

Sind Bio-Äpfel gesünder?

Gehalt und ernährungs-
physiologische Eigenschaften
von sekundären Pflanzen-
stoffen in Äpfeln aus konventionellem
und ökologischem Anbau

Berenike A. Stracke, Karlis Briviba, Achim Bub, Corinna E. Rüfer,
Bernhard Watzl (Karlsruhe)

Viele Verbraucher, die sich beim Kauf von Lebensmitteln für Bioprodukte entscheiden, erhoffen sich davon gesundheitsfördernde Effekte. Allerdings liegen bis heute noch nicht genügend wissenschaftliche Daten vor, um ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel vergleichend ernährungsphysiologisch bewerten zu können. Am Institut für Ernährungsphysiologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) wird zurzeit untersucht, ob sich verschiedene pflanzliche Lebensmittel aus ökologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich ihres Gehaltes an sekundären Pflanzenstoffen und deren ernährungsphysiologischer Wirkung am Menschen unterscheiden.

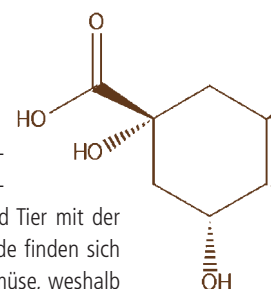
Das vom „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“ über zwei Jahre geförderte Forschungsprojekt soll zur Klärung der Frage beitragen, ob zwischen ökologisch und konventionell angebauten Äpfeln Unterschiede im Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen, beispielsweise Polyphenolen, existieren. Sekundären Pflanzenstoffen kommt allgemein eine hohe gesundheitliche Bedeutung zu. Im folgenden Beitrag werden beispielhaft die Ergebnisse aus einem der zwei Erntejahre vorgestellt.

Polyphenole als Schutzstoffe

Polyphenole sind Substanzen, die auf der chemischen Struktur des Phenols basieren. Sie werden in zwei Hauptgruppen eingeteilt: Phenolsäuren und Flavonoide (vgl. Abb. 1).

Phenolsäuren und Flavonoide zählen zu den sekundären Pflanzenstoffen. Sie kommen in nahezu allen höheren Pflanzen vor und werden somit von Mensch und Tier mit der Nahrung aufgenommen. Phenolsäuren und Flavonoide finden sich vorwiegend in den Randschichten von Obst und Gemüse, weshalb das Schälen der Produkte immer zu einer Verringerung des Polyphenolgehaltes führt. Im menschlichen Körper wirken Phenolsäuren und Flavonoide als Antioxidantien und sind in der Lage, freie Radikale abzufangen.

Freie Radikale werden im Organismus ständig gebildet, sei es durch natürliche Stoffwechselforgänge oder durch UV-Strahlung, Rauchen, ionisierte Strahlung oder toxische Chemikalien. Freie Radikale sind sehr reaktive Verbindungen, die in der Lage sind, DNA zu schädigen, Eiweiße zu denaturieren, Enzyme zu inaktivieren oder Lipide



oxidativ zu verändern. Eine Reihe akuter und chronischer Erkrankungen sowie der Alterungsprozess werden heute mit der Bildung von freien Radikalen in Zusammenhang gebracht. In Laborversuchen waren Antioxidantien wie Phenolsäuren oder Flavonoide in der Lage, freie Radikale abzufangen. In der Literatur ist beschrieben, dass der Konsum von Äpfeln und anderen pflanzlichen Lebensmitteln das antioxidative Potenzial im Menschen erhöhen kann.

Doch wieso bilden Pflanzen überhaupt diese Stoffe? Man hat herausgefunden, dass Polyphenole Pflanzen vor verschiedenen schädlichen Einflüssen schützen können, zum Beispiel vor UV-Einstrahlung, Insektenbefall oder bakteriellen und pilzlichen Infektionen. Pflanzen produzieren vermehrt Polyphenole, wenn sie durch diese Stressfaktoren belastet werden. Darüber hinaus kann die Konzentration der Polyphenole durch Standortfaktoren (Bodenqualität und Klima), Sorte und durch den Reifegrad beeinflusst werden. Eine starke Stickstoffdüngung kann die Polyphenolbildung hemmen.

Äpfel als Quelle für Polyphenole

Erhebungen in Deutschland zeigen, dass pro Tag durchschnittlich 200 mg Phenolsäuren und 54 mg Flavonoide mit der Nahrung aufgenommen werden. Eine wichtige Quelle für Flavonoide sind – neben schwarzem Tee, Rotwein, dunkler Schokolade und Zwiebeln – Äpfel. Sie enthalten im Schnitt insgesamt mehr als 2 g/kg Polyphenole, wobei Flavonoide den Hauptanteil ausmachen.

Die Studie

Am Institut für Ernährungsphysiologie der BfEL in Karlsruhe sollte überprüft werden, ob sich ökologisch und konventionell angebaute Äpfel hinsichtlich ihres Gehalts an Polyphenolen und ihres antioxidativen Potenzials unterscheiden. Darüber hinaus wurde in einer Studie

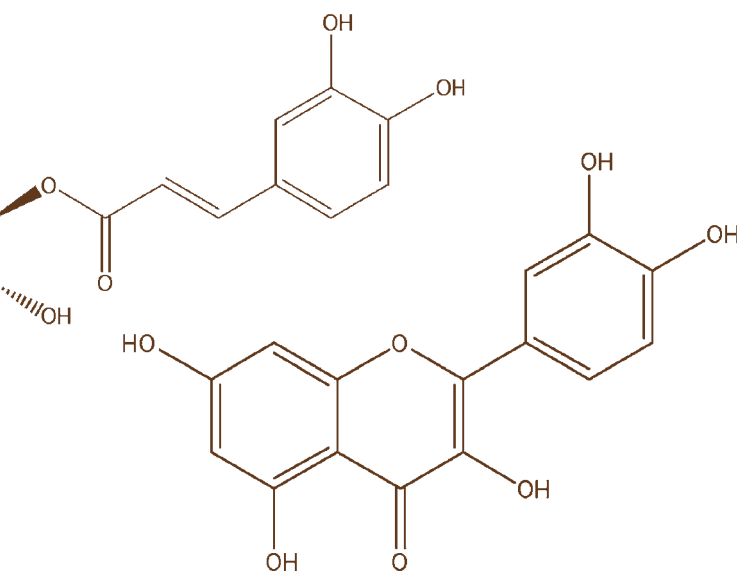


Abb 1: Beispiele für Polyphenole: Chlorogensäure, die zur Gruppe der Phenolsäuren gehört (oben) und das zu den Flavonoiden gehörende Quercetin (unten)

mit Versuchspersonen (Interventionsstudie) untersucht, ob der Verzehr von ökologisch bzw. konventionell angebauten Äpfeln einen Einfluss auf die antioxidative Kapazität im Blutplasma der Versuchsteilnehmer hat.

Für die Versuche wurden Äpfel der Sorten Golden Delicious und Elstar verwendet, die aus fünf (Golden Delicious) bzw. vier (Elstar) benachbarten konventionell bzw. und ökologisch bewirtschafteten Standorten stammten. Die Sorte Golden Delicious wurde vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) in der Schweiz zur Verfügung gestellt, die Sorte Elstar stammte aus Betrieben in Norddeutschland. Beide Apfelsorten werden im konventionellen wie auch im ökologischen Obstbau häufig angebaut.

Nach Extraktion der Phenolsäuren und Flavonoide aus den Äpfeln wurde die antioxidative Kapazität der Apfelproben mit drei unterschiedlichen Testsystemen gemessen:

- **FRAP-Test (Ferric Reducing Ability of Plasma)**
- **TEAC-Test (Trolox Equivalent Antioxidative Capacity)**
- **ORAC-Test (Oxygen Radical Antioxidative Capacity)**

Die Verwendung von drei unterschiedlichen Testsystemen war notwendig, weil Antioxidantien freie Radikale auf unterschiedliche Weise abfangen. Daher würde die Beschränkung auf eine einzige Testmethode zu unausgewogenen Ergebnissen führen.

Mittels HPLC/MS (High Performance Liquid Chromatography/Mass Spectrometry) wurden die Einzelbestandteile der Polyphenole identifiziert und mengenmäßig bestimmt.

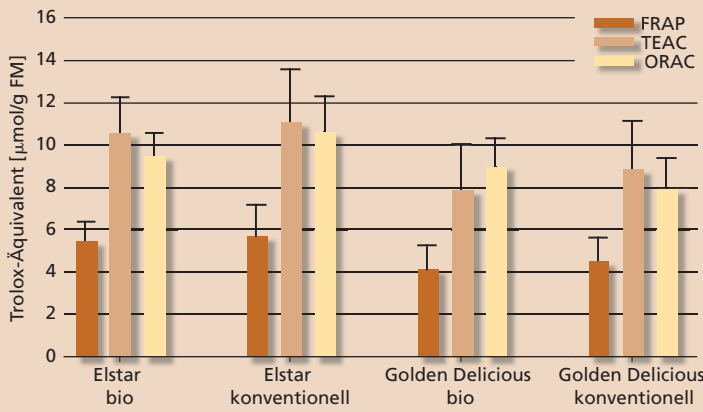
Vergleich zwischen biologisch und konventionell angebauten Äpfeln

Das antioxidative Potenzial der Apfelproben (Ernte 2004) ergab sich aus der Zusammenschau der drei Testsysteme. In Abbildung 2 ist das antioxidative Potenzial der Apfelproben dargestellt. Unabhängig vom Standort konnte bei der Sorte Golden Delicious gezeigt werden, dass zwei der drei Testsysteme (FRAP und TEAC) keine signifikanten Unterschiede zwischen den konventionell und biologisch angebauten Äpfeln aufwiesen; der ORAC-Test ergab eine signifikant höhere antioxidative Kapazität der Bio-Äpfel gegenüber denen aus konventionellem Anbau. Bei der Sorte Elstar konnten keine signifikanten Anbauunterschiede gezeigt werden, unabhängig vom Standort. Die Sorte Elstar besitzt im Vergleich zur Sorte Golden Delicious ein signifikant höheres antioxidatives Potenzial (vgl. Abb. 2).

Bei der Bestimmung der Gesamtmenge an Polyphenolen zeigten sich bei beiden Sorten standort-abhängige Unterschiede. Äpfel der Sorte Golden Delicious wiesen an drei Standorten höhere Polyphenolgehalte in der Bio-Variante auf, an einem Standort lagen sie in der konventionellen Variante höher und an einem Standort waren die Werte etwa gleich hoch (Abb. 3). Auch bei der Sorte Elstar zeigte sich ein ähnliches Bild.

Was die Summe der Polyphenole betrifft, konnten keine sortenspezifischen Unterschiede bestimmt werden. Im Detail wies die Sorte Golden Delicious höhere Konzentrationen an Chlorogensäure und Dihydrochalconen auf, die Sorte Elstar höhere Konzentrationen an Flavanolen.

Abb 2: Antioxidatives Potenzial der Apfelproben der Ernte 2004. Beispielhaft ist jeweils ein Betriebspaar dargestellt. (FM= Frischmasse; 1 TÄ ist die Trolox-Konzentration, die zu 1mM Lösung des jeweiligen Extraktes äquivalent ist.)



Auswirkungen auf den Antioxidantienstatus im Körper

Die humane Interventionsstudie wurde an sechs männlichen Nichtrauchern im Alter zwischen 23 und 32 Jahren durchgeführt. Hierzu verzehrten die Probanden nach einer zweitägigen polyphenolfreien Ernährung morgens nüchtern 1 kg rohe, ungeschälte Äpfel innerhalb von 20 min (Golden Delicious, 1 Betriebspaar). Vor der Aufnahme sowie 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12 und 24 Stunden danach wurde den Probanden Blut entnommen. Nach einer viertägigen Auswaschphase wurde der Versuch wiederholt. Die Personen, die vorher konventionell angebaute Äpfel erhielten, verzehrten nun die aus ökologischem Anbau und umgekehrt. So wurde jeder Proband zu seiner eigenen Kontrollperson.

Die antioxidative Kapazität der gewonnenen Blutproben wurde mit den drei genannten antioxidativen Testsystemen beurteilt. Der Apfelverzehr wirkte sich nicht auf die antioxidative Kapazität im TEAC- und ORAC-Test des Plasmas aus. Lediglich der FRAP-Test zeigte nach dem Apfelkonsum bei beiden Versuchsgruppen eine erhöhte antioxidative Kapazität im Blutplasma an. Dies ist wahrscheinlich auf eine steigende Harnsäurekonzentration zurückzuführen, die sich aus dem Abbau der Fruktose (Fruchtzucker) der Äpfel ergibt. Es ist bekannt, dass die FRAP-Werte stark mit den Harnsäurekonzentrationen korrelieren.

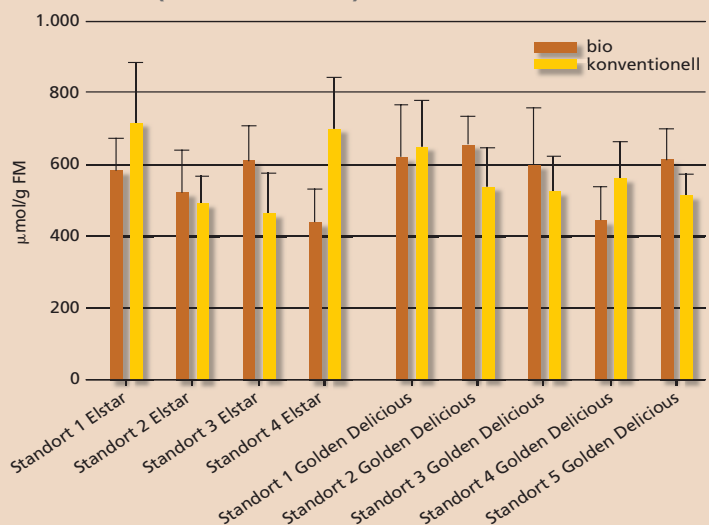


Schlussfolgerungen

Bei der Bestimmung des antioxidativen Potenzials und des Polyphenolgehalts der beiden Sorten Elstar und Golden Delicious existieren keine nennenswerten Unterschiede zwischen der konventionellen und ökologischen Anbauweise, wenn alle Standorte ökologisch und konventionell angebaute Äpfel zusammengefasst werden. Wird jedoch der Faktor Standort (Anbaugebiet) mitberücksichtigt, dann treten signifikante Unterschiede vor allem bei der Sorte Golden Delicious auf, mit einem signifikant höheren antioxidativen Potenzial bei ökologisch angebauten Äpfeln. Bei der Sorte Elstar sowie beim Polyphenolgehalt (beide Sorten) sind die Ergebnisse weniger klar. Beim Sortenvergleich wies die Sorte Elstar vor allem bei den Flavanolen signifikant höhere Gehalte sowie ein höheres antioxidatives Potenzial auf als die Sorte Golden Delicious. Diese Ergebnisse zeigen, dass neben der Anbauweise auch die Faktoren Sorte und Anbaugebiet berücksichtigt werden müssen, um Aussagen zur ernährungsphysiologischen Qualität der Äpfel treffen zu können. Eine abschließende Bewertung zum Einfluss der Anbauweise auf das antioxidative Potenzial von Äpfeln lässt sich jedoch nicht auf der Basis eines Erntejahres durchführen. Deshalb werden gegenwärtig Apfelproben des Erntejahres 2005 ausgewertet. Erst nach Untersuchungen einer dritten Apfelernte (Ernte 2006) wird sich zeigen, inwieweit analytisch und physiologisch relevante Unterschiede zwischen beiden Anbauweisen nachweisbar sind.

BfEL M. Sc. Berenike A. Stracke,
 PD Dr. (SU) Karlis Briviba,
 PD Dr. Achim Bub, Dr. Corinna E. Rüfer, PD Dr. Bernhard Watzl, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Ernährungsphysiologie, Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe.
 E-Mail: berenike.stracke@bfel.de

Abb. 3: Gesamt-Polyphenolgehalte der Apfelproben, Ernte 2004 (FM= Frischmasse).



„Gesamt-Polyphenolgehalt“ entspricht der Summe aller gemessenen Phenolsäuren (Hydroxyzimtsäuren) und Flavonoide (Flavanole, Flavonole, Dihydrochalkone).