verlauf (3 Monate)	Wiederholte Messungen (0, 1, 2, 3 Monate); gesunde Kontrollen	Mikrobiom, CES-D, STAI, EDI, organische Säuren, pH	Deskriptive Befunde zum 3-Monats-Verlauf des Darmmikrobioms und psychischer Variablen; zusätzlicher Zusammenhang zwischen Bifidobacterium-Zunahme und Körpergewicht ein Jahr nach Behandlungsbeginn
Mack et al. (2016)	Frauen mit AN (n = 55 T1; n = 44 T2) sowie gesunde Kontrollen (n = 55)	Stationäre Gewichtszunahme (ø 14 Wochen)	T1 vs. T2; gesunde Kontrollen	Mikrobiom, SCFA, GI-Beschwerden, Ernährung	Deskriptive Befunde zum Verlauf von Darmmikrobiom, SCFA und GI-Beschwerden unter Gewichtszunahme
Fouladi et al. (2022)	Frauen mit AN (n = 93 gesamt) sowie gesunde Kontrollen (n = 98)	Stationäre Ernährungsrehabilitation (zwei Zentren)	Aufnahme vs. Entlassung; Zentrenvergleich	Mikrobiom, metabolische Funktionen, klinischer Verlauf	Deskriptive Befunde zum Prä-Post-Verlauf des Darmmikrobioms und mikrobieller Funktionen
Wilson et al. (2025)	Junge Frauen mit AN (n = 18 inkludiert; n = 15 FMT; n = 11 Follow-up)	Offene, interventionelle FMT-Pilotstudie (Gekapseltes FMT)	Enrolment vs. Baseline; Prä-Post-FMT; Follow-up (6/12 Wochen)	Mikrobiom, Verträglichkeit, EDE-Q, BDI-II, DASS-21	Deskriptive Befunde zu Mikrobiomveränderungen nach FMT; ergänzende interventionelle Pilotstudie mit Follow-up nach FMT

Anmerkung: Eigene Darstellung

Tabelle 3-5: Extraktionstabelle

Tabelle 3: Design und Untersuchungskontext der eingeschlossenen Studien

Studie	Land	Setting	Studiendesign	Population
Schulz et al., 2020	Deutschland, stationäre Behandlung an der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychotherapie und Psychosomatik des Universitätsklinikums Aachen (RWTH Aachen)	Deutschland, stationäre Behandlung an der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychotherapie und Psychosomatik des Universitätsklinikums Aachen (RWTH Aachen)	Longitudinale Pilotstudie mit zwei Messzeitpunkten (admission und discharge) und einer gesunden Kontrollgruppe	Weibliche jugendliche Patientinnen mit AN (12-18 Jahre) und altersangepasste gesunde weibliche Kontrollen
Mack et al., 2016	Deutschland, stationäre Behandlung.	Deutschland, stationäre Behandlung. AN-Patientinnen rekrutiert in der Schön Klinik Roseneck, Prien. Gesunde Kontrollen rekrutiert über die Universität Tübingen.	Längsschnittliche Beobachtungsstudie mit einer AN-Patientinnengruppe (prä-post Messung vor und nach Gewichtszunahme) und einer alters- und geschlechtsgemachten gesunden Kontrollgruppe (Querschnittsvergleich).	Erwachsene und jugendliche Frauen (14-39 Jahre) mit der Primärdiagnose Anorexia nervosa (alle Subtypen) sowie gesunde normalgewichtige Frauen als Kontrollgruppe.
Monteleone et al., 2020	Italien.	Italien. Stationäre Behandlung in der Department of Eating and Weight Disorders, Villa Garda Hospital (Garda, Verona).	Longitudinale Studie mit Präanmessung (within-subject) plus Querschnittsvergleich mit gesunden Kontrollen. Explorative Multi-Omics-Studie.	Erwachsene Frauen mit Anorexia nervosa nach DSM-5 (sowohl restriktiver als auch Binge-Purging-Typ) sowie gesunde weibliche Kontrollen.

Fouladi et al., 2022	USA; zwei stationäre (inpatient) Spezialeinrichtungen für Essstörungen: UNC Center of Excellence for Eating Disorders (CEED), Chapel Hill, North Carolina; ACUTE Center for Eating Disorders and Severe Malnutrition at Denver Health, Denver, Colorado	USA; zwei stationäre (inpatient) Spezialeinrichtungen für Essstörungen: UNC Center of Excellence for Eating Disorders (CEED), Chapel Hill, North Carolina; ACUTE Center for Eating Disorders and Severe Malnutrition at Denver Health, Denver, Colorado	Longitudinale Prä-Post-Studie mit nicht-randomisierter Kontrollgruppe (non-ED controls). Zwei geographisch getrennte Behandlungszentren.	Erwachsene Patient:innen mit Anorexia nervosa (AN) nach DSM-5-Kriterien; nicht-essgestörte Kontrollen (non-ED) ohne BMI außerhalb 18.5–24.9 kg/m ² und ohne Essstörungsanamnese
Kleiman et al., 2015	USA, stationäre Behandlung (inpatient treatment).	USA, stationäre Behandlung (inpatient treatment). UNC Center of Excellence for Eating Disorders, University of North Carolina at Chapel Hill.	Prospektive Längsschnittstudie mit Prä-Post-Messung (inpatient admission vs. discharge) und gesunder Vergleichsgruppe (HCG aus einer vorherigen Studie). Die Analyse wird als explorativ charakterisiert („exploratory nature and small sample size“).	Weibliche Patientinnen mit akuter Anorexia nervosa (DSM-IV-TR Kriterien, <75 % Idealgewicht), Alter 15–64 Jahre. Gesunde Vergleichsgruppe (HCG): weiblich, Alter 15–64, BMI 18,5–24,9 kg/m ² , ohne gastrointestinale Symptome.
Andreani et al., 2024	Deutschland, stationäre Behandlung auf einer spezialisierten Essstörungsstation der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und	Deutschland, stationäre Behandlung auf einer spezialisierten Essstörungsstation der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und	Längsschnittstudie (longitudinal) mit bis zu neun Messzeitpunkten stationär (T0–T7) und einem 1-Jahres-Follow-up (T8) nach Aufnahme. Die Kontrollgruppe	Weibliche Jugendliche (12–20 Jahre) mit Diagnose einer typischen oder atypischen Anorexia nervosa nach DSM-5. Zudem eine alters-gematchte gesunde

	Psychotherapie des Universitätsklinikums der RWTH Aachen.	Psychotherapie des Universitätsklinikums der RWTH Aachen.	wurde an sechs zeitlich abgestimmten Zeitpunkten untersucht.	Kontrollgruppe (HCs) von 14–19 Jahren.
Morisaki et al., 2023	Japan; stationäre Behandlung (Kyushu University Hospital)	Japan; stationäre Behandlung (Kyushu University Hospital)	Prospektive Längsschnittstudie (Beobachtungsstudie)	Weibliche Patientinnen mit Anorexia Nervosa (AN), unterteilt in restriktiven Typ (ANR) und Binge-Eating/Purging-Typ (ANBP) sowie gesunde weibliche Kontrollen (CON)
Wilson et al., 2026	Auckland, Neuseeland, durchgeführt am Liggins Institute der University of Auckland.	Auckland, Neuseeland, durchgeführt am Liggins Institute der University of Auckland.	Einarmige, offene Pilotstudie ohne Kontrollgruppe.	Junge weibliche Personen mit Anorexia nervosa, medizinisch stabil, eingeschlossen wurden biologische Frauen von 16 bis unter 33 Jahren mit BMI 13 bis 19 kg/m ² und DSM-5-AN-Kriterien.

Anmerkung: Eigene Darstellung

Tabelle 4: Stichprobenmerkmale und Kontrollgruppen der eingeschlossenen Studien

Studie	Stichprobengröße	Kontrollgruppe	Alter	Geschlecht	Ein- und Ausschlusskriterien
Schulz et al., 2020	19 AN-Patientinnen (von initial 22; 3 wegen	Gesunde, altersangepasste weibliche	Weibliche jugendliche Patientinnen mit AN	Weibliche jugendliche Patientinnen mit AN	/

	Antibiotika-Einnahme zwischen Aufnahme und Entlassung ausgeschlossen), 20 gesunde Kontrollen. Keine Drop-outs zwischen admission und discharge bei den verbliebenen	Kontrollen (HC); zusätzlich Vergleich der AN-Patientinnen mit sich selbst zu zwei Zeitpunkten (admission vs. discharge)	(12-18 Jahre) und altersangepasste gesunde weibliche Kontrollen	(12-18 Jahre) und altersangepasste gesunde weibliche Kontrollen	
Mack et al., 2016	55 AN-Patientinnen zu Baseline (T1), 44 AN-Patientinnen nach Gewichtszunahme (T2) (davon 44 gepaarte Proben). 55 normalgewichtige Kontrollteilnehmerinnen (NW). Drop-out: 11 AN-Patientinnen zwischen T1 und T2 (nicht näher begründet, aber als 44 gepaarte Proben beschrieben).	Gesunde normalgewichtige Frauen (NW), gematcht für Alter und Geschlecht. Zusätzlich Vergleich der AN-Subtypen (restriktiver vs. Binge/Purging-Typ) untereinander.	Erwachsene und jugendliche Frauen (14-39 Jahre) mit der Primärdiagnose Anorexia nervosa (alle Subtypen) sowie gesunde normalgewichtige Frauen als Kontrollgruppe.	Erwachsene und jugendliche Frauen (14-39 Jahre) mit der Primärdiagnose Anorexia nervosa (alle Subtypen) sowie gesunde normalgewichtige Frauen als Kontrollgruppe.	Erwachsene und jugendliche Frauen (14-39 Jahre) mit der Primärdiagnose Anorexia nervosa (alle Subtypen) sowie gesunde normalgewichtige Frauen als Kontrollgruppe.

	Eine NW-Probe fiel beim Sequenzieren aus.				
Monteleone et al., 2020	21 AN-Patientinnen bei Aufnahme (T0), 16 AN-Patientinnen bei Entlassung (T1; 5 Drop-outs), 20 gesunde Kontrollen.	Gesunde Frauen (n = 20) ohne psychische oder körperliche Erkrankungen.	/	Erwachsene Frauen mit Anorexia nervosa nach DSM-5 (sowohl restriktiver als auch Binge-Purging-Typ) sowie gesunde weibliche Kontrollen.	Erwachsene Frauen mit Anorexia nervosa nach DSM-5 (sowohl restriktiver als auch Binge-Purging-Typ) sowie gesunde weibliche Kontrollen. Gesunde Frauen (n = 20) ohne psychische oder körperliche Erkrankungen.
Fouladi et al., 2022	AN-Patient:innen gesamt N = 93 (CEED N = 38, ACUTE N = 55); AN bei Aufnahme (AD) N = 93; AN bei Entlassung (DIS) N = 78 (CEED N = 33, ACUTE N = 45) → 15 Drop-outs; non-ED controls N	Nicht-essgestörte (non-ED) Kontrollpersonen ohne Essstörungsanamnese und mit BMI zwischen 18.5–24.9 kg/m ²	/	/	Erwachsene Patient:innen mit Anorexia nervosa (AN) nach DSM-5-Kriterien; nicht-essgestörte Kontrollen (non-ED) ohne BMI außerhalb 18.5–24.9 kg/m ² und ohne Essstörungsanamnese

	= 98 (CEED N = 69, ACUTE N = 29). Gesamt N = 191.				Nicht-essgestörte (non-ED) Kontrollpersonen ohne Essstörungsanamnese und mit BMI zwischen 18.5–24.9 kg/m ²
Kleiman et al., 2015	AN-Patientinnen T1: n = 16; AN-Patientinnen T2 (Subgruppe mit zweiter Probe): n = 10; HCG: n = 12. Drop-out bzw. fehlende T2-Probe: 6 Patientinnen. Für psychometrische Fragebögen: n = 15 (eine Patientin unvollständig).	Gesunde Vergleichsgruppe (healthy comparison group, HCG; n = 12) aus einer vorherigen Studie, nach Geschlecht (weiblich), Alter (15–64 Jahre) und BMI (18,5–24,9 kg/m ²) gematcht. Nicht auf Psychopathologie gescreent.	Weibliche Patientinnen mit akuter Anorexia nervosa (DSM-IV-TR Kriterien, <75 % Idealgewicht), Alter 15–64 Jahre. Gesunde Vergleichsgruppe (HCG): weiblich, Alter 15–64, BMI 18,5–24,9 kg/m ² , ohne gastrointestinale Symptome.	Weibliche Patientinnen mit akuter Anorexia nervosa (DSM-IV-TR Kriterien, <75 % Idealgewicht), Alter 15–64 Jahre.	Weibliche Patientinnen mit akuter Anorexia nervosa (DSM-IV-TR Kriterien, <75 % Idealgewicht), Alter 15–64 Jahre. Gesunde Vergleichsgruppe (HCG): weiblich, Alter 15–64, BMI 18,5–24,9 kg/m ² , ohne gastrointestinale Symptome. Gesunde Vergleichsgruppe (healthy comparison group, HCG; n = 12) aus einer vorherigen Studie, nach Geschlecht

					(weiblich), Alter (15–64 Jahre) und BMI (18,5–24,9 kg/m ²) gematcht.
Andreani et al., 2024	Initial 64 Patientinnen rekrutiert, 7 Drop-outs → 57 Patientinnen in der Analyse. Zu den einzelnen Zeitpunkten variierende Stichprobengrößen (T0: n=56; T7 Entlassung: n=50; T8 1-Jahres-Follow-up: n=45, davon 19 mit niedrigem Gewicht [$p < 15$] und 25 gewichts-recovered [$p \geq 15$]). Kontrollgruppe: n=34 zu Baseline und n=34 zu T8.	Alters-gematchte gesunde Kontrollgruppe (HCs; n=34) mit normalem Körpergewicht ($>20.$ und $<80.$ altersadjustiertem BMI-Perzentil), ohne aktuelle psychiatrische Erkrankung oder Essstörung in der Lebensgeschichte.	Weibliche Jugendliche (12–20 Jahre) mit Diagnose einer typischen oder atypischen Anorexia nervosa nach DSM- Zudem eine alters-gematchte gesunde Kontrollgruppe (HCs) von 14–19 Jahren.	Weibliche Jugendliche (12–20 Jahre) mit Diagnose einer typischen oder atypischen Anorexia nervosa nach DSM-	Weibliche Jugendliche (12–20 Jahre) mit Diagnose einer typischen oder atypischen Anorexia nervosa nach DSM- 0. altersadjustiertem BMI-Perzentil), ohne aktuelle psychiatrische Erkrankung oder Essstörung in der Lebensgeschichte.
Morisaki et al., 2023	13 Patientinnen mit AN (7 ANR, 6 ANBP); 15 gesunde Kontrollen;	Gesunde, altersentsprechende weibliche Kontrollen (CON);	/	Weibliche Patientinnen mit Anorexia Nervosa (AN), unterteilt in	/

	keine Angaben zu Drop-outs während der ersten 3 Monate	zusätzlich Vergleich der Patientinnen mit ihrer eigenen Baseline (Längsschnitt)		restriktiven Typ (ANR) und Binge-Eating/Purging-Typ (ANBP) sowie gesunde weibliche Kontrollen (CON)	
Wilson et al., 2026	18 eingeschlossen, 16 erreichten die Baseline- und Behandlungsphase, 15 schlossen die FMT ab, 11 erreichten das 12-Wochen-Follow-up.	Keine externe klinische Kontrollgruppe. Es gab nur den intraindividuellen Vergleich vor und nach FMT sowie die Donor-Stichproben als mikrobiologische Referenz.	Junge weibliche Personen mit Anorexia nervosa, medizinisch stabil, eingeschlossen wurden biologische Frauen von 16 bis unter 33 Jahren mit BMI 13 bis 19 kg/m ² und DSM-5-AN-Kriterien.	Junge weibliche Personen mit Anorexia nervosa, medizinisch stabil, eingeschlossen wurden biologische Frauen von 16 bis unter 33 Jahren mit BMI 13 bis 19 kg/m ² und DSM-5-AN-Kriterien.	Junge weibliche Personen mit Anorexia nervosa, medizinisch stabil, eingeschlossen wurden biologische Frauen von 16 bis unter 33 Jahren mit BMI 13 bis 19 kg/m ² und DSM-5-AN-Kriterien.

Anmerkung: Eigene Darstellung

Tabelle 5: Messzeitpunkte, Studiendauer und Stichprobenverlauf der eingeschlossenen Studien

Studie	Messzeitpunkt	Studiendauer	Drop-outs
Schulz et al., 2020	Bei stationärer Aufnahme (admission) und bei Entlassung (discharge), durchschnittlich ca. 4 Monate später. Stuhlproben wurden innerhalb der	Bei stationärer Aufnahme (admission) und bei Entlassung (discharge), durchschnittlich ca. 4 Monate später.	19 AN-Patientinnen (von initial 22; 3 wegen Antibiotika-Einnahme

	ersten 2 Wochen nach Aufnahme gesammelt.	Stuhlproben wurden innerhalb der ersten 2 Wochen nach Aufnahme gesammelt.	zwischen Aufnahme und Entlassung ausgeschlossen), 20 gesunde Kontrollen. Keine Drop-outs zwischen admission und discharge bei den verbliebenen
Mack et al., 2016	T1 (Baseline): innerhalb der ersten Woche nach stationärer Aufnahme. T2: am Ende des stationären Aufenthalts (nach durchschnittlich $14,0 \pm 6,8$ Wochen). NW-Kontrollen: einmalige Erhebung zwischen Februar und Juli 2013. Rekrutierung der AN-Patientinnen: September 2011 bis Oktober 2012.	T1 (Baseline): innerhalb der ersten Woche nach stationärer Aufnahme. T2: am Ende des stationären Aufenthalts (nach durchschnittlich $14,0 \pm 6,8$ Wochen).	Drop-out: 11 AN-Patientinnen zwischen T1 und T2 (nicht näher begründet, aber als 44 gepaarte Proben beschrieben).
Monteleone et al., 2020	T0: innerhalb einer Woche nach Aufnahme in die stationäre Behandlung (vor Behandlungsbeginn). T1: unmittelbar vor Entlassung, 4–6 Wochen nach Erreichen eines normalen BMI ($\geq 18,5 \text{ kg/m}^2$). Kontrollen: einmalig nach einer Woche standardisierter Diät.	T0: innerhalb einer Woche nach Aufnahme in die stationäre Behandlung (vor Behandlungsbeginn). T1: unmittelbar vor Entlassung, 4–6 Wochen nach Erreichen eines normalen BMI ($\geq 18,5 \text{ kg/m}^2$).	21 AN-Patientinnen bei Aufnahme (T0), 16 AN-Patientinnen bei Entlassung (T1; 5 Drop-outs), 20 gesunde Kontrollen.

Fouladi et al., 2022	AN-Patient:innen: bei Aufnahme (admission, AD) und bei Entlassung (discharge, DIS) nach stationärem Renourishment. Behandlungsdauer CEED 4–10 Wochen, ACUTE 1–7 Wochen. Non-ED controls: einmaliger Zeitpunkt.	Behandlungsdauer CEED 4–10 Wochen, ACUTE 1–7 Wochen.	AN-Patient:innen gesamt N = 93 (CEED N = 38, ACUTE N = 55); AN bei Aufnahme (AD) N = 93; AN bei Entlassung (DIS) N = 78 (CEED N = 33, ACUTE N = 45) → 15 Drop-outs; non-ED controls N = 98 (CEED N = 69, ACUTE N = 29).
Kleiman et al., 2015	T1 = innerhalb von 24 Stunden nach stationärer Aufnahme (erster Stuhlgang nach Aufnahme; Fragebögen innerhalb von 24 Stunden). T2 = vor Entlassung (letzter Stuhlgang vor Entlassung). HCG = einmalige Messung.	T1 = innerhalb von 24 Stunden nach stationärer Aufnahme (erster Stuhlgang nach Aufnahme; Fragebögen innerhalb von 24 Stunden). T2 = vor Entlassung (letzter Stuhlgang vor Entlassung).	Drop-out bzw. fehlende T2-Probe: 6 Patientinnen.
Andreani et al., 2024	Bis zu neun Zeitpunkte: T0 (Aufnahme), T1 (25 kcal/kg/Tag), T2 (50 kcal/kg/Tag), T3 (62,5 kcal/kg/Tag), T4 (5. BMI-Perzentil), T5 (10. BMI-Perzentil), T6 (15. BMI-Perzentil), T7 (Entlassung), T8 (1-Jahres-Follow-up nach Aufnahme). Klinische und psychologische Fragebögen	Bis zu neun Zeitpunkte: T0 (Aufnahme), T1 (25 kcal/kg/Tag), T2 (50 kcal/kg/Tag), T3 (62,5 kcal/kg/Tag), T4 (BMI-Perzentil), T7 (Entlassung), T8 (1-Jahres-Follow-up nach Aufnahme).	Initial 64 Patientinnen rekrutiert, 7 Drop-outs → 57 Patientinnen in der Analyse.

	an ausgewählten Zeitpunkten (T0, T2, T4, T5, T7, T8). Kontrollen an sechs Zeitpunkten (T0, T2, T4, T5, T7, T8).		
Morisaki et al., 2023	Basal (1-2 Wochen nach Aufnahme), nach 1, 2 und 3 Monaten (Stuhlproben); Gewicht zusätzlich nach 1 Jahr	Basal (1-2 Wochen nach Aufnahme), nach 1, 2 und 3 Monaten (Stuhlproben); Gewicht zusätzlich nach 1 Jahr	13 Patientinnen mit AN (7 ANR, 6 ANBP); 15 gesunde Kontrollen; keine Angaben zu Drop-outs während der ersten 3 Monate
Wilson et al., 2026	Enrolment, Baseline, 3, 6 und 12 Wochen nach Behandlung.	Enrolment, Baseline, 3, 6 und 12 Wochen nach Behandlung.	/

Anmerkung: Eigene Darstellung

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Ort, Datum: Berlin, 24.07.2026

Unterschrift: _____