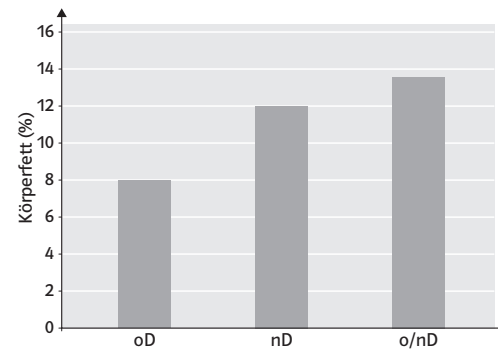


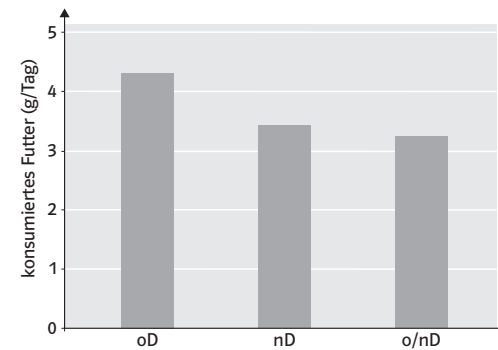
Die Darmflora — Prokaryoten des Menschen

Mehr als 1000 verschiedene Arten von Bakterien und Archaeen leben in unserem Darm und tragen zu einer gut funktionierenden Verdauung bei. Gemeinsam bilden sie die Darmflora. Insgesamt leben alleine rund 10^{14} Prokaryoten in unserem Verdauungstrakt, die zusammen rund 1kg wiegen. Hinzu kommen Einzeller, deren Menge und Funktion noch nicht vollständig erforscht sind.

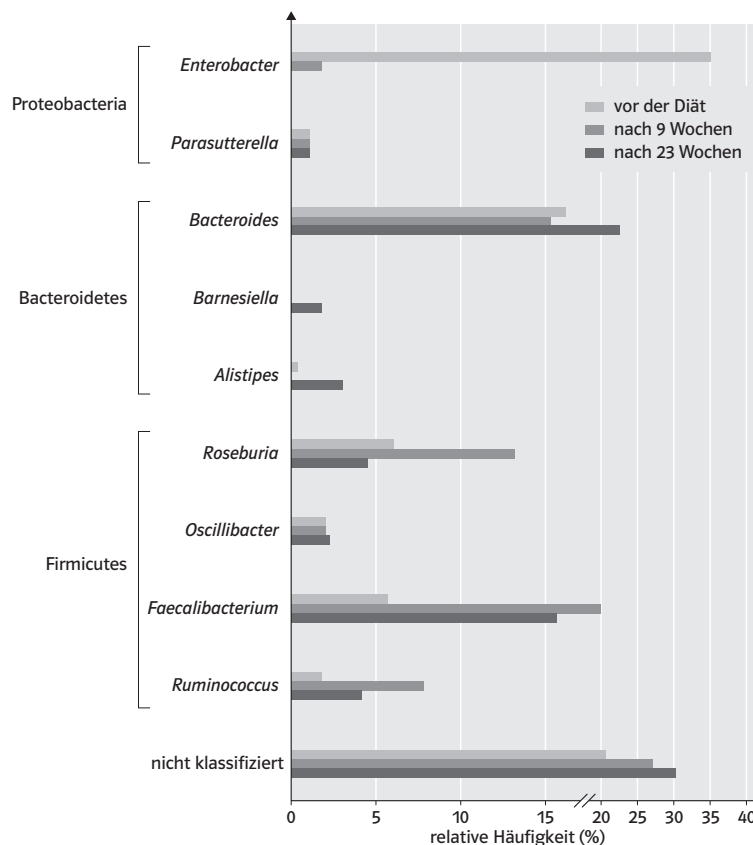
Die im Darm vorhandenen Bakterien können in Großgruppen eingeteilt werden, wie z.B. Firmicutes, Bacteroidetes oder Proteobacteria. Ein kleiner Teil der Bakterien kommt bei allen Menschen gleichermaßen vor, sie bilden den Grundstock der Darmflora. Der weitaus größere Teil der Darmflora ist jedoch von Mensch zu Mensch individuell ausgeprägt. Für die genaue Analyse der Darmflora in wissenschaftlichen Studien werden spezielle Mäuse oder Ratten ohne Darmflora (oD) gezüchtet. Der Vergleich dieser Mäuse mit Mäusen mit einer normalen Darmflora (nD) und Mäusen ohne Darmflora, denen die gewöhnliche Darmflora verabreicht wurde (o/nD), führte zu den Ergebnissen in Abb. 1 und 2.



1 Körperfettanteil in Abhängigkeit der Darmflora



2 Konsumiertes Futter in Abhängigkeit der Darmflora



3 Darmflora der Versuchsperson

In einer weiteren Studie wurde die Zusammensetzung der menschlichen Darmflora ermittelt. Ziel war es herauszufinden, welche Bakterien genau einen Einfluss auf den Körperfettanteil haben könnten. Hierfür wurde die Darmflora einer Versuchsperson mit starkem Übergewicht (174,8 kg) analysiert.

Anschließend wurde der bis dahin eher ausschweifenden Essensstil durch eine ausgewogene Ernährung ersetzt. Dies führte zu einer Gewichtsreduzierung von 51,4 kg innerhalb von 23 Wochen. Die Darmflora wurde nach 9 und 23 Wochen abermals analysiert. Die Ergebnisse sind in Abb. 3 dokumentiert.

- 1 Beschreiben Sie die Versuchsergebnisse von Abb. 1 und 2 und erklären Sie diese.
- 2 Analysieren Sie Abb. 3 und stellen Sie einen Zusammenhang zwischen Übergewicht und Darmflora her.
- 3 Entwickeln Sie ähnlich wie in Abb. 1 und 2 eine weiterführende Testreihe, mit der die Ergebnisse von Abb. 3 nachgewiesen werden könnten.

ARBEITSBLATT

Die Darmflora — Prokaryoten des Menschen

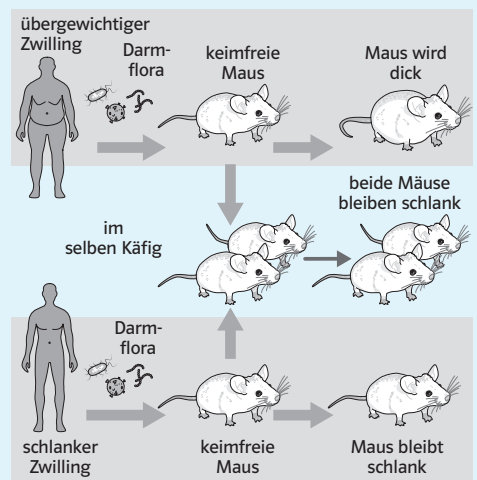
Lösungen

- Der Körperfettanteil einer Maus ohne Darmflora beträgt 8%. Eine Maus mit eigener Darmflora besitzt ca. 12% Körperfett. Überträgt man einer Maus ohne Darmflora, die Darmflora einer anderen Maus, so steigt der Körperfettanteil sogar auf fast 14%. Sieht man sich zudem Abb. 2 an, so fällt auf, dass Mäuse ohne Darmflora trotz geringstem Körperfettanteil, die meiste Nahrung zu sich nehmen. Mäuse mit eigener Darmflora nehmen weniger Nahrung am Tag auf, zeigen jedoch höhere Körperfettwerte. Noch drastischer sieht das Ergebnis bei Mäusen mit übertragener Darmflora aus. Sie nehmen den geringsten Anteil an Nahrung zu sich, zeigen jedoch den höchsten Körperfettanteil. Prinzipiell sorgt die Darmflora für die Aufnahme und Verwertung der verabreichten Nahrung. Ist keine Darmflora vorhanden, sind dementsprechend auch keine Bakterien an der Zerlegung komplexerer, teilweise schwer verdaulicher Substrate beteiligt. Diese verlassen den Organismus daher unverdaut. Ist die Darmflora vorhanden, wird die Nahrung besser verdaut und mehr Fett eingelagert.
- Die Versuchsperson wird im Material als übergewichtig beschrieben. Vor Beginn der Nahrungsumstellung machten Bakterien der Gruppe *Enterobacter* ca. 35% der Darmflora aus. Die zweitgrößte Gruppe war mit ca. 18% *Bacteroides*, gefolgt von *Roseburia* mit 7%. Viele weitere Bakterien konnten vor Beginn der Nahrungsumstellung identifiziert werden. Nach neun Wochen hatte sich das Vorkommen der einzelnen Bakterien schon signifikant verändert. Einige Bakterien, wie *Roseburia*, *Faecalibacterium* und *Ruminococcus* waren häufiger anzutreffen, als noch vor Beginn der Nahrungsumstellung. Besonders die am häufigsten aufgetretene Gruppe *Enterobacter* sank in ihrer Häufigkeit auf ca. 2%. Nach 23 Wochen zeigte sich abermals ein verändertes Bild der Darmflora. Bisher kaum in Erscheinung getretene Bakterien, wie *Barnesiella* oder *Alistipes* waren nun häufiger vorhanden. Einige Arten, wie z. B. *Parasutterella* oder *Oscillibacter*, zeigten während des gesamten Versuchszeitraumes kaum Veränderungen in der Häufigkeit. Am signifikantesten ist die Veränderung in der Häufigkeit von *Enterobacter*. Zu Beginn des Versuches war es mit ca. 35% noch das am häufigsten vorhandene Bakterium. Nach 23 Wochen war es überhaupt nicht mehr nachweisbar. Dies lässt den Rückschluss zu, dass es sich hierbei um einen möglichen Kandidaten handeln könnte, der dafür sorgt, dass der Körper fettreiche Nahrung besser einlagern kann.
- Für die Bestätigung der dargelegten Hypothese, dass *Enterobacter* für das vermehrte Einlagern von Fett verantwortlich ist, könnten wiederum Mäuse ohne Darmflora genutzt werden. Wie im ersten Versuch könnten die Auswirkungen über den Körperfettanteil von Mäusen analysiert werden. Mäuse ohne Darmflora (oD) und Mäuse ohne Darmflora und *Enterobacter* (EoD) werden über einen bestimmten Zeitraum mit der gleichen Menge an fettreicher Nahrung gefüttert. Wenn *Enterobacter* für die vermehrte Fetteinlagerung verantwortlich ist, dann müssten EoD-Mäuse einen größeren Körperfettanteil haben als oD-Mäuse. Zusätzlich könnte man auch ein weiteres Bakterium in die Versuchsreihe einbeziehen, das erst nach 23 Wochen in der Darmflora nachweisbar war, wie z. B. *Barnesiella*. Theoretisch könnte dies einen genau gegenteiligen Effekt haben und Fetteinlagerungen verhindern.

Zusatzinformation

Da es anhand der bisher durchgeführten Studien Hinweise darauf gab, dass die Kombination aus Umwelt- und genetischen Faktoren die Zusammensetzung unserer Darmflora beeinflusst, hat man das in Abb. 1 dargestellte Experiment mit der Darmflora eines eineiigen Zwillingspaars durchgeführt.

Erstaunlicherweise blieben beide Mäuse, wenn sie gemeinsam in einem Käfig gehalten wurden, dünn. Da Mäuse den Kot ihrer Artgenossen fressen, können sie dadurch ihre Darmflora austauschen. Die Darmflora der schlanken Maus konnte offensichtlich die Darmflora der dicken Maus verdrängen. Dies könnte für therapeutische Zwecke genutzt werden.



1 Zwillingsexperiment