

# Das Apfelmikrobiom und sein Potential für die Gesundheit

Das Mikrobiom bezeichnet die Gesamtheit aller Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Archaeen, Protisten und Algen) inklusive ihrer funktionellen und strukturellen Elemente innerhalb eines klar definierten Bereichs. Durch den methodischen Durchbruch der DNA-Sequenzierung vor etwa 20 Jahren und die sich ständig verbessernden Technologien ist es uns heute möglich, die Mikrobiome von nahezu jedem Habitat weltweit zu untersuchen. War es mittels klassischer Mikrobiologie möglich, rund drei Prozent aller Mikroorganismen im Labor zu kultivieren und zu untersuchen, so können wir heute etwa 99 Prozent der Mikroorganismen sowie ihre Funktionen bestimmen. Dadurch hat sich auch das Verständnis über Mikroorganismen und Mikrobiome grundlegend geändert. Wir wissen heute, dass jedes eukaryotische Lebewesen mit Mikroorganismen assoziiert ist; mehr noch, gemeinsam bilden sie eine untrennbare funktionelle Einheit, den sogenannten „Holobioten“ oder „Metaorganismus“.

## Mikrobiome und Metaorganismen

Das menschliche Mikrobiom wird heute sogar als unser „letztes, unbekanntes Organ“ bezeichnet. Nur ein winziger Teil aller Mikroorganismen kann als Krankheitserreger bezeichnet werden. Der Ausbruch einer Krankheit (sowohl bei Menschen, Tieren als auch Pflanzen) geht fast ausschließlich mit einer Veränderung des Mikrobioms und oft mit dem Verlust der mikrobiellen Artenvielfalt einher. Alle Gesundheitsfragen von der Pflanze bis zum Ökosystem hängen mit dem Mikrobiom zusammen, aber speziell die Humanmedizin profitiert immens von diesem Wissen. Die Erforschung des Darmmikrobioms ist einer der wichtigsten Forschungszweige in der heutigen Zeit. Was in der Traditionellen Chinesischen Medizin schon seit Jahrtausenden vermutet wird, kann heute durch die uns zur Verfügung stehenden Technologien bestätigt werden: der Darm bzw. das Darmmikrobiom stehen im Zentrum unserer Gesundheit. Jedoch nicht nur die körperliche Gesundheit betreffend, auch unsere mentale Gesundheit wird signifikant vom Darmmikrobiom beeinflusst. Die Erforschung der sogenannten Gehirn-Darm-Achse zeigte unter anderem, dass auch Angstzustände und Depressionen in direktem Zusammenhang mit der mikrobiellen Gemeinschaft in unserem Darm stehen.

## Äpfel sind „Superfood“

Äpfel sind eine wichtige Quelle für Vitamine und Ballaststoffe und sind besonders reich an Flavonoiden. Diese wirken präventiv gegen Alzheimer und besitzen starke antioxidative, antiallergische und antitumoröse Eigenschaften. Äpfel haben außerdem einen direkten und positiven Einfluss auf die Gesundheit unseres Darmmikrobioms. Zum einen können darmbewohnende Mikroorganismen das Pektin im Apfel zu spezifischen Abbauprodukten verarbeiten, die ernährungsbedingte Fettleibigkeit vorbeugen können. Zum anderen führt Apfelpektin zu einer Vermehrung von Bakterien aus der Gruppe der Bacteroidetes (seit langem bekannt als Indikatoren für ein gesundes und ausgewogenes Darmmikrobiom) und gleichzeitig zu einer Abnahme der Firmicutes (eher assoziiert mit negativen Auswirkungen auf unsere Gesundheit). All das ist bereits seit längerem bekannt und wurde durch epidemiologische Studien bestätigt. Jedoch gibt es einen weiteren Aspekt, der erst kürzlich das Interesse der Forschung geweckt hat: Äpfel, wie auch alle anderen Pflanzen und Pflanzenteile, beherbergen eine Vielzahl an unterschiedlichsten Mikroorganismen. Wie alle roh gegessenen Früchte und Gemüse beherbergen sie Mikroorganismen, die den Weg in unser Darmmikrobiom

finden können. Erst kürzlich wurde bestätigt, dass sich Mikroorganismen, die wir mit unserer Nahrung aufnehmen, zumindest kurzzeitig im Darm ansiedeln können und dort mit unserem Darmmikrobiom interagieren.

Ein erster Ansatz, um diesen Aspekt genauer verstehen zu können, ist die Untersuchung der Mikrobiome unserer Lebensmittel. In einer unserer Studien verglichen wir die Mikrobiome von österreichischen Äpfeln der Sorte 'Arlet' aus biologischem Anbau (Demeter-zertifiziert) mit denen aus konventionellem Anbau. Während die Bio-Äpfel direkt von uns im Feld gepflückt wurden, kauften wir die konventionell gezüchteten, in Plastikfolie verpackten Äpfel, im Supermarkt. Natürlich lässt sich hier gleich vermuten, dass die Unterschiede, die wir zwischen den Äpfeln beobachtet haben, auch auf die Nachernte-Behandlungen der konventionellen Äpfel (Waschung, Transport, Lagerung, Verpackung, etc.) zurückzuführen sind. Allerdings war es nicht Ziel unserer Studie, diese Faktoren zu bestimmen; vielmehr wollten wir das Einkaufsverhalten des Konsumenten widerspiegeln: entweder man kauft frische Äpfel aus biologischer Landwirtschaft bzw. pflückt diese selbst vom Baum, oder man kauft konventionell angebaute Äpfel aus dem Super-

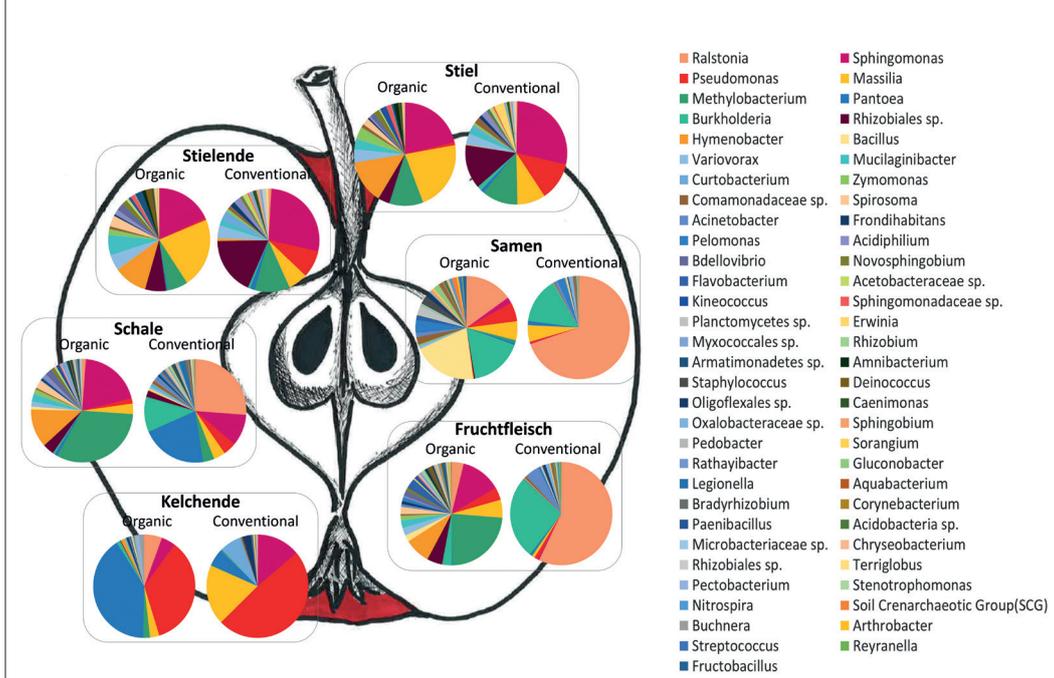


Abb. 1: Die mikrobielle Zusammensetzung der einzelnen Teilbereiche von biologisch und konventionell bewirtschafteten Äpfeln.

markt. Bestimmt unser Einkaufsverhalten auch, welche Mikroorganismen wir mit den Äpfeln zu uns nehmen?

Folgendes konnten wir anhand unserer Untersuchungen herausfinden:

- Mit einem Apfel (inklusive Kerngehäuse) nimmt man etwa 100 Millionen Bakterienzellen zu sich. Diese Anzahl gilt für biologisch und konventionell angebaute Äpfel gleichermaßen.
- Im Kerngehäuse befindet sich die größte Anzahl an Mikroorganismen, wohingegen die Schale am geringsten besiedelt ist.
- Jeder Bereich des Apfels (Schale, Fruchtfleisch, Kerne, Stielende, Kelchende und Stiel) beherbergt ein eigenes und ganz spezifisches Mikrobiom, das sich signifikant von allen anderen Bereichen unterscheidet.
- Die Mikrobiome von Bio-Äpfeln unterscheiden sich in jedem einzelnen dieser Teilbereiche von konventionellen Äpfeln [Abb. 1].
- Das bedeutet: Man nimmt mit beiden Äpfeln zwar die gleiche Anzahl an Bakterien zu sich, aber völlig andere und, im speziellen Fall des Bio-Apfels, viel mehr verschiedene Bakterien.

Obst und Gemüse, speziell roh verzehrt, bietet eine besonders wichtige Nährstoffquelle für uns und unser Darmmikrobiom, denn auch dieses muss gefüttert

und vergrößert werden, um einen ausbalancierten und gesunden Zustand zu erhalten bzw. zu erreichen. Die seit jeher bekannten positiven Auswirkungen auf unsere Gesundheit und die Menge an roh verzehrtem Obst und Gemüse weltweit, werden durch jüngste Ergebnisse der Mikrobiomforschung bestätigt, müssen jedoch noch weiter erforscht werden. Gerade das unterschiedlich gestaltete und vielfältige Mikrobiom eines Bio-Apfels könnte hier besonders positiv wirken.

### Mikrobiom-Forschung und Zukunft

Jahrzehntlang fokussierte sich die Forschung auf die Dekontamination unserer Lebensmittel, um die Verbreitung von potentiellen Krankheitserregern zu verhindern. Natürlich ist eine genaue Kontrolle und Hygiene in der Lebensmittelindustrie von großer Wichtigkeit, wie eine Vielzahl lebensmittelbedingter Krankheits-Ausbrüche bestätigen. Die Tatsache, dass jene Ausbrüche, trotz all unserer präventiven Bemühungen nicht ab-, sondern im Gegenteil eher zunehmen, legt nahe, dass im Speziellen die großindustrielle und intensive Landwirtschaft und der damit verbundene Einsatz von Chemikalien, sowohl im Feld als auch nach der Ernte, einen Einfluss auf die natürlichen Mikroorganismen-Gemeinschaften hat. Ein weiteres Resultat ist das Auftreten neuer Krankheitserreger in der

Landwirtschaft sowie steigende Resistenzen gegen Pestizide. Dies führt zu weiterer Intensivierung und noch breiterem Einsatz von Chemikalien mit gravierenden Auswirkungen auf unsere Umwelt.

In den vergangenen Jahren geschah erfreulicherweise ein Umdenken in der Bevölkerung hin zu größerer Wertschätzung von regionalen, nachhaltigen und ökologisch produzierten Lebensmitteln. Die Mikrobiom-Forschung bietet hierfür auch viele innovative Möglichkeiten. Die Erforschung und das Nutzbarmachen von Pflanzen- und Umweltmikrobiomen bieten großes Potential, um in Zukunft giftige Chemikalien in der Agrar-, Garten- und Aquakultur zu ersetzen und somit eine nachhaltigere Nutzung der Umweltressourcen zu ermöglichen.



DR. BIRGIT WASSERMANN  
 PROF. DR. GABRIELE BERG  
 Institut für Umweltbiotechnologie,  
 Technische Universität Graz

birgit.wassermann@tugraz.at