

## Mikrobiom - Kurzbeschreibung

Version 11. Oktober 2020



## Inhalt

<b>INHALT</b> .....	1
1.1 Artenvielfalt im Darm (Diversität) .....	3
1.2 Enterotypen .....	4
1.3 Beispiel einer ungünstigen Verteilung (erhöhte Firmicuten-Bacteroidetes-Ratio) 5	
1.4 Beispiel einer günstigen Verteilung.....	5
1.5 Prevotella copri.....	5
1.6 Bacteroides .....	6
1.7 Firmicutes .....	6
1.8 Clostridien.....	7
1.9 Coprococcus .....	7
1.10 Christensenella .....	8
1.11 Dialister Invisus .....	8
1.12 Bifidobakterien .....	8
1.13 Histaminbildende Bakterien .....	9
1.14 Equol-produzierende Gattungen und Arten aus der Familie Coriobacteriaceae 9	
1.15 Collinsella.....	10
1.16 Blastocystis hominis .....	10
1.17 Dientamoeba fragilis .....	10
1.18 Schwefelwasserstoff-bildung (H <sub>2</sub> S).....	11
<b>2 PATHOGENE ODER POTENTIELL PATHOGENE BAKTERIEN</b> .....	12
2.1 Haemophilus.....	12
2.2 Acinetobacter .....	12
2.3 Oxalobacter formigenes .....	13
2.4 Immunogen wirkende Bakterien .....	14

2.5	Akkermansia muciniphila .....	15
2.6	Faecalibacterium prausnitzii .....	16
2.7	Verdauungsrückstände: Fett .....	16
2.8	Gallensäuren im Stuhl .....	17
2.9	Nachweis einer Maldigestion (schlechte Aufschlüsselung) .....	17
2.10	Nachweis einer Malabsorption (schlechte Aufnahme).....	17
2.11	Alpha-1 Antitrypsin.....	18
2.12	Sekretorische Immunglobulin A .....	18

## 1.1 Artenvielfalt im Darm (Diversität)

<b>Artenvielfalt</b>	
Hoch	Sehr gut
Tief	Mangelnder Schutz des Darm-Mikrobioms vor Infektionen. Durch Abnahme der Diversität bietet das Darm-Mikrobiom nicht mehr ausreichend Schutz vor endogenen Infektionen.
<b>Bemerkung</b>	
<p>Wichtiger als einzelne Bakterienarten oder Gattungen ist das Zusammenspiel, der im Mikrobiom enthaltenen Bakterien. Vielfältige Aufgaben der Darmflora setzen ausreichende Diversität voraus. Die Artenvielfalt im Darm des Menschen kann erheblich variieren. Finden sich im Mikrobiom gesunder Menschen 300 bis 500 Bakterienarten, sind es bei Kranken oft deutlich weniger. Ursachen für verminderte Diversität sind vielfältig. Hierzu gehören z. B. wiederholte Antibiotika Gaben, Infektionen, zunehmendes Alter, einseitige Ernährung oder Rauchen. Untersuchungen zeigen, dass zahlreiche Erkrankungen mit verminderter Diversität einhergehen und Krankheitsmanifestationen dadurch vermutlich begünstigen. Verminderte Diversität zeigen sehr häufig Patienten mit Adipositas, Fettleber (NAF), Diabetes Typ 2, M. Alzheimer, CED, Darmkrebs oder Reizdarmsyndrom.</p>	

## 1.2 Enterotypen

<b>Enterotyp 1</b>	Bacteroides-dominierte Flora	Diese Bakterien sind mit einer Ernährung korreliert, die einen hohen Gehalt an Proteinen und gesättigten Fetten hat. <b>Optimale Verwertung von:</b> Fett, Fettsäuren-, Proteinen und Aminosäuren <b>Schlechtere Verwertung von:</b> Kohlenhydraten
<b>Enterotyp 2</b>	Prevotella	Diese Spezies tritt vorzugsweise bei Menschen auf, deren Ernährung von Kohlenhydraten dominiert wird.  Gute Verwertung von Kohlenhydraten
<b>Enterotyp 3</b>	Ruminococcus	Diese Mikroorganismen spalten Zucker und Muzine.
<b>Bemerkungen</b>		
<p>Enterotyp 1 findet sich meist bei Menschen, die regelmässig Fleisch essen. Bei Vegetariern, Obst- und Gemüseliebhabern dominieren Bacteroides nur selten.</p> <p>Bacteroides-Arten sind in der Lage Vitamine zu synthetisieren (Biotin, Riboflavin-B2), Pantothenensäure-B5, Folsäure-B9 und Vitamin C, andererseits beeinflusst der Enterotyp 1 auch die Nährstoffaufnahme im Darm. Letztere ist deutlich geringer als bei einem Prevotella-dominierten Enterotyp 2.</p> <p>Bacteroides-Arten sind zwar in der Lage Vitamine zu synthetisieren (Biotin, Riboflavin, Pantothenensäure, Folsäure und Vitamin C), die Nährstoffresorption aber ist im Darm bei Enterotyp 1 mit Ausnahme einiger B-Vitamine (B1, B2, B3) deutlich schlechter als bei einem Prevotella-dominierten Enterotyp 2.</p> <p>Patienten mit Enterotyp 1 sollten daher auf ausreichende Mikronährstoffversorgung achten. Das gilt vor allem für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitamin A (tierische Fette)</li> <li>• Vitamin E (Vitamin-E gamma: Rapsöl (Flawiler Rapsöl), Cashew Nuss, Para Nuss , Pekan Nuss)</li> <li>• Eisen</li> <li>• Kalzium</li> </ul>		

### 1.3 Beispiel einer ungünstigen Verteilung (erhöhte Firmicuten-Bacteroidetes-Ratio)

<b>Firmicuten-Bacteroidetes-Verhältnis</b>	
Hoch	Firmicutes Proteobacteria
Tief	Actinobacteria Bacteroidetes
<b>Bemerkung</b>	
Dominieren Firmicuten gegenüber Bacteroidetes im Mikrobiom, spricht man von einer erhöhten Firmicuten-Bacteroidetes-Ratio, die eine Gewichtszunahme begünstigen kann. Patienten mit Reizdarmsyndrom oder Adipositas zeigen häufig einen hohen Anteil an Firmicuten. Bei Patienten mit Reizdarmsyndrom geht eine erhöhte Firmicuten-Bacteroidetes-Ratio häufig mit Meteorismus oder Flatulenz einher.	

### 1.4 Beispiel einer günstigen Verteilung

<b>Auswirkungen</b>	
Hoch	Bacteroidetes Verrucomicrobia
Tief	Actinobacteria Proteobacteria
<b>Bemerkung</b>	

### 1.5 Prevotella copri

<b>Prevotella copri</b>	
Hoch	Mögliche Ursache für systemische Entzündungen und Autoimmunerkrankungen
Tief	Gut
<b>Bemerkung</b>	
Diese Spezies tritt vorzugsweise bei Menschen auf, deren Ernährung von Kohlenhydraten dominiert wird. Gute Verwertung von Kohlenhydraten. Prevotella copri ist aktuellen Studien zufolge an der Entstehung der rheumatoiden Arthritis (RA) beteiligt. Darauf deuten Untersuchungen an RA-Patienten hin, die bei Krankheitsmanifestation besonders häufig P. copri aufwiesen. In Tierexperimenten konnte gezeigt werden, dass Besiedelung mit P. copri nicht Folge, sondern Ursache für systemische Entzündungen und Autoimmunerkrankungen sein kann.	

## 1.6 Bacteroides

<b>Bacteroides</b>	
Hoch	Gut
Tief	Eine schwache Bacteroidesflora führt zu Beeinträchtigungen der Kolonisationsresistenz im Dickdarm und es entstehen ökologische Nischen, die endogene Infektionen begünstigen.
<b>Bemerkung</b>	
Durch Besetzen von Schleimhautrezeptoren bilden Bifidobakterien und Bacteroidesarten eine mikrobielle Barriere, die einer Ansiedlung und Vermehrung von pathogenen Bakterien, Hefen oder Parasiten entgegenwirkt.	

## 1.7 Firmicutes

<b>Firmicutes</b>	
Hoch	Gut
Tief	Bei Defiziten bei mehreren wichtigen Butyratbildnern sollte auch bei unauffälliger Gesamtkeimzahl von einer nicht optimalen Butyratversorgung ausgegangen werden. <i>E. hallii</i> ist ein Bakterium, das Acetat in Butyrat umwandeln kann. Bei geringen Keimzahlen steht diese Butyratquelle nicht oder nur eingeschränkt zur Verfügung. Ein Butyrat-Mangel kann die Folge sein.
<b>Butyrat - Bedeutung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entsteht als Stoffwechselprodukt beim Abbau von komplexen Pflanzenspeicherstoffen durch die Dickdarmflora.</li> <li>• Energielieferant des mitochondrialen Energiestoffwechsels</li> <li>• Versorgt zu 80% den Energiestoffwechsel der Colonozyten.</li> <li>• 30% des Gesamtenergiestoffwechsels werden durch die kurzkettigen Fettsäuren Acetat, Propionat und insbesondere Butyrat erbracht.</li> <li>• Eine Vielzahl von Geweben können Buttersäure als Energielieferant verwerten, wie Hirnzellen, Herzmuskelzellen, aber auch Muskelzellen</li> <li>• Modulation des Fettstoffwechsels. Hiervon betroffen ist nicht nur die Cholesterin- und Triglyzeridsynthese, sondern auch auf der Ebene der Chylomikronen. Beeinflusst die Synthese von Apolipoprotein B (Hochregulation)</li> <li>• Wichtige prophylaktische Schutzfunktion bei der Entstehung von Krebs</li> </ul>	



## 1.8 Clostridien

<b>Clostridien</b>	
Hoch	Proteolytische Clostridien: Fäulnisdyspepsie, verminderter Säuregehalt des Stuhls Saccharolytische Arten: Gärungsdyspepsie
Tief	Sehr gut
<b>Bemerkung</b>	
<p>Der erhöhte Nachweis von Clostridien spp. gilt als Hinweis für eine gestörte Kolonisationsresistenz und ist in der Regel auf ungünstige Ernährungs- und Lebensbedingungen (z.B. veränderte Ernährungsgewohnheiten sowie eine eingeschränkte Kauleistung im Alter, ballaststoffarme Ernährung, fett- und eiweissreiche Ernährung, Darmträgheit (Bewegungsmangel), Einnahme cholesterinbindender Medikamente) zurückzuführen, die zu einem vermehrten Substratangebot führen. Einige Clostridien spp. sind in der Lage, aus Gallensäuren präkanzerogene Stoffe zu bilden (NDH-Clostridien), die in Verbindung mit der Entstehung kolorektaler Karzinome gebracht werden. Darüber hinaus gelten einige Arten als starke Gasbildner, so dass ein vermehrtes Auftreten von Blähbeschwerden auf Clostridien zurückzuführen sein kann.</p>	

## 1.9 Coprococcus

<b>Coprococcus</b>	
Hoch	Gut: Anti-entzündliche und schleimhautprotektive Eigenschaften
Tief	Möglicherweise Begünstigung von Dickdarmkrebs
<b>Bemerkung</b>	
<p>Wenn Coprococcus nicht oder nur in einer geringen Keimzahl nachgewiesen wird: Auch wenn ein ursächlicher Zusammenhang mit der Entstehung von Dickdarm Krebs bisher nicht sicher belegt werden konnte, sollte in jedem Falle vorbeugend auf eine ausreichende Butyratbildung geachtet werden. Studien zeigen, dass u.a. Patienten mit kolorektalem Karzinom (CRC) verminderte Keimzahlen an Coprococcus sp. aufweisen.</p>	

### 1.10 Christensenella

<b>Christensenella</b>	
Hoch	Gut: Scheint Übergewicht entgegenzuwirken
Tief	Weniger Schutz vor Übergewicht
<b>Bemerkung</b>	
Wie umfangreiche Untersuchungen an Zwillingen zeigten, wird das Vorkommen von Christensenella in einem hohen Masse vererbt. Besonders hohe Keimzahlen zeigten Zwillinge mit einem niedrigen BMI. Tierexperimente deuten darauf hin, dass Christensenella Übergewicht entgegenwirkt. Häufig in Stühlen sehr alter Menschen. In ausreichender Keimzahl vorhandene Christensenella wirken sich positiv aus, sie scheinen vor Übergewicht und dessen Folgen zu schützen und damit ein langes Leben zu begünstigen.	

### 1.11 Dialister Invisus

<b>Dialister Invisus</b>	
Hoch	Begünstigt Mundhöhleninfektionen (Peridontitis, Gingivitis)
Tief	Dialister invisus bei Patienten mit Morbus Crohn. Bedeutung?
<b>Bemerkung</b>	
D. invisus spielt eine wichtige Rolle im Bereich von Infektionen des Mundes wie Periodontitis oder ulcerativer Gingivitis. Eine physiologische Bedeutung ist bisher nicht bekannt (Morio et al., 2007). Erfahrungen mit dem GA-Dysbiose Test haben gezeigt, dass Dialister invisus bei Patienten mit Morbus Crohn vermindert ist.	

### 1.12 Bifidobakterien

<b>Bifidobakterien</b>	
Hoch	Sehr gut
Tief	Eine verminderte Bifidobakterien-Flora begünstigt endogene Infektionen. Entzündungshemmende Eigenschaften kommen nicht oder kaum zum Tragen.
<b>Bemerkung</b>	
Verminderte Bifidobakterien findet man oft nach wiederholten Antibiotika-Gaben, bei Reizdarmsyndrom, chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen oder kolorektalen Karzinomen. Sie gehen meist einher mit Verminderung der Artenvielfalt im Darm. Durch Bildung kurzkettiger Fettsäuren und damit verbundener pH-Wert Reduktion im Darmlumen wirken Bifidobakterien nicht nur der Vermehrung von pathogenen Erregern entgegen (Kolonisationsresistenz), sie wirken auch entzündungshemmend.	

### 1.13 Histaminbildende Bakterien

<b>Histaminbildende Bakterien</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hafnia alvei</li> <li>• Klebsiella pneumoniae</li> <li>• Morganella morganii</li> <li>• Citrobacter</li> <li>• Serratia</li> <li>• Enterobacter</li> </ul>	
Hoch	Histaminintoleranz - Pseudoallergie
Tief	Sehr gut
<b>Bemerkung</b>	
<p>In Abhängigkeit der Histaminkonzentration im Darm kann es zu Symptomen im Sinne einer Histaminunverträglichkeit wie Kopfschmerzen, Migräne, Schwindel, Blähungen, Durchfall, Verstopfung, Übelkeit, Erbrechen, Bauchschmerzen, Bluthochdruck, Herzrasen, Herzrhythmusstörungen, Menstruationsbeschwerden, Gelenkschmerzen, Erschöpfungszuständen, Müdigkeit und Schlafstörungen bis hin zu Asthmaanfällen kommen.</p>	

### 1.14 Equol-produzierende Gattungen und Arten aus der Familie

#### Coriobacteriaceae

<b>Equol-produzierende Gattungen und Arten aus der Familie Coriobacteriaceae</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adlercreutzia spp. Eggerthella lenta</li> <li>• Slackia spp</li> </ul>	
Hoch	Gut: Reduzierte menopausale Beschwerden, verringertes Risiko für chronische Erkrankungen
Tief	Vermehrte menopausale Beschwerden, erhöhtes Risiko für chronische Erkrankungen
<b>Bemerkung</b>	
<p>Equol ist ein Metabolit mit starker Bindungsaffinität an Östrogenrezeptoren, welches durch intestinale Mikrobiota aus Isoflavonen, also sekundären Pflanzenstoffen, gebildet wird. Aktuelle Studien legen nahe, dass die Fähigkeit zur bakteriellen Bildung von Equol aus Daidzin bzw. Daidzein mit reduzierten menopausalen Beschwerden und einem verringerten Risiko für chronische Erkrankungen einhergeht.</p> <p>Die bakterielle Bildung von Equol ist jedoch interindividuell stark verschieden und nur etwa 20-30 % der Bevölkerung westlicher Kulturkreise, gegenüber 50-60 % der Asiatischen Populationen, sind fähig Equol zu bilden. Nach Stand der Forschung sind fast ausnahmslos Arten aus der Familie Coriobacteriaceae aus dem Phylum der Actinobacteria in der Lage Equol zu bilden.</p>	

### 1.15 Collinsella

<b>Collinsella</b>	
Hoch	Gut
Tief	Bei Übergewicht nimmt die Häufigkeit von Collinsella ab. Niedrige Häufigkeiten finden sich auch bei Reizdarmsyndromen oder unter Therapie mit NSAR.
<b>Bemerkung</b>	
Collinsella, die zweite bedeutende Gattung des Phylums, verhalten sich ähnlich wie Bifidobakterien. Sie verwerten vor allem Kohlenhydrate. Resistente Stärke oder Weizenkleie führen zu Keimzahlvermehrung, Low Carb-Ernährung zum Rückgang. Collinsella aerofaciens ist am Abbau von Gallensäuren beteiligt. Collinsella aerofaciens ist der häufigste Vertreter.	

### 1.16 Blastocystis hominis

<b>Blastocystis hominis</b>	
Hoch	Durchfälle mit abdominalen Schmerzen
Tief	-
<b>Bemerkung</b>	
Blastocystis hominis ist ein häufiger Parasit des Magendarmtraktes. Symptome wie Durchfall, Bauchschmerzen, Gewichtsverlust und Jucken im Analbereich werden häufig beschrieben. Viele Menschen sind Träger dieses Parasiten ohne Symptome zu entwickeln. Die Ansteckungsweise ist zum Teil noch unklar. Waschen sie sich jeweils vor dem Essen, wie auch nach der Toilette die Hände. Beim analen Geschlechtsverkehr sollten Sie sich mit Kondomen schützen, da eine Übertragung prinzipiell möglich ist.	

### 1.17 Dientamoeba fragilis

<b>Dientamoeba fragilis</b>	
Hoch	Durchfälle mit abdominalen Schmerzen
Tief	-
<b>Bemerkung</b>	
Bei auffälliger Klinik sollte die Infektion mit einem Parasiten vorrangig behandelt und das weitere Therapieschema der Mikrobiom Analyse anschliessend durchgeführt werden. Präparate auf Basis von Saccharomyces boulardii (Saccharomyces cerevisiae HANSEN CBS 5926) sind bei schwerkranken oder immunsupprimierten Patienten kontraindiziert.	

## 1.18 Schwefelwasserstoff-bildung (H<sub>2</sub>S)

<b>Schwefelwasserstoff-bildung (H<sub>2</sub>S)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilophila wadsworthii</li> <li>• Desulfomonas pigra</li> <li>• Desulfovibrio piger</li> </ul>	
Hoch	Schädigung von Darmepithelien. Begünstigt Auftreten von Zelltypen (-> Krebs).
Tief	Wenn sich in der Sequenzierung keine vermehrten Bilophila wadsworthia-, Desulfomonas pigra- oder Desulfovibrio piger-Keimzahlen nachweisen lassen, ist das ein Hinweis auf eine nur geringe H <sub>2</sub> S-Bildung.
<b>Bemerkung</b>	
<p>Das krebsfördernde Potenzial von Schwefelwasserstoff beruht auf der Bildung von freien Radikalen (oxidativer Stress) und einer Hochregulierung der Cyclooxygenase-2-Aktivität in den Epithelzellen. Schwefelwasserstoff ist ein toxisches Stoffwechselprodukt, das in höheren Konzentrationen zu einer Schädigung von Darmepithelien führt und dadurch das Auftreten von Zelltypen begünstigt. H<sub>2</sub>S wird gebildet im Dickdarm von sulfatreduzierenden Bakterien, vor allem durch Bilophila wadsworthii, Desulfomonas pigra und Desulfovibrio piger. Fleisch ist eine wichtige Quelle von Schwefel, der das Wachstum von sulfatreduzierenden Bakterien fördert.</p>	

## 2 Pathogene oder potentiell pathogene Bakterien

- Haemophilus
- Acinetobacter
- Escherichia coli Biovare
- Proteus species
- Klebsiella species
- Enterobacter species
- Serratia species
- Hafnia species
- Morganella spp.

### 2.1 Haemophilus

<b>Haemophilus</b>	
Hoch	Entzündliche Erkrankungen der Schleimhäute der oberen Atemwege (Nase, Rachen, Luftröhre)
Tief	Sehr gut
<b>Bemerkung</b>	
Bei der Gattung Haemophilus handelt es sich um fakultativ anaerobe, gramnegative Bakterien, die auf den Schleimhäuten des Menschen leben und dort Erkrankungen auslösen können. Haemophilus influenzae lebt v.a. auf Schleimhäuten der oberen Atemwege (Nase, Rachen, Luftröhre) und verursacht dort entzündliche Erkrankungen (Epiglottitis, Bronchitis, Pneumonie, Meningitis). Bekapselt ist H. influenzae obligat pathogen. Unbekapselte Stämme sind nur unter bestimmten Umständen pathogen. Haemophilus parainfluenzae tritt v.a. als Krankheitserreger bei Endokarditis auf.	

### 2.2 Acinetobacter

<b>Acinetobacter</b>	
Hoch	Problemkeim! Zum Beispiel Pneumonie bei beatmeten Patienten.
Tief	Sehr gut
<b>Bemerkung</b>	
Bei Patienten mit Abwehrschwäche ein häufiger Infektionserreger. Der Erreger führt weltweit zunehmend häufig zu nosokomialen Infektionen und gilt deswegen als Problemkeim.	

### 2.3 Oxalobacter formigenes

<b>Oxalobacter formigenes</b>	
Hoch	Gut: Natürlicher Schutz vor Calciumoxalat-haltigen Nierensteinen.
Tief	Risiko vermehrt: Calciumoxalat-haltige Nierensteine
<b>Bemerkung</b>	
<p>Oxalobacter formigenes ist ein Oxalat-abbauendes anaerobes Bakterium, das sich häufig in der Dickdarmflora nachweisen lässt. Leider ist das Bakterium sehr empfindlich und nach Antibiotikagaben oder intestinalen Infekten oft monatelang nicht nachweisbar. Daher wird es nur bei 30 - 40 % der Menschen in der Dickdarmflora gefunden. Über oxalatarme Kost kann man der Bildung von Nierensteinen entgegenwirken. Haselnüsse, Mandeln, Amaranth, Sesam, Mangold, Spinat, Rhabarber, schwarzer oder grüner Tee, calciumreiche Mineralwässer (mehr als 100 mg Calcium pro Liter), alkoholische Getränke sollten gemieden werden. Reich an Oxalsäure sind auch Kakao oder Sauerklee.</p>	

## 2.4 Immunogen wirkende Bakterien

<b>Immunogen wirkende Bakterien</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. coli</li> <li>• Enterokokken</li> <li>• Laktobazillen</li> </ul>	
Hoch	<b>E. coli:</b> Erhöhte E-coli-Keimzahlen können neben den oben beschriebenen Ursachen auch auf unzureichender Schleimhautimmunität beruhen.
Tief	Verminderte Keimzahlen weisen oft auf nicht physiologische Floraverhältnisse im terminalen Ileum hin. Nicht selten zeigen sich derartige Mikrobiom Veränderungen bei Patienten mit Neurodermitis, Nahrungsmittelallergien oder -unverträglichkeiten.
<b>Bemerkung</b>	
<p>E. coli und Enterokokken wirken immunogen und sind im Zusammenspiel mit anderen Bakterien wesentlich für die immunmodulierende Wirkung der Mikrobiota verantwortlich. Laktobazillen schliesslich stellen zusammen mit Enterokokken die wesentlichen Vertreter der Dünndarmflora da. Auch sie sind immunogen wirksam, sie wirken entzündungshemmend und milieustabilisierend und können Antibiotika-ähnliche Substanzen (Bacteriocine) bilden, die der Vermehrung von endogenen Erregern entgegenwirken.</p> <p>Ein Anstieg von <b>Escherichia coli</b> kann insbesondere bei einem verstärkten Kohlenhydratangebot zur Freisetzung grosser Mengen gasförmiger Metabolite führen (Ursachen für Meteorismus und Flatulenz). In Abhängigkeit des Proteinangebotes kann E. coli auch proteolytische Aktivitäten entwickeln, was zu einem erhöhten Aufkommen von Fäulnismetaboliten führen kann. Zur Beurteilung eines vermehrten Aufkommens belastender Metaboliten können verschiedene biogene Amine sowie organische Säuren im Urin bestimmt werden.</p> <p><b>Laktobazillen</b> schliesslich stellen zusammen mit <b>Enterokokken</b> die wesentlichen Vertreter der Dünndarmflora da. Auch sie sind immunogen wirksam. Sie wirken entzündungshemmend und milieustabilisierend und können Antibiotika-ähnliche Substanzen (Bacteriocine) bilden, die der Vermehrung von endogenen Erregern entgegenwirken.</p>	



## 2.5 Akkermansia muciniphila

<b>Verrucomicrobia</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Akkermansia muciniphila</li> </ul>	
Hoch	Gut
Tief	Verminderte Akkermansia muciniphila Keimzahlen im Mikrobiom deuten auf unzureichende Schleimbildung hin.
<b>Bemerkung</b>	
<p>"Das zur Klasse der Verrucomicrobia zählende Bakterium Akkermansia muciniphila kolonisiert die der Schleimhaut vorgelagerte Mukusschicht und baut diese ab = Wächter der Schleimhaut! Dabei werden kurzkettige Fettsäuren wie Acetat und Propionat und Oligosaccharide gebildet. Diese Nährstoffe dienen als Substrat für das Bakterium Faecalibacterium prausnitzii. Dieses produziert wiederum Buttersäure, eine wichtige Energiequelle des Darmepithels. In Folge des Abbaus der Mukusschicht wird die Schleimhaut angeregt, neuen Mukus zu produzieren. A. muciniphila spielt damit eine wichtige Rolle für die Epithelbarriere der Darmschleimhaut und eine ausreichende Keimzahl dieses Bakteriums wirkt einem Leaky-Gut-Syndrom entgegen (Belzer und de Vos, 2012)" Zitat<sup>1</sup>.</p> <p>Im gesunden Dickdarm schützt eine Schicht aus Mukosaschleim (Muzinschicht) die Epithelzellen. Ist die Muzinschicht beschädigt oder wird nicht ausreichend Muzin gebildet, können Erreger, Schadstoffe oder Allergene in direkten Kontakt mit der Schleimhaut gelangen und zu Entzündungen führen. Muzinbildung und Schleimhautbarriere sind daher eng miteinander verbunden. Die Aufrechterhaltung einer intakten Schleimhautbarriere schützt vor einer bakteriellen Translokation (LPS) und damit vor Entzündung. Bakterien, wie A. muciniphila sind massgeblich an der Aufrechterhaltung von Muzinschicht beteiligt. <b>Sie senden Mediatorsubstanzen aus, die die Becherzellen anregen Mukosaschleim zu bilden.</b></p> <p>A. muciniphila ist erniedrigt bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen, Diabetes und Adipositas. A. muciniphila ist erhöht bei Reduktionsdiäten (was nicht als ungünstig angesehen werden muss). Eine FODMAP (fermentierbare Monosaccharide, Disaccharide und Oligosaccharide)-arme Ernährung kann A. muciniphila verringern. Dies sollte bei einer längeren derartigen Ernährung berücksichtigt werden. Bei Patienten mit Colitis ulcerosa und Morbus Crohn wird häufig eine Reduktion von A. muciniphila nachgewiesen. Stuhluntersuchungen an Kindern mit Autismus haben ein vermindertes Auftreten von A. muciniphila und Bifidobakterium spp. gezeigt.</p> <p>Adipositas, metabolisches Syndrom und Diabetes mellitus gehen mit niedrigen Konzentrationen von A. muciniphila einher.</p>	

<sup>1</sup> Labor DrBayer. Metagenomische Stuhl Diagnostik. Intestinale Dysbiosen erkennen und therapieren. 2015

## 2.6 Faecalibacterium prausnitzii

<b>Faecalibacterium prausnitzii</b>	
Hoch	Gut
Tief	Unzureichende Butyrat Versorgung der Darmschleimhaut
<b>Bemerkung</b>	
<p>Faecalibacterium prausnitzii -&gt; Schleimhautversorgung und -integrität.</p> <p>Entzündungsstärke und F. prausnitzii-Keimzahl korrelieren häufig umgekehrt miteinander. Niedrige F. prausnitzii-Keimzahlen sprechen daher meist für unzureichende Butyrat Versorgung der Mukosa und das Vorhandensein entzündlicher Schleimhautveränderungen. Durch die Ausschüttung von proliferationsregulierenden und anti-inflammatorischen Metaboliten hat Faecalibacterium prausnitzii auch einen direkt positiv-protektiven Einfluss auf die Integrität der Schleimhautbarriere. Reduzierte Keimzahlen von F. prausnitzii werden im Zusammenhang mit chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen beschrieben.</p> <p>Verminderte Keimzahlen gehen möglicherweise mit einer Mangelversorgung der Colonozyten einher, was das Risiko für das Auftreten verschiedener Veränderungen an der Dickdarmschleimhaut erhöht. Dazu zählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Störungen der Darmschleimhaut-Integrität („Leaky-Gut“)</li> <li>• Akute (Entero-)Colitiden</li> <li>• Chronisch-entzündliche Darmerkrankungen (M. Crohn, Colitis ulcerosa)</li> <li>• Neoplastische Veränderungen</li> </ul>	

## 2.7 Verdauungsrückstände: Fett

<b>Fett</b>	
Hoch	Hinweis auf Ernährungsfehler oder Verdauungsstörungen
Tief	Gut
<b>Bemerkung</b>	
<p>Eine erhöhte Fettausscheidung kann auf Ernährungsfehlern oder Verdauungsstörungen hinweisen. Ein geringer Wassergehalt der Stuhlprobe deutet auf eine verzögerte Darmpassage oder Obstipation hin.</p>	

## 2.8 Gallensäuren im Stuhl

<b>Gallensäuren</b>	
Hoch	Durchfall
Tief	-
<b>Bemerkung</b>	
Erhöhte Gallensäurekonzentration im Stuhl lässt auf eine Störung des enterohepatischen Kreislaufs schiessen, die auf verkürzte Darmpassagezeiten (Diarrhoe) oder eine Ileum Dysfunktion zurückzuführen sein kann. Eine Ileum Dysfunktion (gestörte Rückresorption von Gallensäuren im terminalen Ileum) kann auf entzündlichen, allergischen oder chronisch diffusen Darmerkrankungen beruhen.	

## 2.9 Nachweis einer Maldigestion (schlechte Aufschlüsselung)

<b>Pankreatische Elastase 1</b>	
Hoch	Gut
Tief	Eingeschränkte Verdauungsleistung der exokrinen Bauchspeicheldrüse
<b>Bemerkung</b>	
Die pankreatische Elastase 1 korreliert eng mit der Verdauungsleistung der exokrinen Bauchspeicheldrüse. Pankreas-Elastasewerte im unteren Normbereich (Werte zwischen 200 und 300 µg/g) sollten beobachtet werden. Nicht selten sinken die Elastase-Werte im weiteren Verlauf in einen pathologischen Bereich ab und die Patienten klagen über Beschwerden.	

## 2.10 Nachweis einer Malabsorption (schlechte Aufnahme)

<b>Calprotectin</b>	
Hoch	Hinweis auf Entzündungen der Darmschleim
Tief	Gut
<b>Bemerkung</b>	
Erhöhte Calprotectinwerte sprechen für das Vorliegen von entzündlichen Schleimhautveränderungen, die zu einer Beeinträchtigung der Resorption von Nahrungsspaltprodukten und Mikronährstoffen führen können (Malabsorption).	

## 2.11 Alpha-1 Antitrypsin

<b>Alpha-1-Antitrypsin</b>	
Hoch	Hinweis auf entzündliche Schleimhautirritationen und gesteigerter Durchlässigkeit der Darmschleimhaut (Leaky-Gut-Syndrom).
Tief	Gut
<b>Bemerkung</b>	
Erhöhte alpha-1 Antitrypsin Werte weisen auf entzündliche Schleimhautirritationen hin, die zu Malabsorption von Nahrungsspaltprodukten und Mikronährstoffen führen können. Erhöhte alpha-1 Antitrypsin Werte gehen in der Regel mit gesteigerter Durchlässigkeit der Darmschleimhaut einher. Nahrungsmittelallergene passieren so in grossen Mengen den Mukosablock und belasten die nachgeschaltete systemische Körperabwehr.	

## 2.12 Sekretorische Immunglobulin A

<b>Sekretorische Immunglobulin A</b>	
Hoch	Die erhöhte slgA-Konzentration im Stuhl lässt auf stattfindende Abwehrreaktionen im Bereich der Darmschleimhaut schliessen. Ursache hierfür könnte z.B. ein entzündliches oder allergisches Geschehen sein.
Tief	Verminderter Aktivitätsgrad des Mukosa Immunsystems. Ein dauerhaft vermindertes slgA kann mit einer erhöhten Infektanfälligkeit, mit Erkrankungen des allergischen Formenkreises, sowie mit Darmmykosen assoziiert sein.
<b>Bemerkung</b>	
<p>slgA überzieht ähnlich einem "Schutzanstrich" (antibody-painting) die Darmschleimhautoberfläche.</p> <p>Das sekretorische Immunglobulin A gibt einen ersten Überblick über die Funktion des darmassoziierten Immunsystems (GALT), hemmt das Eindringen und die Kolonisation von potentiell pathogenen Bakterien, Viren oder Pilzen über die Darmschleimhaut und neutralisiert eine Vielzahl von Antigenen (auch Nahrungsantigene) sowie Toxinen.</p> <p>Sekretorisches Immunglobulin A neutralisiert Antigene und verhindert die Anheftung von pathogenen Bakterien, Viren oder Pilzen an Oberflächenrezeptoren auf der Darmschleimhaut. Eine Verminderung von slgA führt zu einer gesteigerten Antigenbelastung der nachgeschalteten systemischen Körperabwehr. Zusätzlich auftretende Infekte können nicht mehr oder nur unzureichend verarbeitet werden. Es resultiert eine chronische Infektanfälligkeit.</p> <p><u>Beachtenswert:</u> Die Bildung von slgA wird unter anderem durch die Aktivität der sog. TH3-Zellen gesteuert. TH3-Zellen spielen eine bedeutende Rolle in der Induktion und Aufrechterhaltung der oralen Toleranz gegenüber Nahrungsbestandteilen. Das Risiko für Nahrungsmittelallergien bzw. IgG-vermittelten Immunreaktionen gegen Fremdproteine steht in unmittelbarer Abhängigkeit einer ausreichenden TH3-Aktivität. Um Rückschlüsse auf eine reduzierte TH3-Aktivität zu erhalten, empfiehlt sich im Falle persistierend niedriger fäkaler slgA-Spiegel die Differenzierung der regulatorischen T-Zellen.</p>	