

Gemüsewissen- neu entdeckt

1. Zusammenfassung

Dieses Buch betrachtet den aktuellen Wissensstand in Bezug auf Gemüsearten und die in Ihnen enthaltenen Nährstoffe. Im speziellen wurde das Augenmerk auf die sekundären Inhaltsstoffe gelegt, um die aktuellen Annahmen bezüglich ihres therapeutischen Wertes genau zu hinterfragen.

Die wesentlichen sekundären Inhaltsstoffe sind:

- Carotinoide
- Glucosinolate
- Polyphenole
- Phytosterine
- Phytohormone
- Protease-Hemmer
- Saponine
- Sulfide
- Monoterpene

Diese sekundären Inhaltsstoffe bewirken, je nach Konzentration, aufgenommene Menge und natürlich Regelmäßigkeit der Aufnahme, folgende Wirkungen:

- Helfen gegen Übergewicht
- Bekämpfen bzw. Lindern die Symptome von Herz-Kreislaufkrankungen
- Bekämpfen Krebs
- Gegen oxidativen Stress
- Stärken das Immunsystem
- Entzündungshemmend
- Bekämpfen mikrobielle Infektionen (töten Bakterien, Viren, Schimmelpilze)
- Knochen stärkend

Es gibt zahlreiche weitere potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen von einzelnen Gemüsearten, die im Kapitel Gemüseapotheke detailliert beschrieben sind. Diese Angaben sind jedoch nur teilweise wissenschaftlich untermauert und sollten daher nicht als garantierte Heilmethode aufgefasst werden.

Abschließend wurden die Auswirkungen von umwelttechnischen Einflüssen auf den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen und teilweise Vitamine von der Aussaat bis zum Verzehr ermittelt. Es hat sich herausgestellt, dass je nach Klima, durchschnittlicher Temperatur, Gemüseart, Gemüsesorte, Anbauart (biologisch od. konventionell), Düngung, Erntezeitpunkt, Art der Ernte, Konservierung und Lagerung sowie thermischer

Behandlung vor dem Verzehr, der Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen sinken und teilweise auch steigen kann.

Verschiedene Sorten reagieren unterschiedlich auf konventionelle NPK (Stickstoff-Phosphor-Kalium) im Vergleich zu biologischer Düngung. Manche profitieren von der konventionellen andere von der biologischen Anbauart, was in höheren Gehalten an sekundären Pflanzenstoffen resultiert. Des Weiteren wurde herausgefunden, dass unreife Brokkolisprossen einen höheren Gehalt an Glucosinolaten haben als ausgereifte, somit hat der Erntezeitpunkt eine entsprechende Rolle.

Auch die Konservierung, etwa tiefrieren, kann den Gehalt an Polyphenolen um 12-58% reduzieren, wenn es nicht schonend durchgeführt wird. Auch die thermische Belastung während des Kochens reduziert den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen. Studien haben gezeigt, dass es darauf ankommt wie hoch und lange gekocht und welche Art von Hitzeeinwirkung beim Kochen vorgenommen wird. Etwa ist Dampfkochen sehr viel schonender als kochen in Wasser.

Die Studien zu diesem Thema sind noch relativ am Anfang und sehr viel mehr fundierte Arbeiten sollten sich mit diesem Thema auseinandersetzen um restlos zu klären, was die idealste Behandlung von Gemüse vom Samen bis zum Teller wäre.

2. Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| 1. Zusammenfassung..... | 2 |
| 2. Inhaltsverzeichnis..... | 4 |
| 3. Abbildungsverzeichnis | 18 |
| 4. Tabellenverzeichnis | 20 |
| 5. Nährwertangaben..... | 22 |
| 6. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe..... | 25 |
| 6.1. Einleitung (3)..... | 25 |
| 6.2. Carotinoide (22) (23)..... | 28 |
| 6.2.1. Einleitung..... | 28 |
| 6.2.2. Bioverfügbarkeit (22) (23)..... | 30 |
| 6.2.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten | 31 |
| 6.2.3.1. Herz-Kreislaufkrankungen (22) (4)..... | 32 |
| Cholesterinsenkende Wirkung (22) (4)..... | 32 |
| Arterienverkalkung (Arteriosklerose) (24) (17) | 32 |
| 6.2.3.2. Antikarzinogene Wirkung (22) (4) (17) (25)..... | 32 |
| • Krebsentstehungsphase (Phase 1)..... | 34 |
| ○ Hemmung von Phase-I-Enzyme | 34 |
| • Krebsfortbildungsphase | 34 |
| ○ Antioxidative Wirkung | 34 |
| ○ Kontrolle der Zellvermehrung..... | 34 |
| ○ Beeinflussung der Zelldifferenzierung..... | 35 |
| ○ Immunologische Wirkung..... | 35 |
| 6.2.3.3. Antioxidative Wirkung (22) (4) (17) | 35 |
| 6.2.3.4. Immunsystem stärkende Wirkung (22) (4) | 35 |
| β-Carotin | 36 |
| β-Carotin, Bixin | 36 |
| β-Carotin, Canthaxanthin | 36 |
| β-Carotin, Canthaxanthin, Astraxanthin | 36 |
| 6.2.4. Negative Effekte (22)..... | 36 |
| 6.3. Glucosinolate (26) (27) | 38 |

| | |
|--|----|
| 6.3.1. Einleitung..... | 38 |
| 6.3.2. Bioverfügbarkeit (26) (27)..... | 40 |
| 6.3.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten | 42 |
| 6.3.3.1. Antikancerogene Wirkung (26) (28) (27) (18) (4) (29)..... | 42 |
| Sulforaphan (27) (26) (18) (4) (29)..... | 43 |
| Indol-3-Carbinol (27) (4)..... | 43 |
| 6.3.3.2. Entzündungshemmende Wirkung (18)..... | 44 |
| 6.3.3.3. Antimikrobielle Wirkung (27) (4)..... | 44 |
| 6.3.4. Negative Effekte (27)..... | 44 |
| 6.4. Polyphenole (4) (30) (31) (32) (33) (34)..... | 45 |
| 6.4.1. Einleitung (4) (30) (31) (32) (33) (34)..... | 45 |
| 6.4.1.1. Phenolsäuren (32)..... | 46 |
| 6.4.1.2. Flavonoide (30) (33) | 46 |
| 6.4.1.3. Anthocyane (31)..... | 49 |
| 6.4.2. Bioverfügbarkeit (32) (33) (31) (34) | 50 |
| 6.4.2.1. Phenolsäure (32) (34) | 50 |
| 6.4.2.2. Flavonoide (33) (34) | 50 |
| Quercetin (Flavonol) (33) | 52 |
| Flavone (33)..... | 53 |
| Flavanole (33) | 53 |
| 6.4.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten | 54 |
| 6.4.3.1. Herz-Kreislaufkrankungen (4) (31)..... | 54 |
| Cholesterin senkende Wirkung (4) (31)..... | 54 |
| Herzinfarkt (35) | 54 |
| Blutdrucksenkende Wirkung (21) | 55 |
| Flavonoide (21) | 55 |
| Anthocyane (4) (31) | 55 |
| Antithrombotische Wirkung (21) (4) (24) | 55 |
| 6.4.3.2. Antikancerogene Wirkung (4) (36) | 55 |
| Phenolsäuren (4; 32)..... | 56 |
| Ellagsäure (32) (4) | 56 |

| | |
|--|----|
| Ferulasäure (32) (4) | 56 |
| Kaffeesäure (32) (4) | 57 |
| Chlorogensäure (32) (4) | 57 |
| Flavonoide (30) (33) (4) (24) | 57 |
| Anthocyane (31) (4) | 58 |
| 6.4.3.3. Antioxidative Wirkung (30) (33) (7) (4) (36) | 58 |
| Polyphenole | 58 |
| Anthocyane (4) (31) | 59 |
| 6.4.3.4. Immunsystem stärkende Wirkung (4) | 59 |
| Quercetin | 59 |
| 6.4.3.5. Entzündungshemmende Wirkung (30) | 59 |
| Polyphenole | 59 |
| • Phospholipase A2 | 59 |
| • Lipooxygenasen | 59 |
| • Cyclooxygenasen | 59 |
| 6.4.3.6. Antimikrobielle Wirkung (4) | 60 |
| Phenolsäuren (4) | 60 |
| Flavonoide (4) | 60 |
| 6.4.4. Negative Effekte (32) (4) | 60 |
| 6.4.4.1. Phenolsäuren (32) (4) | 60 |
| 6.5. Phytosterine (37) (38) | 62 |
| 6.5.1. Einleitung (37) | 62 |
| 6.5.2. Bioverfügbarkeit (37) (39) | 63 |
| 6.5.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten | 64 |
| 6.5.3.1. Herz-Kreislauferkrankungen (37) (39) (4) (24) | 65 |
| Cholesterinsenkende Wirkung (37) (39) (4) (24) | 65 |
| 6.5.3.2. Antikarzinogene Wirkung (37) (4) | 65 |
| Dickdarmkrebs (37) (4) | 65 |
| 6.5.4. Negative Effekte (37) (39) | 66 |
| 6.5.4.1. Phytosterinämie (37) (39) | 66 |
| 6.6. Phytohormone (Phytoöstrogene) (4) (40) (41) (24) (42) (43) (44) | 68 |

| | | |
|----------|---|----|
| 6.6.1. | Einleitung (4) (40) (41) (24) (42) (44)..... | 68 |
| 6.6.1.1. | Isoflavonoide (4) (40) (41) | 70 |
| 6.6.1.2. | Lignane (4) (40) (41) (43)..... | 70 |
| 6.6.1.3. | Coumestane (4) (40) (41)..... | 70 |
| 6.6.2. | Bioverfügbarkeit (41) (40) (45) (43) | 70 |
| 6.6.2.1. | Isoflavonoide (41) (40) (45) | 70 |
| 6.6.2.2. | Lignane (41) (43)..... | 71 |
| 6.6.3. | Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten | 72 |
| 6.6.3.1. | Fettleibigkeit (Adipositas) (24)..... | 72 |
| 6.6.3.2. | Herz –Kreislaufkrankungen..... | 72 |
| | Arterienverkalkung (Arteriosklerose) (41) (40) (42) (24)..... | 72 |
| | Blutdrucksenkende Wirkung (41) (40) (42) (24) | 73 |
| 6.6.3.3. | Antikancerogene Wirkung (41) (42) (44) (4)..... | 73 |
| | Hemmung der hormonbezogenen Kanzerogenese | 74 |
| | • Antiöstrogenwirkung | 74 |
| | • Stimulation der Produktion von SHBG (Sex Hormone Binding Globulin)..... | 75 |
| | • Hemmung des Steroidhormonstoffwechsels..... | 75 |
| | Hemmung der hormonunabhängigen Kanzerogenese | 75 |
| | • Hemmung der Kanzerogen Aktivierung | 75 |
| | • Beeinflussung des Gallensäuren- bzw. Cholesterinstoffwechsels | 75 |
| | • Hemmung der Blutgefäßbildung (Angiogenese) | 75 |
| 6.6.3.4. | Antioxidative Wirkung (42) (4)..... | 76 |
| 6.6.3.5. | Stärkt Knochen (42) (44)..... | 76 |
| 6.6.4. | Negative Effekte (41) (40) | 76 |
| 6.7. | Protease-Inhibitoren (4) | 78 |
| 6.7.1. | Einleitung (4) | 78 |
| 6.7.2. | Bioverfügbarkeit (4) | 78 |
| 6.7.3. | Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten | 78 |
| 6.7.3.1. | Antikancerogene Wirkung (4)..... | 78 |
| 6.7.4. | Negative Effekte (4)..... | 79 |
| 6.8. | Saponine (47) | 80 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 6.8.1. | Einleitung (47) | 80 |
| 6.8.2. | Bioverfügbarkeit (47) | 80 |
| 6.8.3. | Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten | 81 |
| 6.8.3.1. | Herz-Kreislaufkrankungen (47) (4)..... | 81 |
| | Cholesterinsenkende Wirkung (47) (4)..... | 81 |
| 6.8.3.2. | Antikanzerogene Wirkung (47) (4) | 82 |
| | Dickdarmkrebs (47) (4) | 82 |
| 6.8.3.3. | Immunsystem stärkende Wirkung (4) | 82 |
| 6.8.3.4. | Entzündungshemmende Wirkung (24)..... | 82 |
| 6.8.3.5. | Antimikrobielle Wirkung (47) (4)..... | 83 |
| 6.9. | Sulfide (48) | 84 |
| 6.9.1. | Einleitung (48) | 84 |
| 6.9.2. | Bioverfügbarkeit (48) | 85 |
| 6.9.3. | Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten | 85 |
| 6.9.3.1. | Herz-Kreislaufkrankungen (4)..... | 85 |
| | Cholesterinsenkende Wirkung (4)..... | 85 |
| | Antithrombotische Wirkung (48) (4) | 86 |
| 6.9.3.2. | Antikanzerogene Wirkung (48) (4) | 86 |
| | • Hemmung Phase-I- Enzyme..... | 86 |
| | • Aktivierung Phase-II-Enzyme..... | 86 |
| | • Antibakterielle Wirkung. | 86 |
| | • Hemmung der Zellteilung..... | 86 |
| 6.9.3.3. | Antioxidative Wirkung (4) | 87 |
| 6.9.3.4. | Immunsystem stärkende Wirkung (48) (4) | 87 |
| 6.9.3.5. | Antimikrobielle Wirkung (48) (4)..... | 87 |
| 6.10. | Monoterpene (4) (49)..... | 88 |
| 6.10.1. | Einleitung (4) (49)..... | 88 |
| 6.10.2. | Bioverfügbarkeit (49)..... | 89 |
| 6.10.3. | Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten | 89 |
| 6.10.3.1. | Herz-Kreislaufkrankungen (49)..... | 90 |
| | Cholesterinsenkende Wirkung (49)..... | 90 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 6.10.3.2. | Antikanzerogene Wirkung (49) (4) | 90 |
| 6.10.4. | Negative Effekte (49) | 91 |
| 6.11. | Zusammenfassung | 92 |
| 6.11.1. | Diabetes mellitus (52) (53) | 94 |
| 6.11.2. | Adipositas (Krankhaftes Übergewicht) | 94 |
| 6.11.3. | Herz -Kreislaferkrankungen | 95 |
| 6.11.3.1. | Cholesterin-senkende Wirkung (4) | 95 |
| 6.11.3.2. | Vermeidung einer Arterienverkalkung | 96 |
| 6.11.3.3. | Senkung des Herzinfarkttrisikos | 96 |
| 6.11.3.4. | Blutdruck senkende Wirkung | 96 |
| 6.11.3.5. | Antithrombotische Wirkung | 97 |
| 6.11.4. | Antikanzerogene Wirkungen (4) (35) | 97 |
| 6.11.4.1. | Mechanismen der Krebsvermeidung (Antikanzerogenese) (4) (46) | 98 |
| | Vermeidung der hormonbezogenen Krebsentstehung | 98 |
| | Krebsvermeidung allgemein | 99 |
| | Hemmung der enzymatischen Umwandlung von Prokanzerogenen bzw. Inaktivierung von Kanzerogenen (4) (46) | 100 |
| | Steuerung und Kontrolle von Zellwachstum, Zellvermehrung und Zelldifferenzierung (4) (46) | 102 |
| | Besetzen der nukleophilen Bindungsstellen der DNS (4) (46) | 102 |
| | Direkte Wechselwirkung mit dem Kanzerogen (4) | 102 |
| | Endogene Stoffwechselprodukte (4) | 102 |
| 6.11.4.2. | Ernährungsempfehlung zur Verringerung des Krebsrisikos (4) | 103 |
| 6.11.5. | Antioxidative Wirkung (4) | 103 |
| 6.11.6. | Immunsystem stärkende Wirkung (4) | 104 |
| 6.11.7. | Entzündungshemmende Wirkung | 104 |
| 6.11.8. | Antimikrobielle Wirkung (4) | 104 |
| 6.11.9. | Knochen stärkend | 105 |
| 7. | Gemüseapotheke (54) (55) | 106 |
| 7.1. | Einleitung | 106 |
| 7.2. | (Bier)-Rettich (54) (55) | 107 |
| 7.2.1. | Wissenschaftlich Belegte Effekte | 107 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 7.2.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (54) (55) | 107 |
| 7.2.2.1. | Verdauungsstörungen (54) | 108 |
| 7.2.2.2. | Gallen-, und Nierensteine (54) | 108 |
| 7.3. | Karotte (54) (55) | 109 |
| 7.3.1. | Wissenschaftlich Belegte Effekte | 109 |
| 7.3.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (54) (55) | 109 |
| 7.3.2.1. | Angina pectoris (54) | 110 |
| 7.3.2.2. | Cholesterinerhöhung (54) | 111 |
| 7.3.2.3. | Osteoporose (54) | 111 |
| 7.3.2.4. | Reizdarmsyndrom (54) | 111 |
| 7.3.2.5. | Durchfall (54) | 111 |
| 7.3.2.6. | Falten (54) | 112 |
| 7.3.2.7. | Schuppenflechte (54) | 112 |
| 7.3.2.8. | Heuschnupfen (54) | 112 |
| 7.4. | Kopf- und Eisbergsalat (55) | 113 |
| 7.4.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen | 113 |
| 7.4.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) | 113 |
| 7.5. | Lauch (54) (55) | 114 |
| 7.5.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen | 114 |
| 7.5.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) | 115 |
| 7.5.2.1. | Lipidsenkende Wirkung (55) | 116 |
| 7.5.2.2. | Antithrombotische Wirkung (55) | 116 |
| 7.5.2.3. | Asthma (54) | 116 |
| 7.5.2.4. | Durchfall (54) | 116 |
| 7.5.2.5. | Erkältungen und Grippeerkrankungen (54) | 116 |
| 7.5.2.6. | Wechseljahre (Menopause) (54) | 116 |
| 7.6. | Rote Rübe (54) (55) | 117 |
| 7.6.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen | 117 |
| 7.6.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54) | 117 |
| 7.6.2.1. | Bluthochdruck (54) | 118 |
| 7.6.2.2. | Gallensteine (54) | 118 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 7.6.2.3. | Osteoporose (54) | 119 |
| 7.6.2.4. | Schuppenflechte (54) | 119 |
| 7.7. | Knollensellerie (55) | 119 |
| 7.7.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen | 119 |
| 7.7.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) | 120 |
| 7.7.2.1. | Antimikrobiell (55) | 120 |
| 7.7.2.2. | Harnwegsinfekt oder Blasenentzündung (55) | 120 |
| 7.8. | Stangensellerie (54) | 121 |
| 7.8.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen | 121 |
| 7.8.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (54) | 122 |
| 7.8.2.1. | Blasenentzündung (54) | 122 |
| 7.8.2.2. | Bluthochdruck (54) | 122 |
| 7.8.2.3. | Gicht (54) | 122 |
| 7.8.2.4. | Gedächtnisverlust (54) | 122 |
| 7.8.2.5. | Lungenentzündung (54) | 122 |
| 7.8.2.6. | Mundgeruch (54) | 123 |
| 7.8.2.7. | Pilzinfektionen (54) | 123 |
| 7.8.2.8. | Schleimbeutelentzündungen (54) | 123 |
| 7.8.2.9. | Verdauungsstörungen (54) | 123 |
| 7.9. | Spargel (54) (55) | 123 |
| 7.9.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen | 123 |
| 7.9.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54) | 124 |
| 7.9.2.1. | Gedächtnisverlust (54) | 125 |
| 7.9.2.2. | Osteoporose (54) | 125 |
| 7.10. | Kraut (Weißkraut) (55) | 126 |
| 7.10.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen | 126 |
| 7.10.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54) | 127 |
| 7.11. | Zuckerhut (55) | 128 |
| 7.11.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen | 128 |
| 7.11.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54) | 128 |
| 7.12. | Zuckermais (54) (55) | 129 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 7.12.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen..... | 129 |
| 7.12.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54) | 130 |
| 7.12.2.1. | Schlaflosigkeit (54) | 131 |
| 7.12.2.2. | Reizdarmsyndrom (54) | 131 |
| 7.13. | Blumenkohl (54) (55) | 131 |
| 7.13.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen..... | 131 |
| 7.13.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54) | 132 |
| 7.13.2.1. | Entzündungshemmend (55) | 132 |
| 7.13.2.2. | Erschöpfung (54) | 132 |
| 7.13.2.3. | Hautprobleme (54)..... | 132 |
| 7.14. | Brokkoli (54) (55)..... | 133 |
| 7.14.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen..... | 133 |
| 7.14.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54) | 134 |
| 7.14.2.1. | Asthma (54)..... | 134 |
| 7.14.2.2. | PMS –Prämenstruales Syndrom (54) (55)..... | 134 |
| 7.14.2.3. | Prostatavergrößerung (54) | 134 |
| 7.14.2.4. | Blaue Flecken (Hämatome) (54)..... | 134 |
| 7.14.2.5. | Erkältungen und Grippeerkrankungen (54)..... | 135 |
| 7.14.2.6. | Erschöpfung (54) | 135 |
| 7.14.2.7. | Gicht (54)..... | 135 |
| 7.14.2.8. | Grauer Star (Katarakt) (54)..... | 135 |
| 7.14.2.9. | Heuschnupfen (54) | 135 |
| 7.14.2.10. | Netzhautdegeneration (Makuladegeneration) (54) | 135 |
| 7.14.2.11. | Osteoporose (54)..... | 136 |
| 7.14.2.12. | Übergewicht (54) | 136 |
| 7.14.2.13. | Zahnfleischentzündungen (54) | 136 |
| 7.15. | Kohl (Wirsing) (54)..... | 136 |
| 7.15.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen..... | 136 |
| 7.15.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54) | 137 |
| 7.15.2.1. | Magengeschwüre (54)..... | 137 |
| 7.15.2.2. | Osteoporose (54)..... | 137 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 7.15.2.3. | Blutgerinnung (54) | 138 |
| 7.15.2.4. | PMS –Prämenstruales Syndrom (54) | 138 |
| 7.15.2.5. | Prostatavergrößerung (54) | 138 |
| 7.16. | Kohlrabi (55)..... | 138 |
| 7.16.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen..... | 138 |
| 7.16.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54) | 139 |
| 7.17. | Kren (Meerrettich) (54) | 139 |
| 7.17.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen..... | 139 |
| 7.17.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54) | 140 |
| 7.17.2.1. | Asthma (54) | 140 |
| 7.17.2.2. | Bluthochdruck (54)..... | 140 |
| 7.17.2.3. | Bronchitis (54) | 141 |
| 7.17.2.4. | Heuschnupfen (54) | 141 |
| 7.17.2.5. | Husten, Schnupfen oder Nebenhöhlenentzündungen (54)..... | 141 |
| 7.18. | Kürbis (54) (55)..... | 141 |
| 7.18.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen..... | 141 |
| 7.18.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54) | 142 |
| 7.18.2.1. | Errektionsstörungen (54) | 142 |
| 7.18.2.2. | Prostatavergrößerung (54) | 142 |
| 7.18.2.3. | Heuschnupfen (54) | 143 |
| 7.18.2.4. | Osteoporose (54)..... | 143 |
| 7.18.2.5. | Verstopfung (54)..... | 143 |
| 7.18.2.6. | Schlaflosigkeit (54) | 143 |
| 7.19. | Rotkraut (55) | 143 |
| 7.19.1. | Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen..... | 143 |
| 7.19.2. | Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54) | 144 |
| 8. | Beeinflussung des Gehaltes an Sekundären Pflanzenstoffen in Gemüse | 146 |
| 8.1. | Einleitung (9) (20) (28)..... | 146 |
| 8.2. | Artenunterschied..... | 149 |
| 8.2.1. | Carotin-, und Polyphenolgehalt (27) (18) (11) | 149 |
| 8.2.1.1. | Kraut, Blumenkohl und Brokkoli (11)..... | 149 |

| | |
|--|-----|
| 8.2.2. Glucosinolatgehalt (27) (18) | 150 |
| 8.2.2.1. Allgemein (18) | 150 |
| 8.2.2.2. Brokkoli (27) | 150 |
| 8.3. Anbauweise Konventionell vs. Biologisch (5) (56) | 151 |
| 8.3.1. Blumenkohl (5) | 151 |
| 8.3.2. Karotte, Brokkoli, Weißkraut und Zwiebel (56) | 151 |
| 8.4. Bodenart | 152 |
| 8.5. Düngemittel (28) (20) (5)..... | 152 |
| 8.5.1. Blumenkohl (5) | 152 |
| 8.5.2. Brokkoli (28) | 157 |
| 8.5.2.1. Glucosinolatgehalt (28) | 157 |
| 8.5.2.2. Polyphenol-, Glucosinolat-, und Flavonoidgehalt (57) | 157 |
| 8.5.2.3. Flavonoidgehalt (20)..... | 158 |
| 8.6. Bewässerung..... | 159 |
| 8.7. Umwelttechnischer Stress (58) (20)..... | 159 |
| 8.7.1. Polyphenolgehalt (58)..... | 159 |
| 8.8. Ernte (28) (27) (18) (8) (20) | 160 |
| 8.8.1. Glucosinolatgehalt..... | 160 |
| 8.8.1.1. Beispiel Brokkoli (28) (27) (18) (20)..... | 160 |
| 8.8.2. Polyphenolgehalt (8)..... | 160 |
| 8.8.2.1. Flavonoidgehalt (33)..... | 161 |
| 8.9. Konservierung und Lagerung (33) (32) | 161 |
| 8.9.1. Polyphenolgehalt (33) (32) (9)..... | 161 |
| 8.9.1.1. Lagerung im Kühlschrank (9) (33)..... | 161 |
| 8.9.1.2. Einfrieren (9) (59) | 161 |
| Flavonoide (33)..... | 161 |
| Phenolsäure (32) | 161 |
| 8.10. Thermische Behandlung vor Verzehr (27) (9) (19) (60) (61) (29) (55)..... | 162 |
| 8.10.1. Vitamingehalt (19) (55)..... | 162 |
| 8.10.1.1. Kraut (19)..... | 162 |
| 8.10.1.2. Rote Rübe (55) | 162 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 8.10.2. | Glucosinolatgehalt (27) (60) (61) (29) | 162 |
| 8.10.2.1. | Kohlgemüse (27)..... | 162 |
| 8.10.3. | Carotinoidgehalt (9)..... | 162 |
| 8.10.3.1. | Kraut, Blumenkohl und Brokkoli (9)..... | 163 |
| 8.10.4. | Polyphenolgehalt (30) (9) (60) (59) | 163 |
| 8.10.4.1. | Kohlgemüse (9)..... | 163 |
| 8.10.4.2. | Brokkoli (59)..... | 163 |
| 8.10.4.3. | Karotte, Brokkoli, Weißkraut und Zwiebel (56)..... | 164 |
| 8.10.4.4. | Sellerie (60)..... | 165 |
| | Flavonoidgehalt (60)..... | 165 |
| | Phenolsäuregehalt (60) | 166 |
| 8.10.5. | Phytosteringehalt (24) | 166 |
| 8.10.6. | Saponingehalt (47)..... | 166 |
| 9. | Erklärung Krankheitsbilder und Wirkungsweisen zum besseren Verständnis (4) (46) 167 | |
| 9.1. | Zivilisationskrankheiten..... | 167 |
| 9.1.1. | Diabetes mellitus (54) (52) (53) (4)..... | 167 |
| 9.1.1.1. | Entstehung der Erkrankung (52) (54) (4)..... | 167 |
| 9.1.2. | Adipositas (Krankhaftes Übergewicht) (62) (63)..... | 168 |
| 9.1.3. | Herz-Kreislaufkrankungen (24) (4) (17) (62) | 168 |
| | Erhöhter Cholesterinspiegel (4)..... | 169 |
| | Arteriosklerose (24) (62)..... | 169 |
| | Oxidativer Stress (24) (17)..... | 170 |
| | Bluthochdruck (4) | 170 |
| | Thrombose (4)..... | 171 |
| | Herzinfarkt (54)..... | 171 |
| 9.2. | Andere Krankheitsbilder..... | 172 |
| 9.2.1. | Krebs..... | 172 |
| 9.2.1.1. | Mechanismus der hormonunabhängigen Krebsentstehung (Kanzerogenese) (4) (46) 172 | |
| | Auslösung (Initiation) | 173 |
| | Förderung (Promotion) | 173 |

| | |
|--|-----|
| Wachstumsphase bzw. Metastasenbildung (Progression) | 174 |
| 9.2.1.2. Mechanismus der hormonbezogenen Kanzerogenese (35)..... | 175 |
| 9.2.2. Oxidativer Stress (4)..... | 175 |
| 9.2.3. Immunsystem (4)..... | 176 |
| 9.2.4. Entzündungen | 177 |
| 9.2.5. Mikrobielle Infektionen (4) | 177 |
| 9.2.6. Osteoporose | 178 |
| 10. Glossar | 179 |
| Atom..... | 179 |
| Elektron..... | 179 |
| Singulett Sauerstoff..... | 179 |
| Triplett Sauerstoff..... | 179 |
| Radikale | 179 |
| Molare Masse | 180 |
| Chemische Struktur - Strukturformel..... | 180 |
| Bindungsaffinität | 180 |
| Hydroxyliert | 181 |
| Peroxidation | 181 |
| Lipide | 181 |
| Triglyzeride | 181 |
| Fettsäuren..... | 181 |
| Kohlenhydrate..... | 182 |
| Proteine..... | 183 |
| Aminosäuren | 184 |
| Nukleinsäuren | 185 |
| Gap junctions | 185 |
| Insulin..... | 185 |
| Hormone | 186 |
| Transkriptionsfaktor..... | 186 |
| DNS | 186 |
| D | 186 |

| | |
|---|-----|
| Nukleotide | 186 |
| LD ₅₀ | 187 |
| In vivo..... | 187 |
| In vitro | 187 |
| Mikronährstoffe | 187 |
| Nervenreizsignal | 187 |
| Was ist Bioverfügbarkeit? | 188 |
| Wie funktioniert die Aufnahme von Nährstoffen in den Körper?..... | 188 |
| Was sind Enzyme? | 190 |
| Gallensäuremizelle..... | 192 |
| Chylomikronen | 193 |
| Was ist Albumin? | 194 |
| Was sind Rezeptoren? | 194 |
| Was versteht man unter Phase-I- und Phase-II-Reaktionen? | 196 |
| Phase-I-Enzyme | 196 |
| Phase-II-Enzyme | 196 |
| Biomembrane..... | 196 |
| Transport Proteine | 198 |
| Epidemiologie | 198 |
| 11. Literaturverzeichnis..... | 199 |
| Für Konsumenten | 204 |

3. Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Abbildung 1: Strukturformeln der wichtigsten Carotinoide. | 29 |
| Abbildung 2: Diese Abbildung zeigt, wie Zellen miteinander kommunizieren. | 34 |
| Abbildung 3: Grundstruktur der Glucosinolate. | 39 |
| Abbildung 4: Grundstruktur der Glucosinolate. | 39 |
| Abbildung 5: Die Strukturformel des Isothiocyanats Sulforaphan, das Abbauprodukt des Glucosinolats Glucoraphanin. | 40 |
| Abbildung 6: Räumliche Struktur des Enzyms Glutathion-S-Transferase. | 41 |
| Abbildung 7: Die zwei Substanzklassen der Phenolsäuren: Hydroxyzimtsäuren und Hydroxybenzoesäuren. | 46 |
| Abbildung 8: Allgemeine Strukturformel des Flavonoids Flavanol. | 47 |
| Abbildung 9: Allgemeine Strukturformel des Flavonoids Flavonol. | 47 |
| Abbildung 10: Allgemeine Strukturformel des Flavonoids Flavon. | 47 |
| Abbildung 11: Allgemeine Strukturformel des Flavonoids Flavanon. | 47 |
| Abbildung 12: Allgemeine Strukturformel des Flavonoids Anthocyanin. | 48 |
| Abbildung 13: Allgemeine Strukturformel des Flavonoids Isoflavonoid. | 48 |
| Abbildung 14: Quercetin-7-O-Glycosid. | 48 |
| Abbildung 15: Grundstruktur der Anthocyane. | 49 |
| Abbildung 16: Glukosetransport in die Darmzellen und weiter in das Blut. | 51 |
| Abbildung 17: Strukturformel der Glukoronsäure. | 52 |
| Abbildung 18: Grundstruktur der Pflanzensterine. | 63 |
| Abbildung 19: Grundstruktur der Isoflavonoide. | 69 |
| Abbildung 20: Strukturformel des Lignans Secoisolariciresinol. | 69 |
| Abbildung 21: Grundstruktur der Coumestane. | 70 |
| Abbildung 22: Tumorbildung. | 75 |
| Abbildung 23: Grundstruktur der Saponine. | 80 |
| Abbildung 24: Verschiedene Sulfidgrundstrukturen. | 84 |
| Abbildung 25: Der Grundbaustein der Monoterpene, die Isopreneinheit. | 88 |
| Abbildung 26: Die wichtigsten, in Nahrungspflanzen vorkommenden Monoterpene. | 88 |
| Abbildung 27: Einfluss von Phytoöstrogenen auf die hormonelle Krebsentstehung. | 99 |
| Abbildung 28: Wie Sekundäre Pflanzenstoffe in die Phasen der Krebsentstehung einwirken können. | 100 |
| Abbildung 29: Darstellung der Wirkung sekundärer Pflanzenstoffe auf Phase-II-Enzyme. | 101 |
| Abbildung 30: Räumliche Struktur der Glutathion Peroxidase. | 110 |
| Abbildung 31: Faktoren, welche den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen in Gemüse beeinflussen. | 146 |
| Abbildung 32: Änderung der Glucosinolatgehalte von Brokkoli, Blumenkohl und Rettich. | 147 |

| | |
|---|-----|
| Abbildung 33: Verschiedene Gemüsearten im Vergleich hinsichtlich der Auswirkung der Anbauweise (biologisch oder konventionell) auf den Polyphenolgehalt. | 152 |
| Abbildung 34: Sortenvergleich italienischer Blumenkohl bei biologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich Ertrag | 154 |
| Abbildung 35: Sortenvergleich italienischer Blumenkohl bei biologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich Polyphenolgehalt. | 154 |
| Abbildung 36: Sortenvergleich italienischer Blumenkohl bei biologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich Carotinoidgehalt..... | 155 |
| Abbildung 37: Sortenvergleich italienischer Blumenkohl bei biologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich Glucosinolatgehalt. | 155 |
| Abbildung 38: Sortenvergleich italienischer Blumenkohl bei biologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich Isothiocyanatgehalt..... | 156 |
| Abbildung 39: Sortenvergleich italienischer Blumenkohl bei biologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich des Sulfidgehaltes. | 157 |
| Abbildung 40: Auswirkungen von Hitze (HS), Kälte (CH) und Strahlung (HL) auf den Gehalt an Polyphenolen. | 160 |
| Abbildung 41: Polyphenolgehalt von Karotte, Brokkoli, Weißkraut und Zwiebel..... | 164 |
| Abbildung 42: Polyphenolgehalt von Karotte, Brokkoli, Weißkraut und Zwiebel..... | 165 |
| Abbildung 43: Entstehung einer Arterienverkalkung..... | 170 |
| Abbildung 44: Die DNS des Menschen | 173 |
| Abbildung 45: Im groben die Entstehung von einem Tumor..... | 175 |
| Abbildung 46: Das Kohlenstoffatom und seine Zusammensetzung..... | 179 |
| Abbildung 47: Links die chemische Struktur des Wassermoleküls..... | 180 |
| Abbildung 48: Grundstruktur der Fette | 181 |
| Abbildung 49: Arten an Fettsäuren, die in unserer Nahrung enthalten sind. | 182 |
| Abbildung 50: Strukturformel des Einfachzuckers Glukose. | 183 |
| Abbildung 51: Strukturformel des Zweifachzuckers Laktose | 183 |
| Abbildung 52: Das Protein Humaninsulin in einer einfachen Darstellungsweise..... | 184 |
| Abbildung 53: Die allgemeine Strukturformel von Aminosäuren. Das R steht für den variierenden Rest. | 184 |
| Abbildung 54: Gap junction zwischen 2 Zellen..... | 185 |
| Abbildung 55: Bildnerische Darstellung der Struktur eines DNS Moleküls. | 186 |
| Abbildung 56: Die 4 Nukleotide, die Bausteine der DNS, dem genetischen Code. | 187 |
| Abbildung 57: Aufbau des Darmlumen. | 189 |
| Abbildung 58. Aufnahme von Proteinen, Kohlenhydraten und Fetten in die Darmzellen und Abgabe in die Blutbahn oder das Lymphsystem..... | 191 |
| Abbildung 59: Die 2 Möglichkeiten einer Enzymhemmung..... | 191 |
| Abbildung 60: Enzyminhibition..... | 192 |
| Abbildung 61: Das Transportsystem für Fette und Carotinoide, sogenannte Mizellen | 192 |
| Abbildung 62: Chylomikron..... | 193 |
| Abbildung 63: Albumin..... | 194 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 64: Mechanismus von Rezeptoren | 195 |
| Abbildung 65: Zellmembran..... | 197 |
| Abbildung 66: Detaillierte Ansicht der Zellmembran. | 197 |
| Abbildung 67: Transportproteine. | 198 |

4. Tabellenverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Tabelle 1: Nährwertangaben Gemüseauswahl..... | 22 |
| Tabelle 2: Mineralstoffgehalte Gemüseauswahl..... | 23 |
| Tabelle 3: Vitamingehalt Gemüseauswahl..... | 24 |
| Tabelle 4: Vorkommen sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe in Gemüsesorten | 26 |
| Tabelle 5: Grobe Einteilung sekundärer Pflanzenstoffe in Gemüse hinsichtlich der Bioverfügbarkeit | 27 |
| Tabelle 6: Die wichtigsten in Gemüse vorkommenden Carotinoide..... | 28 |
| Tabelle 7: Carotinoidgehalt für die ausgewählten Gemüsearten der Region Eferding.. | 28 |
| Tabelle 8: Die Wirkungen der Carotinoide zusammengefasst dargestellt. | 31 |
| Tabelle 9: Glucosinolatgehalt der Gemüseartenauswahl..... | 38 |
| Tabelle 10: Die Wirkungsweisen der Glucosinolate..... | 42 |
| Tabelle 11: Der Gehalt an Polyphenolen detailliert aufgeschlüsselt. | 45 |
| Tabelle 12: Wirkungsweisen der Polyphenole zusammengefasst..... | 54 |
| Tabelle 13: Phytosterinegehalt für ausgewählte Gemüsearten | 62 |
| Tabelle 14: Die Wirkungsweisen der Phytosterine zusammengefasst. | 64 |
| Tabelle 15: Der Gehalt an Phytoöstrogenen in der Gemüseartenauswahl..... | 68 |
| Tabelle 16: Wirkungsweise der Phytohormone zusammengefasst. | 72 |
| Tabelle 17: Die Wirkungsweise der Protease-Inhibitoren zusammengefasst. | 78 |
| Tabelle 18: Wirkungsweise der Saponine zusammenfassend..... | 81 |
| Tabelle 19: Wirkungsweise der Sulfide zusammengefasst dargestellt. | 85 |
| Tabelle 20: Wirkungsweise der Monoterpene zusammengefasst dargestellt. | 89 |
| Tabelle 21: Die Gehalte an den wichtigsten, in Gemüse vorkommenden sekundären Pflanzenstoffen | 92 |
| Tabelle 22: Die Wirkungen von Rettich auf wissenschaftlicher Basis..... | 107 |
| Tabelle 23: Die Wirkungen der Karotte auf wissenschaftlicher Basis. | 109 |
| Tabelle 24: Wirkung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe in Kopf-, und Eisbergsalat | 113 |
| Tabelle 25: Wirkungsweise von Lauch auf wissenschaftlicher Basis..... | 114 |
| Tabelle 26: Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe in Roter Rübe..... | 117 |
| Tabelle 27: Wirkungsweise von Knollensellerie auf wissenschaftlicher Basis | 119 |
| Tabelle 28: Inhaltsstoffprofil und Wirkungsweise von Stangensellerie. | 121 |
| Tabelle 29: Inhaltsstoffprofil und Wirkungsweise von Spargel..... | 123 |
| Tabelle 30: Inhaltsstoffprofil und Wirkungsweise von Kraut..... | 126 |
| Tabelle 31: Inhaltsstoffprofil und Wirkungsweise von Zuckerhut | 128 |
| Tabelle 32: Inhaltsstoffprofil und Wirkungsweise von Zuckermais..... | 129 |

| | |
|---|---|
| Tabelle 33: Inhaltsstoffprofil und Wirkungsweise von Blumenkohl. | 131 |
| Tabelle 34: Inhaltsstoffprofil und Wirkungsweise von Brokkoli | 133 |
| Tabelle 35: Inhaltsstoffprofil und Wirkungsweise von Kohl..... | 136 |
| Tabelle 36: Inhaltsstoffprofil und Wirkungsweise von Kohlrabi | 138 |
| Tabelle 37: Inhaltsstoffprofil und Wirkungsweise von Kren oder Meerrettich..... | 140 |
| Tabelle 38: Inhaltsstoffprofil und Wirkungsweise von Kürbis | 141 |
| Tabelle 39: Inhaltsstoffprofil und Wirkungsweise von Rotkraut..... | 144 |
| Tabelle 40: Vergleich unterschiedlicher Kraut-, und Blumenkohlsorten hinsichtlich ihres Vitamin C & E-, Carotinoid-, und Polyphenolprofils | 149 |
| Tabelle 41: Blumenkohl-, und Brokkolisorten im Vergleich hinsichtlich ihres Inhaltsstoffprofils an Polyphenolen, Carotinoiden und Vitaminen | 150 |
| Tabelle 42: Vergleich der Gehalte an sekundären Pflanzenstoffen abhängig von der Sorte und Anbauart | 151 |
| Tabelle 43: Einfluss von verschiedenen Düngemethoden auf den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen in Blumenkohlsorten | 153 |
| Tabelle 44: Vergleich von 2 Brokkolisorten bezüglich ihres Polyphenol-, Glucosinolat-, und Flavonoidgehalts abhängig von verschiedenen Düngungsmethoden | 158 |
| Tabelle 45: Gemüseflächen Konventionell und BIO -Bezirk Eferding 2012..... | Fehler! |
| Textmarke nicht definiert. | |
| Tabelle 46: Gemüseartenauswahl mit Relevanz hinsichtlich sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe. | Fehler! Textmarke nicht definiert. |

5. Nährwertangaben

Die Nährwertangaben in Tabelle 1, Tabelle 2 und Tabelle 3 sind in g (Gramm), mg (Milligramm), µg (Mikrogramm) und ng (Nanogramm) pro 100 g Frischgewicht angegeben. Ein Stern (*) bedeutet es liegen keine Werte vor und der Wert Null (0) heißt, dass der Gehalt praktisch null ist. Siehe Tabelle 1 für die Nährwertangaben für die Gemüseauswahl.

Tabelle 1: Nährwertangaben Gemüseauswahl (1). Die Angaben sind pro 100 g Frischgewicht.

| Gemüseart | Energie [kcal] | Wasser [g] | <u>Protein</u> [g] | <u>Kohlenhydrate</u> [g] | <u>Fett</u> [g] | Ballaststoffe [g] |
|----------------------|----------------|------------|--------------------|--------------------------|-----------------|-------------------|
| Bierrettich | 25,4 | 92,6 | 1,05 | 2,39 | 0,15 | 2,5 |
| Eisbergsalat | 10,40 | 95,60 | 0,70 | 1,90 | * | 0,60 |
| Karotte | 25,20 | 88,20 | 0,98 | 4,80 | 0,20 | 3,63 |
| Kopfsalat | 10,80 | 94,30 | 1,19 | 1,06 | 0,22 | 1,44 |
| Lauch (Porree) | 24,10 | 86,10 | 2,14 | 3,26 | 0,29 | 2,27 |
| Rote Rübe | 51,40 | 86,20 | 1,53 | 8,38 | 0,10 | 2,53 |
| Sellerie (Knolle) | 18,00 | 88,60 | 1,55 | 2,25 | 0,33 | 4,23 |
| Sellerie (Stange) | 15,30 | 92,80 | 1,20 | 2,18 | 0,20 | 2,55 |
| Spargel | 17,20 | 93,10 | 1,96 | 2,04 | 0,16 | 1,27 |
| Weißkraut | 24,10 | 90,40 | 1,38 | 4,18 | 0,19 | 2,95 |
| Zuckerhut | 15,00 | 94,10 | 1,60 | 1,70 | 0,20 | 1,30 |
| Zuckermais | 327,60 | 11,20 | 8,03 | 64,20 | 3,80 | 9,71 |
| Blumenkohl (Karfiol) | 33,40 | 91,00 | 2,46 | 2,34 | 0,28 | 2,92 |
| Brokkoli | 26,00 | 89,70 | 3,30 | 2,50 | 0,20 | 3,00 |
| Kohl (Wirsing) | 35,90 | 89,90 | 2,78 | 2,92 | 0,32 | 2,57 |
| Kohlrabi | 29,90 | 91,60 | 1,94 | 3,70 | 0,16 | 1,44 |
| Meerrettich (Kren) | 61,30 | 76,60 | 2,80 | 11,70 | 0,30 | * |
| Rotkraut (Blaukraut) | 21,80 | 89,90 | 1,50 | 3,54 | 0,18 | 2,50 |
| Speisekürbis | 24,20 | 91,00 | 1,10 | 4,59 | 0,13 | 2,16 |

In Tabelle 2 sind die Gehalte an Mineralstoffen für die ausgewählten Gemüsearten aufgeschlüsselt.

Tabelle 2: Mineralstoffgehalte Gemüseauswahl (1). Die Angaben sind pro 100 g Frischgewicht.

| Gemüseart | Mineralstoffe | | | | | | | | |
|----------------------|---------------|-------------|----------------|--------------|---------------|------------|-----------|----------|------------|
| | Natrium [mg] | Kalium [mg] | Magnesium [mg] | Calcium [mg] | Phosphor [mg] | Eisen [mg] | Zink [µg] | Jod [ng] | Selen [µg] |
| Bierrettich | 15 | 450 | 18 | 41 | 36 | 0,77 | 284 | 8000 | 1,9 |
| Eisbergsalat | 2,00 | 160,00 | 5,00 | 19,00 | 18,00 | 0,40 | * | * | * |
| Karotte | 62,00 | 328,00 | 17,00 | 35,00 | 36,00 | 0,39 | 266,00 | 1600,00 | 1,40 |
| Kopfsalat | 7,40 | 177,00 | 9,00 | 21,00 | 23,00 | 0,31 | 372,00 | 1800,00 | 0,41 |
| Lauch (Porree) | 4,00 | 279,00 | 18,00 | 63,00 | 49,00 | 0,81 | 314,00 | 8600,00 | 0,76 |
| Rote Rübe | 58,00 | 407,00 | 25,00 | 17,00 | 44,00 | 0,89 | 357,00 | 400,00 | 0,60 |
| Sellerie (Knolle) | 77,00 | 414,00 | 14,00 | 50,00 | 69,00 | 0,44 | 385,00 | 2400,00 | 0,89 |
| Sellerie (Stange) | 125,00 | 329,00 | 12,00 | 80,00 | 48,00 | 0,18 | 139,00 | 975,00 | * |
| Spargel | 4,30 | 203,00 | 18,00 | 26,00 | 44,00 | 0,68 | 396,00 | 7000,00 | 1,00 |
| Weißkraut | 12,00 | 269,00 | 14,00 | 45,00 | * | 0,37 | 224,00 | 3000,00 | 2,40 |
| Zuckerhut | 8,00 | 290,00 | * | 36,00 | 45,00 | 1,10 | 200,00 | * | * |
| Zuckermais | 6,00 | 270,00 | 91,00 | 8,30 | 213,00 | 1,50 | 1700,00 | 2600,00 | 12,00 |
| Blumenkohl (Karfiol) | 13,00 | 282,00 | 17,00 | 22,00 | 49,00 | 0,51 | 295,00 | 700,00 | 0,94 |
| Brokkoli | 19,00 | 279,00 | 24,00 | 58,00 | 82,00 | 0,80 | * | * | * |
| Kohl (Wirsing) | 8,50 | 236,00 | 12,00 | 64,00 | 56,00 | 0,55 | 248,00 | 2600,00 | 1,20 |
| Kohlrabi | 20,00 | 322,00 | 43,00 | 59,00 | 50,00 | 0,48 | 246,00 | 728,00 | 0,70 |
| Meerrettich (Kren) | 9,00 | 628,00 | 33,00 | 94,00 | 93,00 | 1,20 | 1400,00 | 1000,00 | 0,20 |
| Rotkraut (Blaukraut) | 11,00 | 241,00 | 18,00 | 37,00 | 29,00 | 0,44 | 236,00 | 2900,00 | 0,92 |
| Speisekürbis | 3,10 | 304,00 | 8,00 | 22,00 | 44,00 | 0,80 | 200,00 | 1400,00 | * |

Die Vitamingehalte der Gemüseartenauswahl sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3: Vitamingehalt Gemüseauswahl (1) (2). Die Angaben sind pro 100 g Frischgewicht.

| Gemüseart | VITAMINE | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| | Vitamin A [µg] | Ascorbinsäure Vitamin C [mg] | Tocopherol Vitamin E [µg] | Vitamin K [µg] | Thiamin Vitamin B1 [µg] | Riboflavin Vitamin B2 [µg] | Niacin Vitamin B3 [µg] | Pantothensäure Vitamin B5 [µg] | Pyridoxin Vitamin B6 [µg] | Folsäure Vitamin B9 [µg] | Cholecalciferol Vitamin D [µg] | Cobalamin Vitamin B12 [µg] |
| Bierrettich | 1,6 | * | * | 340 | 30 | 30 | 400 | 180 | 60 | 0 | 24 | 27 |
| Eisbergsalat | 73,00 | * | 600,00 | * | 110,00 | 10,00 | 30,00 | * | * | 0,00 | * | 15,00 |
| Karotte | 1500,00 | * | 465,00 | 15,00 | 69,00 | 53,00 | 580,00 | 270,00 | 270,00 | 0,00 | 26,00 | 7,00 |
| Kopfsalat | 187,00 | * | 601,00 | 109,00 | 109,00 | 78,00 | 320,00 | 110,00 | 57,00 | 0,00 | 59,00 | 13,00 |
| Lauch (Porree) | 123,00 | * | 529,00 | 47,00 | 79,00 | 68,00 | 530,00 | 140,00 | 263,00 | 0,00 | 103,00 | 24,00 |
| Rote Rübe | 1,80 | 10,00 | 47,00 | * | 22,00 | 42,00 | 230,00 | 130,00 | 50,00 | 83,00 | * | 0,00 |
| Sellerie (Knolle) | 2,50 | 8,30 | 540,00 | 41,00 | 36,00 | 70,00 | 900,00 | 510,00 | 200,00 | 76,00 | * | 0,00 |
| Sellerie (Stange) | 483,00 | 7,00 | * | 29,00 | 48,00 | 76,00 | 550,00 | 430,00 | 90,00 | 7,00 | * | 0,00 |
| Spargel | 87,00 | * | 2000,00 | 39,00 | 114,00 | 105,00 | 1000,00 | 620,00 | 54,00 | 0,00 | 108,00 | 20,00 |
| Weißkraut | 12,00 | 52,00 | 1700,00 | 66,00 | 43,00 | 47,00 | 320,00 | 260,00 | 190,00 | 31,00 | * | 0,00 |
| Zuckerhut | 260,00 | * | 600,00 | * | 100,00 | * | * | * | * | 0,00 | * | 24,00 |
| Zuckermais | 185,00 | * | 2000,00 | 40,00 | 360,00 | 200,00 | 1500,00 | 650,00 | 400,00 | 0,00 | 26,00 | * |
| Blumenkohl (Karfiol) | 1,70 | 64,00 | 89,00 | 57,00 | 88,00 | 92,00 | 600,00 | 1000,00 | 200,00 | 88,00 | * | 0,00 |
| Brokkoli | 50,00 | 115,00 | 600,00 | * | 100,00 | 200,00 | 1100,00 | * | 280,00 | * | * | |
| Kohl (Wirsing) | 7,50 | * | 2,50 | * | 59,00 | 64,00 | 331,00 | 210,00 | 156,00 | 0,00 | 90,00 | 49,00 |
| Kohlrabi | 33,00 | * | * | * | 48,00 | 46,00 | 1800,00 | 100,00 | 71,00 | 0,00 | 70,00 | 63,00 |
| Meerrettich (Kren) | 3,30 | * | * | * | 140,00 | 110,00 | 600,00 | * | 180,00 | 0,00 | * | 114,00 |
| Rotkraut (Blaukraut) | 2,50 | * | 1,70 | 25,00 | 63,00 | 44,00 | 430,00 | 320,00 | 150,00 | 0,00 | 35,00 | 57,00 |
| Speisekürbis | 128,00 | * | 1100,00 | * | 47,00 | 65,00 | 500,00 | 400,00 | 110,00 | 0,00 | 36,00 | 12,00 |

6. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe

6.1. Einleitung (3)

Sekundäre Pflanzenstoffe sind Produkte aus der sogenannten Apotheke der Natur. Sie werden in Pflanzenzellen zum Schutz vor negativen Umwelteinwirkungen und zur Abwehr gegen Bakterien, Viren, Pilze, Keime und krankheitserregende Mikroben sowie gefräßige Insekten, Würmer, Käfer oder Vögel gebildet. Es sind heute mehr als 30.000 dieser Abwehrstoffe bekannt. Diese [Mikronährstoffe](#) entfalten ihre positive Wirkung auch im Menschen, wenn sie in geeigneten Konzentrationen aufgenommen werden. Hier gilt wie überall, die Dosis macht die Wirkung. Zu hohe Konzentrationen an sekundären Pflanzenstoffen z.B. durch Nahrungsergänzungsmittel zugeführt, führen zu negativen Auswirkungen, wie Hemmung von [Enzymen](#) oder Beeinträchtigung der Übertragung von [Nervenreizen](#). Der regelmäßige Verzehr von Obst und Gemüse kann eine solche, giftige Wirkung jedoch nicht hervorrufen.

Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe werden aufgrund ihrer [chemischen Struktur](#) und Eigenschaft in unterschiedliche Gruppen eingeteilt.

Man unterteilt diese Pflanzenstoffe in die folgenden Hauptgruppen mit entsprechenden, Untergruppen falls eine Unterteilung sinnvoll ist:

- **Carotinoide**
 - Xanthophylle (sauerstoffhaltig)
 - Carotine (sauerstofffrei)
- **Glucosinolate**
- **Polyphenole**
 - Phenolsäuren
 - Flavonoide
 - Anthocyane
 - Flavone etc.
- **Phytosterine**
- **Phytohormone**
 - Isoflavonoide
 - Lignane
 - Coumestane
- **Protease-Inhibitoren**
- **Saponine**
- **Sulfide**
- **Monoterpene**

Diese sekundären Pflanzenstoffe sind in unserer Gemüseartenauswahl häufig, teilweise oder auch gar nicht enthalten. In Tabelle 4 ist aufgeschlüsselt, in welcher Gemüseart, welche Inhaltsstoffe enthalten sind.

Tabelle 4: Vorkommen sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe in ausgewählten Gemüsesorten (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20)

| Bezeichnung | Carotinoide | Glucosinolate | Polyphenole | | | | Phyto-sterine | Phyto-östrogene | Protease-Inhibitoren | Saponine | Sulfide | Mono-terpene |
|--|-------------|---------------|---------------|--------------|------------|------------|---------------|-----------------|----------------------|----------|---------|--------------|
| | | | Gesamtphenole | Phenolsäuren | Flavonoide | Anthocyane | | | | | | |
| Für Eferding wichtige Gemüsearten | | | | | | | | | | | | |
| Bierrettich | X | ja | ja | ja | ja | X | X | X | X | X | X | X |
| Karotte | Ja | X | ja | ja | X | X | ja | ja | X | X | X | X |
| Kopf- und Eissalat | ja | X | ja | ja | X | X | ja | ja | X | X | X | X |
| Lauch (Porree) | ja | X | ja | ja | ja | X | ja | ja | X | X | ja | X |
| Rote Rübe | ja | X | ja | X | X | X | ja | ja | ja | ja | X | X |
| Sellerie (Knolle) | ja | X | ja | ja | ja | X | ja | ja | X | X | X | ja |
| Sellerie(Stange) | ja | X | ja | ja | ja | X | ja | ja | X | X | X | ja |
| Spargel | X | X | ja | ja | X | X | ja | ja | X | ja | X | X |
| Weißkraut | ja | ja | ja | ja | ja | X | ja | ja | X | X | X | X |
| Zuckerhut | ja | X | ja | X | X | X | ja | ja | X | X | X | X |
| Zuckermais | ja | X | X | X | X | X | ja | ja | X | X | X | X |
| Interessante Gemüsearten hinsichtlich Inhaltsstoffe | | | | | | | | | | | | |
| Blumenkohl | ja | ja | ja | X | ja | X | ja | ja | X | X | X | X |
| Brokkoli | ja | ja | ja | ja | ja | X | ja | ja | X | X | X | X |
| Kohl (Wirsing) | ja | ja | ja | ja | ja | X | X | ja | X | X | X | X |
| Kohlrabi | X | ja | ja | X | X | X | X | ja | X | X | X | X |
| Kren | X | ja | ja | X | ja | X | X | ja | X | X | X | X |
| Kürbis | ja | X | X | X | X | X | ja | ja | X | X | X | X |
| Rotkraut | X | ja | ja | ja | ja | ja | X | ja | X | X | X | X |

Abhängig von der chemischen Struktur sind die sekundären Pflanzeninhaltsstoffe auch mehr oder weniger bioverfügbar.

Siehe Tabelle 5 für einen ersten groben Überblick der Bioverfügbarkeit sekundärer Pflanzenstoffe, wenn bekannt.

Tabelle 5: Grobe Einteilung hinsichtlich der Bioverfügbarkeit sekundärer Pflanzenstoffe in Gemüse (21).

| Bioverfügbarkeit | | |
|--|-----------------------|----------------------------------|
| hoch: >15 % | mittel: 15-3 % | nieder: < 3 % |
| Carotinoide (erhitztes Gemüse) | Phytosterine | Carotinoide (unerhitztes Gemüse) |
| Glucosinolate | Phenolsäuren | Saponine |
| Flavonoide (ohne Anthocyane und Flavone) | | Anthocyane |
| Phytoöstrogene | | Flavone |
| Monoterpene | | |
| Sulfide | | |

6.2. Carotinoide (22) (23)

6.2.1. Einleitung

Carotinoide lassen sich aufgrund ihrer [chemischen Struktur](#) in sauerstofffreie Carotine und sauerstoffhaltige Xanthophylle einteilen, siehe Tabelle 6.

Tabelle 6: Die wichtigsten in Gemüse vorkommenden Carotinoide unterteilt in sauerstofffreie Carotine und sauerstoffhaltige Xanthophylle.

| Carotinoide | |
|-------------------|------------------------|
| Carotine | Xanthophylle |
| α –Carotin | Lutein |
| β –Carotin | Zeaxanthin |
| Lykopen | β –Cryptoxanthin |

Carotine finden sich überwiegend in orange-gelb-rottem Gemüse und Obst, wohingegen Xanthophylle hauptsächlich in grünblättrigem Gemüse vorkommen, siehe Tabelle 7. Carotine haben eine sehr viel höhere Hitzestabilität als Xanthophylle, welche bei länger andauernder Hitzeeinwirkung Verluste von bis zu 50% verzeichnen.

Tabelle 7: Carotinoidgehalt für die ausgewählten Gemüsearten. Die Gehalte sind pro 100 g Frischsubstanz angegeben. X= nicht enthalten, NN= nicht nachweisbar (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20).

| Name | Carotinoide [$\mu\text{g}/100\text{ g}$] | | | | | |
|-------------------|--|-------------------|-------------------|---------|------------------------|-----------------------|
| | Gesamt Carotinoide | Carotine | | | Xanthophylle | |
| | | β - Carotin | α -Carotin | Lykopen | β -Cryptoxanthin | Lutein und Zeaxanthin |
| Bierrettich | X | X | X | X | X | X |
| Karotte | 18300 | 7900 | 3600 | 0 | NN | 260-313 |
| Kopf-und Eissalat | 3248-3684 | 1200 | 1 | X | 27-43 | 1800 |
| Lauch (Porree) | 20-3680 | 3980 | NN | NN | NN | 1600-3680 |
| Rote Rübe | 1678 | 9 | NN | NN | NN | 1669 |
| Sellerie (Knolle) | 20-200 | NN | NN | NN | NN | 200 |
| Sellerie (Stange) | 20-200 | NN | NN | NN | NN | 200 |
| Spargel | X | X | X | X | X | X |
| Weißkraut | 204,4-1017 | 20,07 - 410 | 1,0-12,0 | 0 | NN | 80-1017 |
| Zuckerhut | 1300-2600 | NN | NN | NN | NN | 2600 |
| Zuckermais | 1714-1850 | 156-186 | NN | NN | 21-48 | 500- 1784 |

| | | | | | | |
|----------------------|------------|------------|-------|---------|--------|------------|
| Blumenkohl (Karfiol) | 28,2- 1300 | 1,45-140 | 0-32 | NN | NN | 20-1300 |
| Brokkoli | 1500 | 48,0 -1920 | 0-1 | NN | NN | 780-3960 |
| Kohl (Wirsing) | 6033-48953 | 2840-9230 | 50-70 | NN | NN | 3040-39550 |
| Kohlrabi | X | X | X | X | X | X |
| Kürbis | 227-6900 | 1135-3100 | 3800 | 79-1200 | 2,5-84 | 70-1700 |
| Meerrettich (Kren) | X | X | X | X | X | X |
| Rotkraut (Blaukraut) | X | X | X | X | X | X |

Es sind 650 Carotine aktuell bekannt wovon 50 Provitamin-A Verbindungen sind welche sich im Körper zu Vitamin A umwandeln. Ausreichend erforschte Carotinoid Subtypen und deren [chemische Struktur](#) sind in Abbildung 1 dargestellt ist.

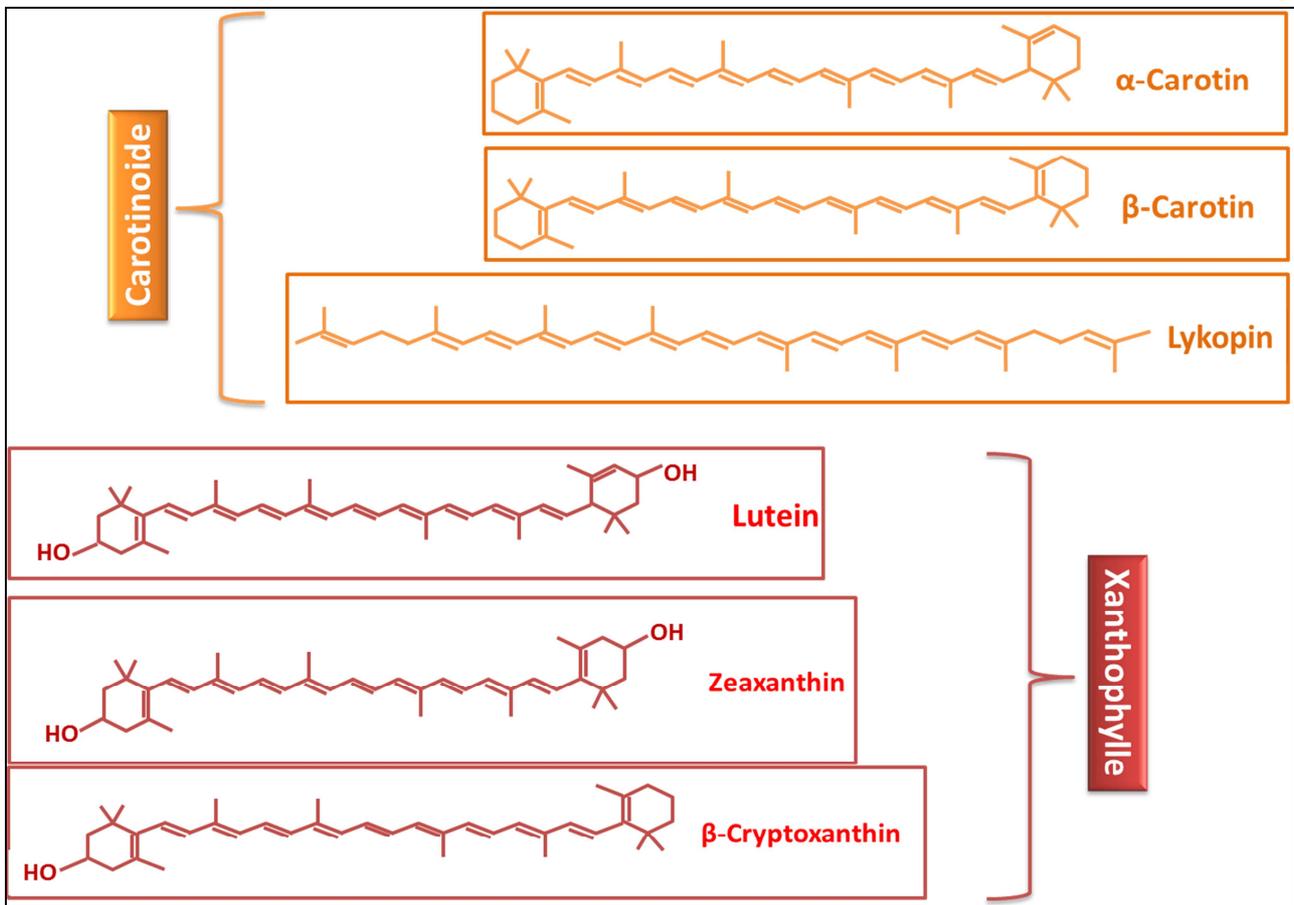


Abbildung 1: [Strukturformeln](#) der wichtigsten Carotinoide. Man kann sehen, dass es sich allesamt um langkettige Kohlenstoff Moleküle handelt welche, bis auf Lycopin, einen Ring an jedem Ende enthalten. Die Änderung liegt jeweils an der Anzahl an Bindungen und funktionellen Gruppen (OH-, COOH-, etc.) an diesen Ringen, wo sich die Bindungen bzw. funktionellen Gruppen befinden und wie viele davon vorhanden sind (22).

6.2.2. Bioverfügbarkeit (22) (23)

Carotinoide werden über denselben Weg aufgenommen wie [Fette](#), siehe Kapitel, [„Wie funktioniert die Aufnahme von Nährstoffe in den Körper?“](#). Die Aufnahme erfolgt im Dünndarm und für eine optimale Resorption (Aufnahme) ist die Anwesenheit von [Fetten](#) und Gallensäure wichtig. Carotinoidhaltige Lebensmittel die vor dem Verzehr zerkleinert oder gekocht werden, zeigen eine höhere Freisetzung von Carotinoiden als roh verzehrte, siehe auch Kapitel 8.10.

Je nach Carotinoidart, werden 50-70% der zugeführten und für den Körper verfügbaren (also der aus den Lebensmitteln freigesetzte Anteil) Carotinoide in den Körper aufgenommen. Carotinoide benötigen [Gallensäuremizellen](#) um in die Darmepithelzellen mittels passiver Diffusion aufgenommen zu werden.

Dies geschieht entlang eines Konzentrationsgefälles. Sind in den Darmepithelzellen (Abbildung 57, Abbildung 58, Abbildung 61, Abbildung 62) und im Plasma bereits hohe Konzentrationen an Carotinoiden vorhanden schränkt das die Aufnahme ein. Nur wenn diese Konzentration entsprechend gering ist, werden Carotinoide entsprechend absorbiert. Zusätzlich wirken die [Gallensäuremizellen](#) limitierend, da sie eine eingeschränkte Aufnahmekapazität für Carotinoide haben. Zusätzlich wirken sich hohe Konzentrationen an Phytosterinen z.B. aus Margarine und Ballaststoffe negativ auf die Aufnahmerate von Carotinoiden in die Darmzellen aus.

In den Dünndarmzellen (Abbildung 57, Abbildung 58, Abbildung 61, Abbildung 62) werden die Carotinoide in [Chylomikronen](#) verpackt und über das Lymphsystem in die Blutbahn befördert um abschließend in der Leber zu landen

Die Carotinabgabe aus den Dünndarmzellen ist im Gegensatz zur Aufnahme reguliert. Dies wurde festgestellt, da bei Aufnahme von [Fett](#) und Carotinoiden, die [Triglyzeride](#) (Fettbausteine) im Blut schneller nachweisbar sind als die Carotinoide, welche zeitverzögert abgegeben werden. Carotinoide werden im Körper ausschließlich über [Lipoproteine](#) befördert. Dabei gibt es Unterschiede beim Transport von Carotinen und Xanthophyllen. Erstere werden vor allem durch LDL und VLDL (**Low Density-** und **Very Low Density Lipoproteins**) und zweitere verteilen sich gleichmäßig auf LDL und HDL (**Low Density-** und **High Density Lipoproteins**). Der Unterschied dieser Lipoproteine liegt in ihrer Dichte, die von niedrig – hoch variiert.

Carotinoide verweilen 5-10 Tage im Körper. Sie können so lange gespeichert werden, da sie fettlöslich sind. Die Verteilung der Carotinoide im Gewebe des Körpers ist noch unzureichend untersucht. Es ist aber bewiesen, dass Lutein und Zeaxanthin sich in der Netzhaut und Lykopin im Hodengewebe anreichern. Dies weist darauf hin, dass unterschiedliche Carotinoide in verschiedenen Gewebearten spezielle Wirkungen haben.

Aus Tabelle 7 sind die Gehalte an Carotinoiden in verschiedenen Gemüsen aufgelistet. Aus der Tabelle geht hervor, dass Wirsingkohl das Gemüse mit der höchsten Carotinoid Konzentration ist. Dies liegt an seinen hohen Werten an Lutein und Zeaxanthin. Er kann bis 49 000 µg/100g Frischgewicht enthalten. Nehmen wir an, der Kohl wird vor dem Verzehr gekocht, so werden etwa 50 % der Carotinoide zerstört, hauptsächlich die Xanthophylle da sie hitzeempfindlicher sind als die Carotine. Da die Xanthophylle Lutein und Zeaxanthin den Hauptbestandteil der Carotinoide im Kohl ausmachen, siehe Tabelle 7, reduzieren wir den Gehalt um 50 %. Somit bleibt ein Gehalt von 24 500 µg/100g über. Die Bioverfügbarkeit von Carotinoiden ist allgemein zwischen 50-70 %, wir nehmen das Mittelmaß an, also 60 %. Demnach werden von den 24 500 µg nur etwa 14 700 µg/ 100g Kohlgemüse in den Körper aufgenommen. Dies kann nur unter der Voraussetzung geschehen, dass genügend Fett mit der Nahrung aufgenommen wurde. 14 700 µg entsprechen 14,7 mg und 0,0147 g / 100g Kohlgemüse.

Nun entspricht eine Portion in etwa diesen 100 g. Geht man von einer durchschnittlichen [molaren Masse](#) von 550,21 g/ Mol aus, so ergibt sich nach obenstehender Berechnung eine Plasmakonzentration von 4,5 µmol/L Blut. Diese Konzentration ist definitiv hoch genug um einen therapeutischen Effekt auszulösen. Schon ab Plasmakonzentrationen von 10 -100 nmol (Nanomol)/ L Blut ergibt sich ein therapeutischer Effekt.

Rechnet man das ganze Beispiel mit Sellerie durch, der einen maximalen Gehalt von 200 µg/100g Frischgewicht an Carotinoiden enthält, ergibt sich z.B. eine Plasma Konzentration von 18 nmol/ L Blut, was immer noch in der therapeutischen Breite zu liegen kommt jedoch schon eher an der unteren Grenze ist und man daher davon ausgehen muss, dass der Effekt nicht so stark ist wie bei Kohl.

6.2.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten

Tabelle 8: Die Wirkungen der Carotinoide zusammenfassend dargestellt.

| | Herz-Kreislauf | | Antikancerogene Wirkung | Antioxidative Wirkung | Immunsystem stärkende Wirkung |
|--------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| | Cholesterinsenkend | Gegen Arterienverkalkung | | | |
| Carotinoide | JA | JA | JA | JA | JA |

6.2.3.1. Herz-Kreislaufferkrankungen (22) (4)

Cholesterinsenkende Wirkung (22) (4)

In „in vitro“ sowie „in vivo“ Studien wurde vor einiger Zeit bewiesen, dass das Carotinoid Lykopen die 3-Hydroxy-3-Methyl-glutaryl-Coenzym-A-Reduktase, ein Schlüsselenzym bei der Cholesterinherstellung im Körper, hemmen kann und dadurch die Konzentration an LDL (Low Density Lipoproteine)-Cholesterin im Plasma senkt.

Dies bewirkt ein verringertes Risiko an **Arteriosklerose (Gefäßverkalkung)** und daraus resultierenden **kardiovaskulären Erkrankungen** die bis zum **Herzinfarkt** führen können zu erkranken. Arteriosklerose bildet sich unter anderem, wenn ein zu hohes Angebot an LDL-Cholesterin im Plasma vorhanden ist. Durch das Überangebot kommt es zu Ablagerungen an den Gefäßwänden und zur befürchteten Gefäßverkalkung, welche zu einem Herzinfarkt führen kann.

Arterienverkalkung (Arteriosklerose) (24) (17)

Arteriosklerose ist einer der Hauptgründe für einen Herzinfarkt. Zahlreiche Studien welche die Aufnahme von Carotinoiden und einem damit zusammenhängenden, verminderten Risiko für Herz-Kreislaufferkrankungen untersuchten, brachten folgende Ergebnisse.

Z.B. haben Personen, welche eine Plasmakonzentration von $> 0,65 \mu\text{mol/L}$ α -, und β -Carotin enthalten ein um 50% geringeres Risiko an Arteriosklerose zu erkranken als jene mit einer Konzentration von $0,4 \mu\text{mol/L}$.

In vitro Studien haben ergeben, dass Lutein, Astaxanthin und Zeaxanthin die LDL-Oxidation verhindern, was in ex vivo Studien auch teilweise belegt wurde.

Da LD-Lipoproteine die Transporter von β -Carotin und Lykopen sind, unterstützt dies die Hypothese, dass durch einen erhöhten Verzehr von carotinoidhaltigen Lebensmitteln die Lipidperoxidation verhindert und somit die Entstehung einer Arteriosklerose wirkungsvoll eingedämmt werden kann, da Carotinoide die Fähigkeit besitzen Peroxylradikale zu inaktivieren und Singulett Sauerstoff effektiv zu „quenchen“.

6.2.3.2. Antikanzerogene Wirkung (22) (4) (17) (25)

Eine Vielzahl an epidemiologischen Studien haben bewiesen, dass der Verzehr von Obst und Gemüse das reich an Carotinoiden ist, in einem geringeren Risiko einiger Tumorarten resultiert. Welche der Carotinoide dafür verantwortlich sind, konnte nicht eindeutig festgestellt werden. Eine Studie aus Amerika und weitere Studien haben hervorgebracht, dass Carotinoide vor allem die Entstehung von Lungenkrebs eindämmen.

In einer anderen Studie wurde gezeigt, dass die Höhe der Zufuhr immer die Plasmakonzentration an β -Carotin beeinflusst. Außerdem wurde eine niedrige β -Carotin Plasmakonzentration mit einem erhöhten Krebsrisiko assoziiert.

Zahlreiche epidemiologische Studien haben ergeben, dass β -Carotin eine starke Schutzwirkung vor Prostatakrebs besitzt. Dies wurde in einer anderen Studie widerlegt in welcher vor allem Lycopin vor Prostatakrebs zu schützen schien. Eine weitere Studie hat jedoch bei einem in vitro Experiment bestätigt, dass eine Konzentration von 20- 60 μmol Lycopin das Zellwachstum von Prostatakrebszellen um 25-35 % reduziert und der programmierte Zelltod (Apoptose) von Tumorzellen häufiger hervorgerufen wird. Das Experiment wurde für 48, 72 und 96 Stunden durchgeführt. Es wurde in ähnlichen Studien herausgefunden, dass Lykopine in Prostatakrebszellen die Apoptose durch oxidative Schäden und Schädigung der Mitochondrien (Atmungsorgane der Zelle) hervorrufen.

Allgemein kann gesagt werden, dass Carotinoide eine Schutzwirkung gegenüber Prostata-, und Lungenkrebs haben, jedoch noch nicht gänzlich klar ist, in welcher Konzentration und Mischung die Carotinoide ihre volle Wirkung entfalten.

Man vermutet auch, dass β -Carotin eine schützende Wirkung bei Brust-, Magen-, Gebärmutterhals-, und Speiseröhrenkrebs hat.

Studien haben außerdem bestätigt, dass Xanthophylle (sauerstoffhaltige Carotinoide) welche 60-80 % der Carotinoide in frischem Gemüse ausmachen, im Wesentlichen für dessen antikanzerogene Wirkung verantwortlich sind.

Bei einer Studie mit US-Amerikanern wurde festgestellt, dass Lycopin das mengenmäßig am meisten vorkommende Carotinoid im Blut war. Zusätzlich wurde festgestellt, dass eine hohe Konzentration an Lycopin mit einem verringerten Risiko für Bauchspeicheldrüsen-, Gallenblasen-, und Mastdarmkrebs einhergeht. Außerdem hat eine Studie mit an Gebärmutterkrebs erkrankten Frauen gezeigt, dass deren Lycopin-, Canthaxanthin-, und β -Carotin Plasmakonzentration geringer war als die einer Kontrollgruppe.

Ein Grund für die antikarzinogene Wirkung dieser bioaktiven Pflanzenstoffe soll laut Studien ihr Einfluss auf gap-junctions sein. Gap-junctions sind die Kommunikationskanäle der Zellen, sie werden von speziellen Proteinen, unter anderem Connexin, gebildet und dienen der Zell-Zell Kommunikation, siehe Abbildung 2. Die gestörte Kommunikation von Zellen führt zu vermehrtem Zellwachstum und in weiterer Folge zu Krebsbildung. In vitro (im Reagenzglas) Studien haben gezeigt, dass Carotinoide die Zell-Zell Kommunikation positiv beeinflussen, da sie die mRNA Expression für Connexin erhöhen.

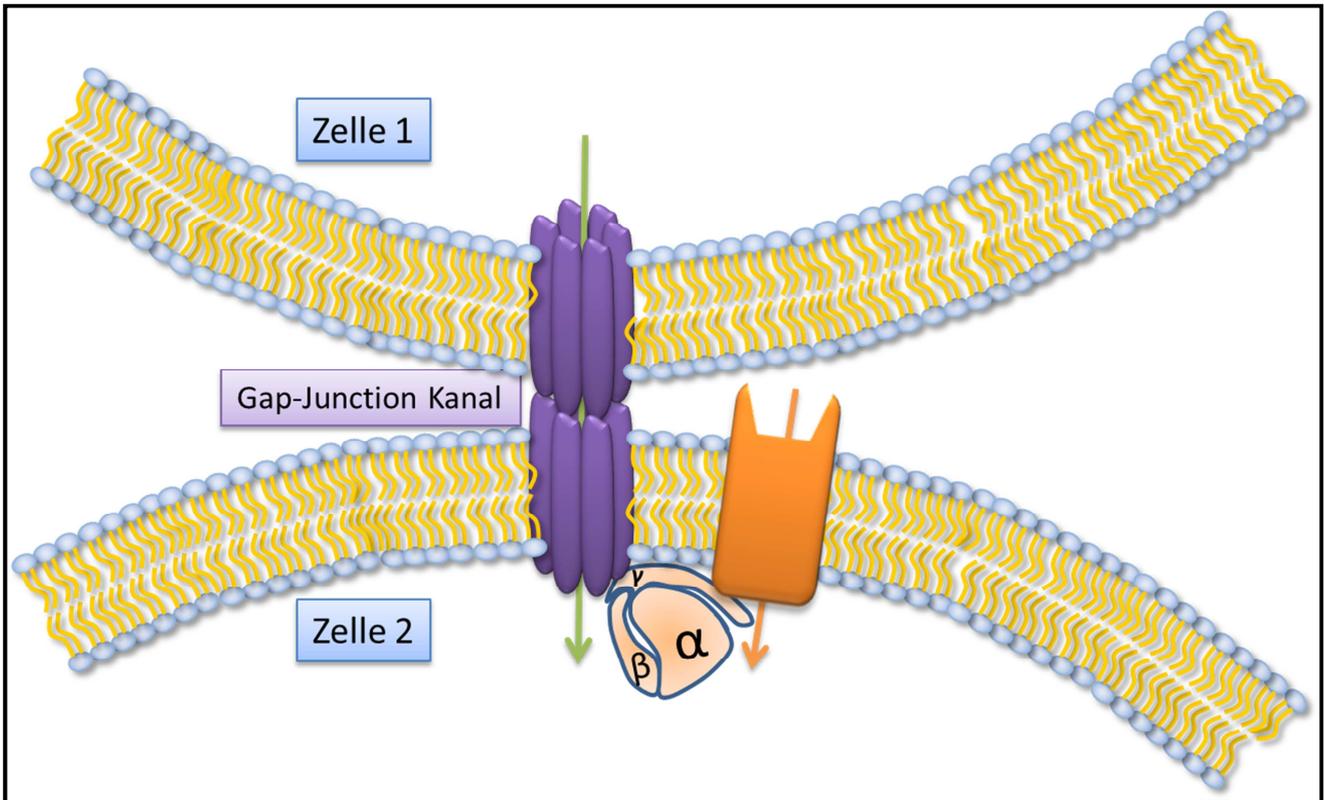


Abbildung 2: Diese Abbildung zeigt, wie Zellen miteinander kommunizieren. Dies erfolgt über sogenannte "Gap junctions" oder "Tight junctions". Dies sind Kommunikationskanäle, welche aus dem Protein Connexin aufgebaut sind.

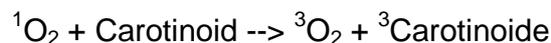
Zusammengefasst beeinflussen Carotinoide vermutlich folgende biologische Prozesse:

- **Krebsentstehungsphase (Phase 1)**
 - Hemmung von Phase-I-Enzyme
Inhibition von Monooxygenasen in der Initiationsphase. Dies verhindert die Bildung von reaktiven, krebserregenden Substanzen.
- **Krebsfortbildungsphase**
 - Antioxidative Wirkung
Die Zellmembran und die DNS werden vor oxidativen Schäden geschützt.
 - Kontrolle der Zellvermehrung
β-Carotin ist ein Provitamin A, welches vom Körper bei Bedarf zu Vitamin A umgewandelt wird. Vitamin A und Carotinoide allgemein spielen eine wichtige Rolle in der Zellvermehrung, da sie die Zell-Zell Kommunikation erhöhen und so die Zelle schützen.

- [Beeinflussung der Zelldifferenzierung](#)
Vitamin A bindet an spezifische Zellkernrezeptoren und aktiviert dadurch Gene die für die Zelldifferenzierung verantwortlich sind. Zusätzlich inhibiert es die Wirkung von Kanzerogenen und hemmt dadurch die Fortbildung von Tumoren.
- [Immunologische Wirkung](#)
β-Carotin und Canthaxanthin bewirken in Tumorgewebe eine erhöhte Immunantwort durch erhöhte Makrophagen (Killerzellen) Produktion und Monozyten Aktivierung (bewirken die Produktion von bioaktiven Proteinen) welche die Tumorbildung verhindern.

6.2.3.3. [Antioxidative Wirkung \(22\) \(4\) \(17\)](#)

Das antioxidative Potential dieser Pflanzenstoffe beruht auf der Fähigkeit von Carotinoiden [Wasserstoffatome](#) und [Elektronen](#) abzugeben. Des Weiteren sind sie sehr leicht zu oxidieren. Außerdem sind sie die effektivsten, natürlich vorkommenden [Singulett-Sauerstoff](#) ($^1\text{O}_2$) Quencher. Singulett-sauerstoff ist extrem reaktiv und führt im Körper zur Oxidation von [Nukleinsäuren](#) ([DNS](#) Bausteinen), [Aminosäuren](#) in [Proteinen](#) und ungesättigten [Fettsäuren](#). Die Neutralisationsreaktion läuft folgendermaßen ab:



Der bei dieser Reaktion entstehende [Triplett –Sauerstoff](#) ist im Gegenteil zum [Singulett-Sauerstoff](#) stabil und nicht reaktiv. Carotinoide erreichen ihren Grundzustand wieder, indem sie Wärme abgeben.



Lykopin, β-Cryptoxanthin und β-Carotin haben sich außerdem als sehr effiziente [Radikalfänger](#) erwiesen.

Ein interessanter Aspekt der bei Studien mit Studenten erkannt wurde ist, dass ein vermehrter Verzehr von carotinoidreichen Obst -und Gemüsesorten Schutz vor [Lipidperoxidation](#) und oxidativen [DNS](#)-Schäden zur Folge hat, wohingegen bei der Einnahme von β-Carotin Supplementen dieser Effekt nicht nachgewiesen werden konnte.

6.2.3.4. [Immunsystem stärkende Wirkung \(22\) \(4\)](#)

Supplementierung mit β-Carotin in einer Menge die auch über Lebensmittel aufgenommen werden kann (15 mg/Tag) ergab bei Erwachsenen nach 26 Tagen eine deutliche Stimulation der Immunzellen.

Bei in vitro Studien mit Astaxanthin wurde festgestellt, dass dadurch die Antikörperbildung gesteigert wurde.

In vivo Studien an älteren (>65 Jahre) Männern und mittelalten (51-64 Jahre) Männern hat gezeigt, dass bei Gruppe „älter“ die Einnahme von mindestens 25 mg β -Carotin die Produktion von Killerzellen erhöhte und bei Gruppe „mittelalt“ die gesteigerte Expression von Adhäsionsmolekülen (wichtig für Zell-Zell Kommunikation) und ex-vivo Sekretion (Ausscheidung) vom Tumornekrosefaktor- α , dessen wichtigste Funktion die Regulation von Immunzellen ist.

Weitere immunologische Wirkungen von Carotinoiden sind:

β -Carotin

- Stimulation der Zytokinsynthese
- Verhinderung einer durch Stress oder radioaktive Strahlen ausgelösten Thymus-Rückbildung (Drüse des Lymphdrüsensystems) sowie einer Lymphopenie (Mangel an Lymphozyten im Blut)
- Erhöhung der Transplantatabstoßung
- Erhöhung der T-Helfer-Lymphozyten
- Erhöhung der Aktivität der natürlichen Killerzellen bei alten Menschen

β -Carotin, Bixin

- Verstärkung der Regression(Rückgang od. Rückbildung) viral ausgelöster Tumore

β -Carotin, Canthaxanthin

- Verstärkung der T-und B-Lymphozyten

β -Carotin, Canthaxanthin, Astraxanthin

- Erhöhung der Zytotoxizität der Makrophagen sowie der Aktivität der T-Lymphozyten

Der Verzehr von carotinoidreichen Gemüsesorten hat gezeigt, dass diese einem erhöhten Lymphozyten Wachstum sowie vermehrter Produktion von Interleukinen (gehören zu den von den Immunzellen produzierten Zytokinen) führt.

6.2.4. Negative Effekte (22)

Die folgenden negativen Effekte konnten in Studien festgestellt werden:

- β -Carotin Supplemente können in Konzentrationen > 20 mg/Tag bei Rauchern zu einem erhöhten Lungenkrebsrisiko führen.
- Eine Einnahme von Konzentrationen an Carotinoiden > 30 mg/Tag bei Zufuhr über einen längeren Zeitraum eine reversible Gelbfärbung der Haut sowie reversible Leberschäden zur Folge.
- Bei einer Einnahme von Canthaxanthin in Konzentrationen von 50-100 mg täglich über mehrere Monate, kommt es zu kristallinen Ablagerungen des Carotinoids in der

Netzhaut und deren Schädigung. Nach Beendigung der Einnahme dieser Supplemente, bauen sich die Kristalle wieder ab.

Die empfohlene tägliche Menge an Carotinoiden zur Prävention von oben beschriebenen Erkrankungen ist mit 2-6 mg angegeben (22). Dies gilt für gesunde Erwachsene und kann mit 5 Portionen Obst und Gemüse täglich erreicht werden.

6.3. Glucosinolate (26) (27)

6.3.1. Einleitung

Glucosinolate, oder auch Senfölglycoside, werden im Sekundärstoffwechsel von Pflanzen aus [Aminosäuren](#) (Eiweißbausteinen) gebildet. Sie kommen vor allem in der Pflanzengruppe der Kreuzblütler (Senf, Kresse, Meerrettich und Kohlgemüse) vor und sind für deren typischen Geschmack verantwortlich, siehe Tabelle 9.

Tabelle 9: Glucosinolatgehalt der Gemüseartenauswahl. Glucosinolate sind, wie in der Literatur auch beschrieben hauptsächlich in Kreuzblütlern vorhanden wie Kraut, Kohl, Brokkoli usw. (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20).

| Gemüseart | Glucosinolate [mg/100g] |
|---|-------------------------|
| Bierrettich | 68-172 |
| Weißkraut | 8,67- 180 |
| Karotte, Kopf -, und Eissalat, Lauch, Rote Rübe, Sellerie, Spargel, Zuckerhut, Zuckermais | X |
| Blumenkohl (Karfiol) | 11,7-90,5 |
| Brokkoli | 24,4-474 |
| Kohl (Wirsing) | 209 |
| Kohlrabi | 100-109 |
| Kürbis | X |
| Meerrettich (Kren) | 498-2678 |
| Rotkraut (Blaukraut) | 64,2-68 |

Alle Glucosinolate sind chemisch gleich aufgebaut und unterscheiden sich lediglich in einem, für jedes Glucosinolat variierenden Rest (R), welcher als Isothiocyanat bezeichnet wird, siehe Abbildung 3.

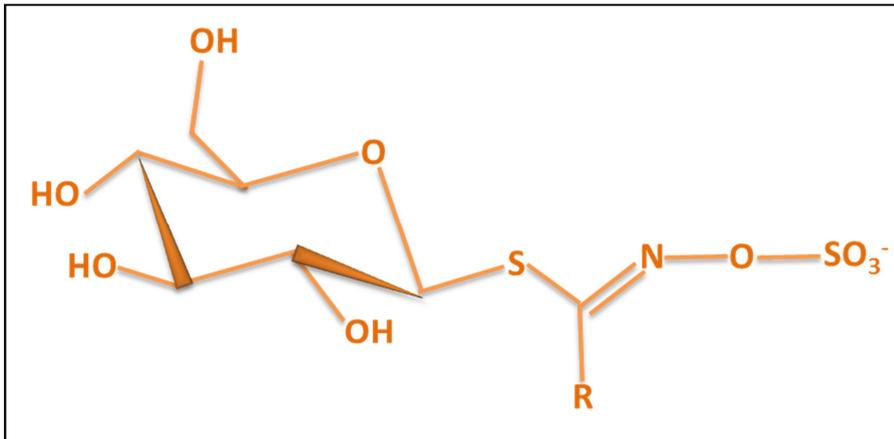


Abbildung 3: Grundstruktur der Glucosinolate. Die links von dem S (Schwefelatom) stehende Struktur ist ein Einfachzucker. Das R unten in der Mitte steht für das jeweilige gebundene Isothiocyanat, welches für die unterschiedlichen Glucosinolate variiert. Der Zucker und die rechtsstehende chemische Struktur bleiben für alle Glucosinolate gleich (27).

Dieser Rest kann eine aliphatische, aromatische oder indolische Seitenkette sein, siehe Abbildung 4. Diese sogenannten Isothiocyanate sind für die chemischen und sensorischen (Geruchssinn) Eigenschaften der sie enthaltenden Gemüsearten verantwortlich. So resultieren die Schärfe von Meerrettich etwa und der leicht bittere Geschmack von Kohlgemüse wie Blumenkohl von diesen Substanzen.

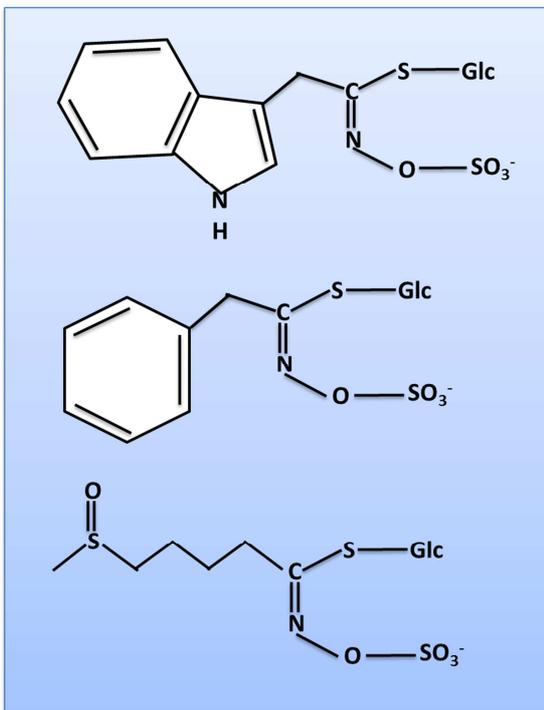


Abbildung 4: Darstellung der variierende Seitenkette dargestellt. Ganz oben die indolische, in der Mitte die aromatische und unten die aliphatische. Der Unterschied liegt darin, dass die aliphatische keinen Ring bildet, die aromatische sich durch einen Ring auszeichnet und die indolische sogar 2 Ringe aufweist. Glc=Glucose, S=Schwefel, O=Sauerstoff, C=Kohlenstoff, N= Stickstoff und SO_3^- = Schwefeltrioxid.

Kochen von glucosinolathaltigem Gemüse inhibiert die Myrosinase, ein [Enzym](#), welches aus Glucosinolaten Glucose, Sulfat (SO_4^{2-}) und Isothiocyanat zu äquimolaren (gleichen) Verhältnissen herstellt. Isothiocyanate sind sehr instabil. Die Myrosinase liegt in Pflanzenzellen räumlich getrennt von den Glucosinolaten vor, erst mechanische Einwirkungen (schneiden, kauen etc.) welche die Pflanzenzellen zerstören bringen das [Enzym](#) mit den Glucosinolaten in Kontakt wodurch der Abbau stattfinden kann.

Allerdings kann bei Ausfall der [Myrosinase](#) auch die Darmflora Glucosinolate zu Glukose, Sulfat und Isothiocyanaten spalten. Trotzdem ist es besser, Kohlgewächse gedünstet, blanchiert oder im Dampferät zuzubereiten. Zusätzlich ist es jedoch auch sehr wichtig Glucosinolate über Rohkost zuzuführen, da so die idealen Mengen an diesen bioaktiven Stoffen vorliegen (26).

6.3.2. [Bioverfügbarkeit](#) (26) (27)

Glucosinolate selbst werden nicht in den Körper aufgenommen. Durch die Aktivität von dem [Enzym](#) Myrosinase, welches die Glucosinolate in die Abbauprodukte die so genannten Isothiocyanate umwandelt, werden sie für den Körper verwertbar. Das derzeit am besten erforschte Isothiocyanat ist Sulforaphan, siehe Abbildung 5.

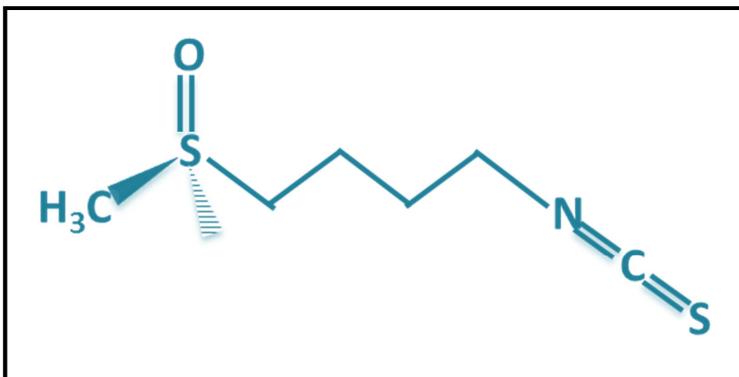


Abbildung 5: Die [Strukturformel](#) des Isothiocyanats Sulforaphan, das Abbauprodukt des Glucosinolats Glucoraphanin.

Isothiocyanate werden aus dem Dünndarm vollständig resorbiert und hauptsächlich über die Nieren ausgeschieden. Für ein besseres Verständnis, wie Stoffe in den Körper aufgenommen werden klicken sie bitte [hier](#).

2 Stunden nach der Aufnahme von Glucosinolat-reicher Nahrung ist im Blut die höchste Plasmakonzentration nachweisbar, d.h., dass zu diesem Zeitpunkt die maximale Menge an Isothiocyanaten aus der Nahrung im Blut auffindbar ist, danach sinkt der Gehalt wieder, da die im Blut befindlichen Isothiocyanate wieder aus dem Körper ausgespült werden.

Nach der Absorption werden Isothiocyanate mit Glutathion gekoppelt und hauptsächlich zu N-Acetylcysteinderivaten (Mercaptursäuren) umgewandelt. Durch diese Verbindung von Isothiocyanaten mit Glutathion, welche von dem [Enzym](#) Glutathion-S-Transferase durchgeführt wird, können sie nun intrazellulär verteilt oder ausgeschieden werden, da sie wasserlöslicher sind. Die räumliche Struktur dieses [Enzyms](#) ist in Abbildung 6 dargestellt.

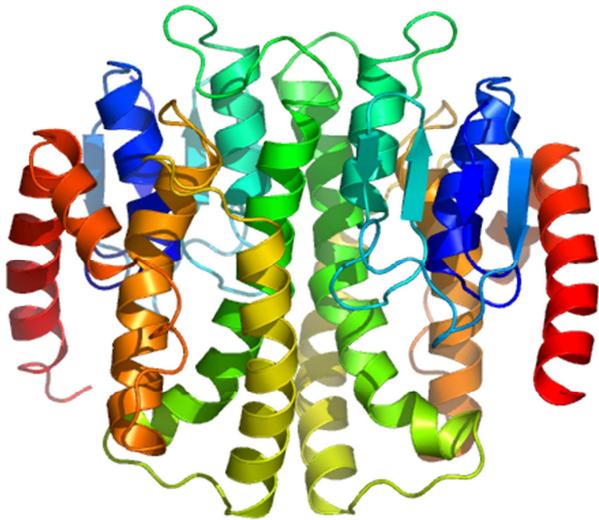


Abbildung 6: Räumliche Struktur des Enzyms Glutathion-S-Transferase. Bildquelle: © http://www.jcsg.org/images/stim/3cbu-YP_295234.1.html

Die höchste Gewebekonzentration an Isothiocyanaten weisen Niere, Leber und die Schleimhäute des Magen-Darmtrakts auf. Das bedeutet, dass sie dort offensichtlich eine spezifische Wirkung haben, welche ist noch nicht restlos klar.

Eine hohe Konzentration an Isothiocyanaten in den Zellen ist notwendig um die [Phase-II-Enzyme \(Entgiftungsenzyme\)](#) zu aktivieren. Da die Isothiocyanate nur gekoppelt mit Glutathion von den Zellen aufgenommen werden ist die Konzentration an Glutathion in diesen Zellen ebenfalls entsprechend hoch.

Schauen wir uns wieder die Gemüseart mit dem höchstmöglichen Glucosinolatgehalt an Meerrettich oder auch Kren genannt. Er enthält 498 -2678 mg/100 g Frischmasse an Glucosinolaten. Diese werden während des Verdauungsprozesses jedoch in Isothiocyanate umgewandelt und so aufgenommen daher muss dies berücksichtigt werden. Man sollte aber auch berücksichtigen, dass die Tatsache, dass es sich um ein instabiles Molekül handelt und durch Kochen teilweise das [Enzym](#) zum Abbau von Glucosinolaten zu Isothiocyanaten inhibiert wird, man in beiden Fällen etwa 50 % Verlust an Isothiocyanaten einrechnen sollte. Die durchschnittliche molare Masse von Glucosinolaten beträgt 427,5 g/mol und die der Isothiocyanate 141,15 g/mol.

Wir können aus Kren, der 498 – 2678 mg/100 g Glucosinolate enthält grob 164,43 – 884,2 mg an Isothiocyanaten erhalten. Berücksichtigen wir den Verlust von 50%, so stehen im

Darm 82,22 – 442,1 mg zur Aufnahme in den Körper zur Verfügung. Da der Großteil der Isothiocyanate aufgenommen wird, wir aber trotzdem mit dem einen oder anderen Verlust rechnen, nehmen wir eine Aufnahmerate von 90 % an. Das ergibt 74 – 397,9 mg Isothiocyanate, die aus 100g Kren in den Körper aufgenommen werden. Daraus ergibt sich eine Plasmakonzentration von 78,6 – 422,8 µmol, was sehr hoch ist und definitiv in der therapeutisch wirksamen Konzentration liegt.

6.3.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten

Tabelle 10: Die Wirkungsweisen der Glucosinolate zusammengefasst dargestellt.

| | Antikancerogene Wirkung | Entzündungshemmende Wirkung | Antimikrobielle Wirkung |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Glucosinolate bzw. Isothiocyanate | JA | JA | JA |

6.3.3.1. Antikancerogene Wirkung (26) (28) (27) (18) (4) (29)

Das Glucosinolate selbst eine spezifische antikarzinogene Wirkung haben, wurde noch nicht bewiesen. Ihre Abbauprodukte, Glucosinolat Derivate haben aber ein immenses Wirkspektrum und kommen in den glucosinolathaltigen Gemüsearten als deren Abbauprodukte vor. Die wichtigsten antikarzinogen wirksamen Glucosinolat Derivate sind Phenethyl-, und Benzylisothiocyant, Benzylthiocyant und Sulforaphan.

Der Verzehr von täglich 2 Portionen Kohlgemüse führt, wie in zahlreichen epidemiologischen Studien nachgewiesen, zu einem um 50 % verringerten [Dickdarmkrebsrisiko](#). Dies ist aber nur bei Personen der Fall, die das GSTM 1-Null Genotyp aufweisen. Das bedeutet so viel wie, dass diese Personen, welche ca. 50 % der Menschen (Kaukasier) ausmachen, die Glutathion-S-Transferase korrekt produzieren. Diejenigen die eine genetische Variation in diesem Gen aufweisen, können dieses für die Umwandlung von Isothiocyanaten wichtige Schlüsselenzym nicht richtig produzieren, wodurch diese sekundären Pflanzenstoffe nicht intrazellulär verteilt werden können. Die Glutathion-S-Transferase baut an die in die Darmepithelzellen aufgenommenen Isothiocyanate Glutathion, welches dann die intrazelluläre Verteilung ermöglicht.

In Tierversuchen wurde ebenfalls einen hemmende Wirkung von Glucosinolat Derivaten für die Entstehung von [Krebs in Lunge, Speiseröhre, Magen, Leber und Brust](#) nachgewiesen. Diese Wirkung beruht auf der kompetitiven Hemmung der Phase-I-Enzyme, welche für die

Entstehung von Krebs durch teilweises aktivieren von Kanzerogenen verantwortlich sind. Je mehr verschiedenartige Glucosinolat-Derivate anwesend sind, desto effektiver ist die Hemmung der Krebsentstehung. Einzelne Derivate konnten die Effekte von einer großen Variation an Derivaten, welche gemeinsam verabreicht wurden, nicht erreichen.

Sulforaphan (27) (26) (18) (4) (29)

Unter den natürlichen Isothiocyanaten (Abbauprodukte der Glucosinolate) nimmt Sulforaphan strukturell eine Sonderstellung ein, da es mit der Sulfinylgruppe ein weiteres Schwefelatom enthält. Das große Interesse der medizinischen Forschung gründet jedoch darauf, dass es unter den getesteten Isothiocyanaten bei weitem das potenteste Antikarzinogen ist.

Sulforaphan zeigt bereits im ppm (Parts per Million) Bereich eine Wirkung. Es wirkt besonders stark auf Phase-II-Enzyme (Entgiftungsenzyme). Auch auf Phase-I-Enzyme hat es einen nicht unwesentlichen Einfluss. Zum Beispiel hemmt es das Karzinogen (krebserregende Substanz) aktivierende Cytochrom-P-2E1 (Phase-I-Enzym). Des Weiteren hemmt es in Ratten die durch das Kanzerogen DMBA (Dimehtylbenzanthrazen) ausgelöste **Brusttumorbildung** und die Bildung von neoplastischen Knoten in Mäusen. In weiteren Studien wurde auch entdeckt, dass Sulforaphan das Wachstum von humanen Dickdarmkrebszellen verhindert und deren Zelltod verursacht (Apoptose).

Forscher haben nun herausgefunden, dass der Zelltod auch durch oxidativen Stress in der Krebszelle, herbeigeführt durch Glucoraphanin ausgelöst werden kann.

Für eine therapeutisch wirksame Plasmakonzentration an Glucoraphanin, der Vorläufersubstanz von Sulforaphan, muss man 4,4 mg/kg Körpergewicht aufnehmen (29). Hierfür müsste man mehrere Brokkoliköpfe pro Tag verzehren.

Indol-3-Carbinol (27) (4)

Kommt aus der Gruppe der indolhaltigen Glucosinolat-Derivate. Auch diese bioaktive Substanz wirkt auf die Phase-I- und Phase-II-Enzyme. Tierversuche haben gezeigt, dass Indol-3-Carbinol die mRNA Produktion von Cytochrom P450 1A1 (Entgiftungsenzym) in Dickdarm und Leber erhöht. Eine weitere Studie mit Männern hat ergeben, dass die Produktion von Glutathion-S-Transferase in der Leber durch tägliche Aufnahme von 300g Rosenkohl aktiviert wurde.

Auch in der Prävention von hormonbedingten Krebsarten wie Brust-, Gebärmutter-, und Prostatakrebs scheint Indol-3-Carbinol eine entscheidende Rolle zu spielen, da es in den Östrogenstoffwechsel eingreift.

Bei Frauen spielt vor allem Östradiol eine Rolle für die Östrogen Wirkung. Durch Hydroxylierung können im Körper 2 Derivate hergestellt werden, 16a-Hydroxyöstrogen und Catechol-Östrogen. 16a-Hydroxyöstron hat eine stärkere Östrogenwirkung als das Catechol-Östrogen, welches um ein vielfaches schwächer wirkt. Durch die stärkere Östrogenwirkung, kommt es zu einer brustkrebsfördernden Wirkung was bei dem schwächeren Catechol-

Östrogen nicht der Fall ist, es scheint sogar eine protektive Wirkung zu haben. Welches der beiden Hormone produziert wird, hängt von äußeren Einflüssen ab. So wird die Bildung von Catechol-Östrogen beispielsweise durch eine Monooxygenase katalysiert (initiiert) welche von Cytochrom P450 aktiviert wird. Die Aktivität dieses Cytochrom wiederum wird durch Indol-3-Carbinol gesteigert. Dadurch wird die Bildung von Brustkrebs nachhaltig verhindert, wenn täglich ausreichende Mengen dieses Glucosinolat-Derivats aufgenommen werden.

Unabhängig von dieser Wirkung, hemmen diese Glucosinolat Abbauprodukte auch die Signalübertragung über den Östrogenrezeptor α . Diese Hemmung ist jedoch dosisabhängig

6.3.3.2. Entzündungshemmende Wirkung (18)

Glucosinolate sind bekannt dafür, dass sie Faktoren ausschalten können, welche im Körper verantwortlich für Entzündungen sind. Dies geschieht, indem diese bioaktiven Moleküle, vor allem Sulforaphan, für die Entstehung von Entzündungen wichtige Vorläufersubstanzen abzuschalten.

6.3.3.3. Antimikrobielle Wirkung (27) (4)

Isothiocyanate, die Abbauprodukte der Glucosinolate, haben eine sehr starke antibiotische Wirkung, welche selbst bei hohen Verdünnungen noch vorhanden ist. Studien haben belegt, dass die Aufnahme von 10-40g Kresse oder Meerrettich im Urin in einer Glucosinolat-Konzentration resultiert, die antimikrobiell wirksam sind.

6.3.4. Negative Effekte (27)

5.3.4.1. Kohlkropfbildung

Isothiocyanate und Thiocyanate mit einer β -Hydroxyalkenyl-Seitenkette, können beim Menschen die Bildung eines Kropfes begünstigen. Da diese Stoffe mit Jod um die Einlagerung in die Schilddrüse konkurrieren. Jod wird für die Produktion der Schilddrüsenhormone benötigt, erhält die Schilddrüse nicht ausreichend davon, kommt es zu verstärktem Zellwachstum, was zur Kropfbildung führen kann. Ein Mensch müsste neben einer unzureichenden Jodversorgung auch über mehrere Monate täglich 400 g Weißkohl, 2 kg Chinakohl oder 2,8 kg Rettich verzehren um diesem Risiko ausgesetzt zu sein.

Goitrogene (schilddrüsenvergrößernde) Glucosinolate hemmen auch auf direktem Weg die Thyroxin Bildung (Schilddrüsenhormon).

6.4. Polyphenole (4) (30) (31) (32) (33) (34)

6.4.1. Einleitung (4) (30) (31) (32) (33) (34)

Polyphenole sind im Pflanzenreich weit verbreitet. Sie treten in Form von Antioxidantien (Schutz der Pflanze vor oxidativem Stress), Farbstoffen, Gerbstoffen, Geschmacksstoffen und Bitterstoffen auf.

Tabelle 11: Der Gehalt an Polyphenolen detailliert aufgeschlüsselt. Es wurde auch nach Phenolsäuren und Flavonoiden, den Substanzklassen der Polyphenole unterschieden. Zusätzlich wurde auch der rote-violett-schwarze Pflanzenfarbstoff, die Anthocyane, mit aufgenommen. (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20).

| Name | Polyphenole [mg/100g FM] | | | |
|-------------------|---------------------------------|-------------|--------------|------------|
| | Gesamt | Phenolsäure | Flavonoide | Anthocyane |
| Bierrettich | 88,2-91,6 | 0,83 | 0,4-0,583 | X |
| Karotte | 33,2-37,2 | 0,5-2 | X | X |
| Kopf-und Eissalat | 57 | 0,1-29,1 | 1,85-99,73 | X |
| Lauch (Porree) | 5,6-6,9 | 0,3-0,5 | 0,2-3,1 | X |
| Rote Rübe | 79,9-83,1 | X | X | X |
| Sellerie (Knolle) | 43,8-59 596,2-615 (Blättern) | 613,8-987,8 | 1160 | X |
| Sellerie (Stange) | 596,2-615 (Blättern) | 613,8-987,8 | 1160 | X |
| Spargel | 3,6-9,5 | 3,6-9,5 | X | X |
| Weißkraut | 12.6-108 | 10,5 | 19 | X |
| Zuckerhut | 57 | X | X | X |
| Zuckermais | X | X | X | X |
| Blumenkohl | 24,3 - 274 | | 15,22 -19,1 | X |
| Brokkoli | 34.5- 399 | 89,51 | 69,1 | X |
| Kohl (Wirsing) | 9.92 - 82.90 | 0-3,77 | 11 - 47 | X |
| Kohlrabi | 9.92 - 82.90 | X | X | X |
| Kürbis | X | X | X | X |
| Meerrettich | 0-0,6 | X | 0--0,6 | X |
| Rotkraut | 9.92 - 679 | 25 | 25,2-322,445 | 25 - 322 |

Polyphenole werden in 2 große Substanzklassen unterteilt:

- Phenolsäuren
- Flavonoide

6.4.1.1. Phenolsäuren (32)

Man unterscheidet bei den Phenolsäuren Hydroxyzimtsäuren und Hydroxybenzoesäuren, siehe Abbildung 7.

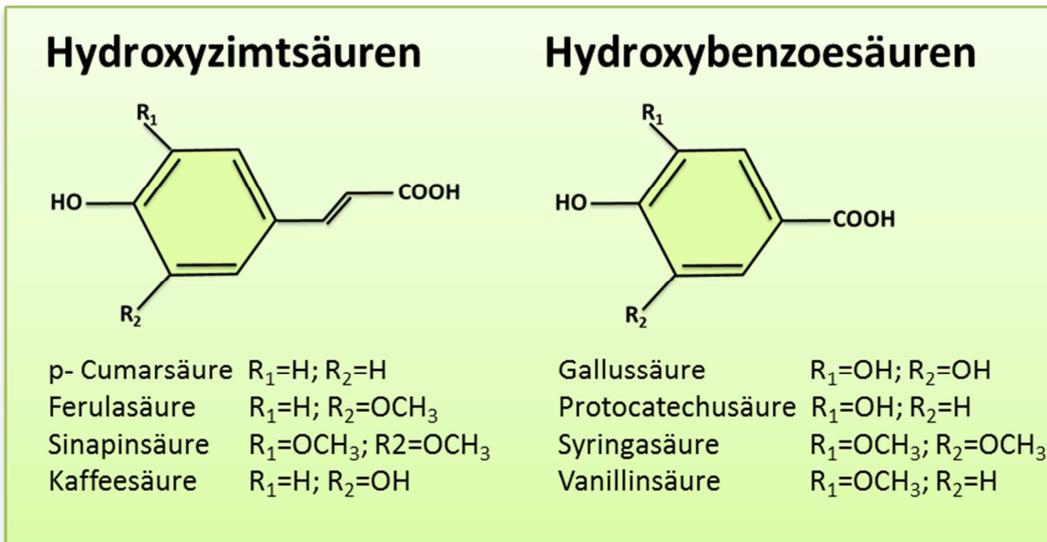


Abbildung 7: Die zwei Substanzklassen der Phenolsäuren: Hydroxyzimtsäuren und Hydroxybenzoesäuren (32). Sie unterscheiden sich nur durch die mit R gekennzeichneten Reste, welche für die einzelnen Subtypen variieren.

Phenolsäuren liegen meist mit organischen Säuren oder mit Zuckern verbunden vor. Zum Beispiel liegt die Phenolsäure Kaffeesäure meist als Ester in Form der Chlorogensäure vor. Chlorogensäure ist eine Verbindung von Kaffeesäure mit Chinasäure. Dies heißt einfach gesagt, dass die ursprüngliche Substanz, das Aglukon also die Phenolsäure, nicht frei sondern gebunden in der Pflanze vorliegt.

Phenolsäuren treten häufig in den Randschichten der Pflanzen auf und tragen zur Stabilität der Zellwände in den Schalen bei.

6.4.1.2. Flavonoide (30) (33)

Die häufigsten Polyphenole sind eindeutig die Flavonoide. Sie bestehen aus 2 aromatischen und einem Sauerstoff-heterozyklischen Ring. Verschiedene chemische Variationen an diesen Ringen lassen eine noch genauere Einteilung zu:

- Flavanole

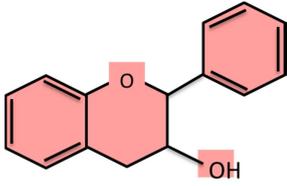


Abbildung 8: Allgemeine Strukturformel des Flavonoids Flavanol. Die aromatischen Ringe sind jene, welche drei Doppelbindungen aufweisen, ganz links und rechts oben. Der sauerstoff-heterozyklische Ring ist jener, welcher ein O in seinem Ring enthält.

- Flavonole

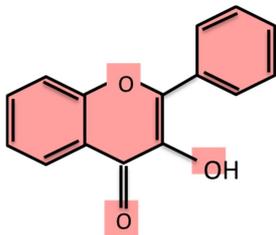


Abbildung 9: Allgemeine Strukturformel des Flavonoids Flavonol.

- Flavone

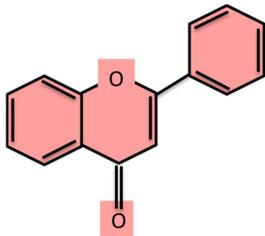


Abbildung 10: Allgemeine Strukturformel des Flavonoids Flavon.

- Flavanone

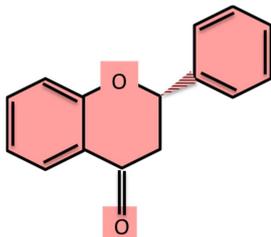


Abbildung 11: Allgemeine Strukturformel des Flavonoids Flavanon.

- Anthocyane

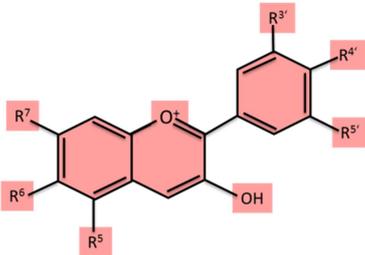


Abbildung 12: Allgemeine Strukturformel des Flavonoids Anthocyanin.

- Isoflavonoide

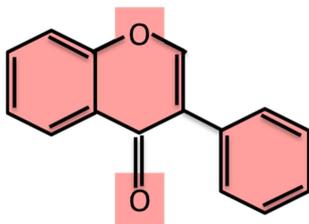


Abbildung 13: Allgemeine Strukturformel des Flavonoids Isoflavonoid.

Da die Isoflavonoide zwar chemisch zu den Polyphenolen gehören, jedoch die Wirkungsweise der Phytoöstrogene aufweisen, werden sie in dem Kapitel 6.6. Phytohormone (Phytoöstrogene) genauer behandelt.

In Pflanzen kommen Flavonoide nicht in freier Form (Aglukon), sondern als Flavonoidglycoside vor. Das heißt, dass die Flavonoide mit einem Zuckermolekül verbunden vorliegen, siehe in Abbildung 14 das Flavonol Quercetin in seiner glykosidierten Form.

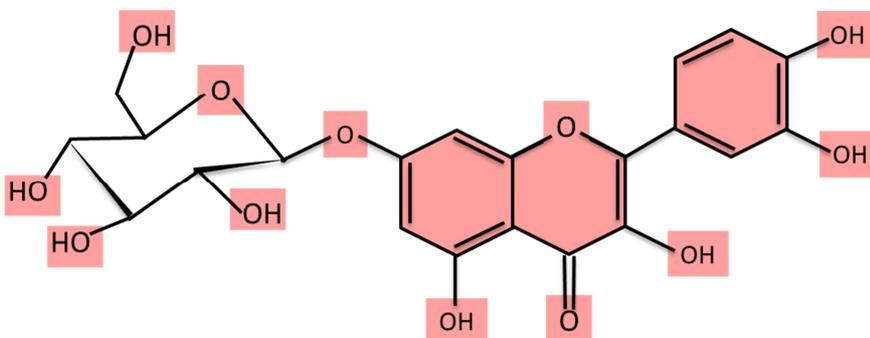


Abbildung 14: Quercetin-7-O-Glycosid, rechts kann man die Grundstruktur der Flavanole (Abbildung 8) erkennen und links das mit dem Quercetin verbundene Zuckermolekül.

Die Konzentration in verschiedenen Pflanzen hängt von Klima und Sorte ab. Wie die anderen Polyphenole auch, befinden sie sich hauptsächlich in den Randschichten der Obst- und Gemüsearten. Bei der Saftproduktion gehen daher nur rund 10 % des Gesamtgehalts an Flavonoiden in den Saft über.

6.4.1.3. Anthocyane (31)

Ist eine Substanzklasse der Flavonoide, werden hier aber aufgrund ihrer Bedeutung und ihres Umfangs separat behandelt. Es handelt sich um wasserlösliche Farbpigmente welche die Palette an Farbstoffen im Pflanzenreich von Rot über Blau, Violett bis Schwarz abdecken.

Die einzelnen Anthocyane unterscheiden sich durch die Kombination der Reste (R1, R2), siehe Abbildung 15. Sie bestehen aus insgesamt 3 Ringen. Am C –Ring haben Anthocyane eine positive Ladung, wodurch sie sich von anderen Flavonoiden unterscheiden, die diese positive Ladung am Sauerstoff-heterozyklischen Ring nicht aufweisen.

Für die Stabilität der Anthocyane ist die Glykosidierung der OH-Gruppe des C –Ringes, an Position 3, siehe Abbildung 15, verantwortlich. Anthocyane kommen in Pflanzen hauptsächlich als glykosidierte Anthocyanine (siehe Abbildung 14) vor.

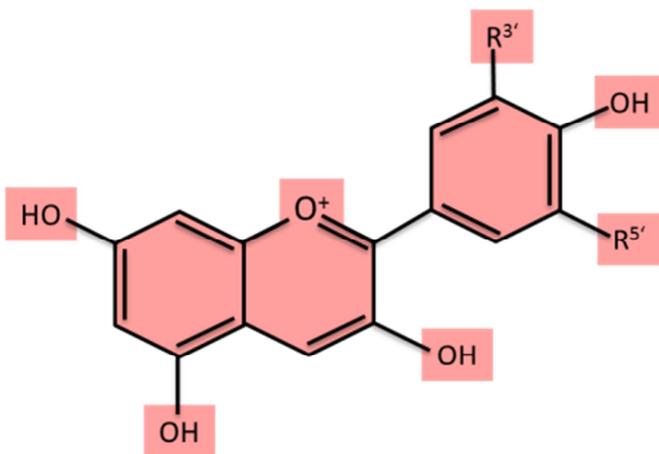


Abbildung 15: Grundstruktur der Anthocyane. Links unten und rechts oben sieht man die für die Subgruppe der Flavonoide typischen aromatischen Ringe und in der Mitte den Sauerstoff-heterozyklischen Ring. Da Anthocyane glykosidiert in Pflanzen vorkommen, befindet sich normal an der funktionellen –OH-Gruppe des Sauerstoff-heterozyklischen Ringes ein Zuckermolekül.

Ob die Anthocyane als rote, blaue oder violette Farbstoffe vorliegen, hängt von folgenden Faktoren ab:

- Struktur
- pH Wert (pH 1–3: rot gefärbt; pH 4–6: farblos; pH >6: violett bis blau)
- Gebundene Spurenelemente (z.B. Eisen, Aluminium)

6.4.2. Bioverfügbarkeit (32) (33) (31) (34)

6.4.2.1. Phenolsäure (32) (34)

Phenolsäureester unterscheiden sich von den Phenolsäuren hinsichtlich ihrer chemischen, physikalischen und physiologischen Eigenschaften. Das wirkt sich letztlich auf die Bioverfügbarkeit aus.

Freie Hydroxyzimtsäuren (Subgruppe der Phenolsäuren) können sowohl im Dünndarm als auch im Dickdarm absorbiert werden. Im Gegensatz dazu werden veresterte Hydroxyzimtsäuren (wie etwa die Chlorogensäure, eine Bindung aus Kaffeesäure und Chinasäure) im Dünndarm nicht oder nur in geringem Umfang absorbiert. Die im gesamten Dünndarm befindlichen Esterasen (spezielle [Enzyme](#)) veranlassen die Spaltung von z. B. Chlorogensäure um Kaffeesäure freizusetzen, die dann problemlos aufgenommen werden kann.

Die Verstoffwechslung von Phenolsäureestern erfolgt auch durch [Enzyme](#) (Xylanasen, Esterasen) der Dickdarmbakterien. Als Dickdarmbakterien, die Phenolsäureester hydrolysieren (spalten) können, wurden E. coli, Bifidobacterium lactis sowie Lactobacillus gasseri identifiziert.

Freie Hydroxyzimtsäuren, die Subgruppe der Phenolsäuren werden mittels des Mono-Carboxylsäure -Transporters transzellulär (in allen Zellen) aufgenommen.

[In vivo](#) besitzen Hydroxyzimtsäuren, eine Subgruppe der Phenolsäuren eine hohe Affinität zu [Albumin](#) wobei Kaffeesäure eine besonders starke Bindung aufweist. Diese erfolgt u. a. über die Ausbildung von Wasserstoffbrücken. Durch diese Bindung werden die Phenolsäuren leichter über die Blutzirkulation verteilt.

Über die Bioverfügbarkeit der zweiten Gruppe der Phenolsäuren, den Hydroxybenzoesäuren konnten keine Informationen gefunden werden. Außerdem ist nicht bekannt, welche Konzentration der für den Körper verfügbaren Phenolsäuren tatsächlich in den Körper aufgenommen wird.

6.4.2.2. Flavonoide (33) (34)

Die Resorption der freien Form von Flavonolen und Flavonen erfolgt mittels passiver Diffusion aus dem Dünndarm in die Dünndarmzellen (Abbildung 57, Abbildung 58, Abbildung 61, Abbildung 62). Dies setzt eine Spaltung der Flavonoidglycoside voraus, was mittels der an der Zelloberfläche der Dünndarmzellen vorkommenden [Enzym](#), β -Glucosidase, möglich ist.

Außerdem haben Studien belegt, dass Flavonoidglycoside auch über aktive Transporter, in die Dünndarmepithelzellen gelangen, da sie ein Substrat für den Natrium-abhängigen D-Glukose-Kotransporter (SGLT1) sind, siehe Abbildung 16. Die Spaltung der Glykoside erfolgt dann durch die in den Dünndarmzellen befindlich β -Glucosidase.

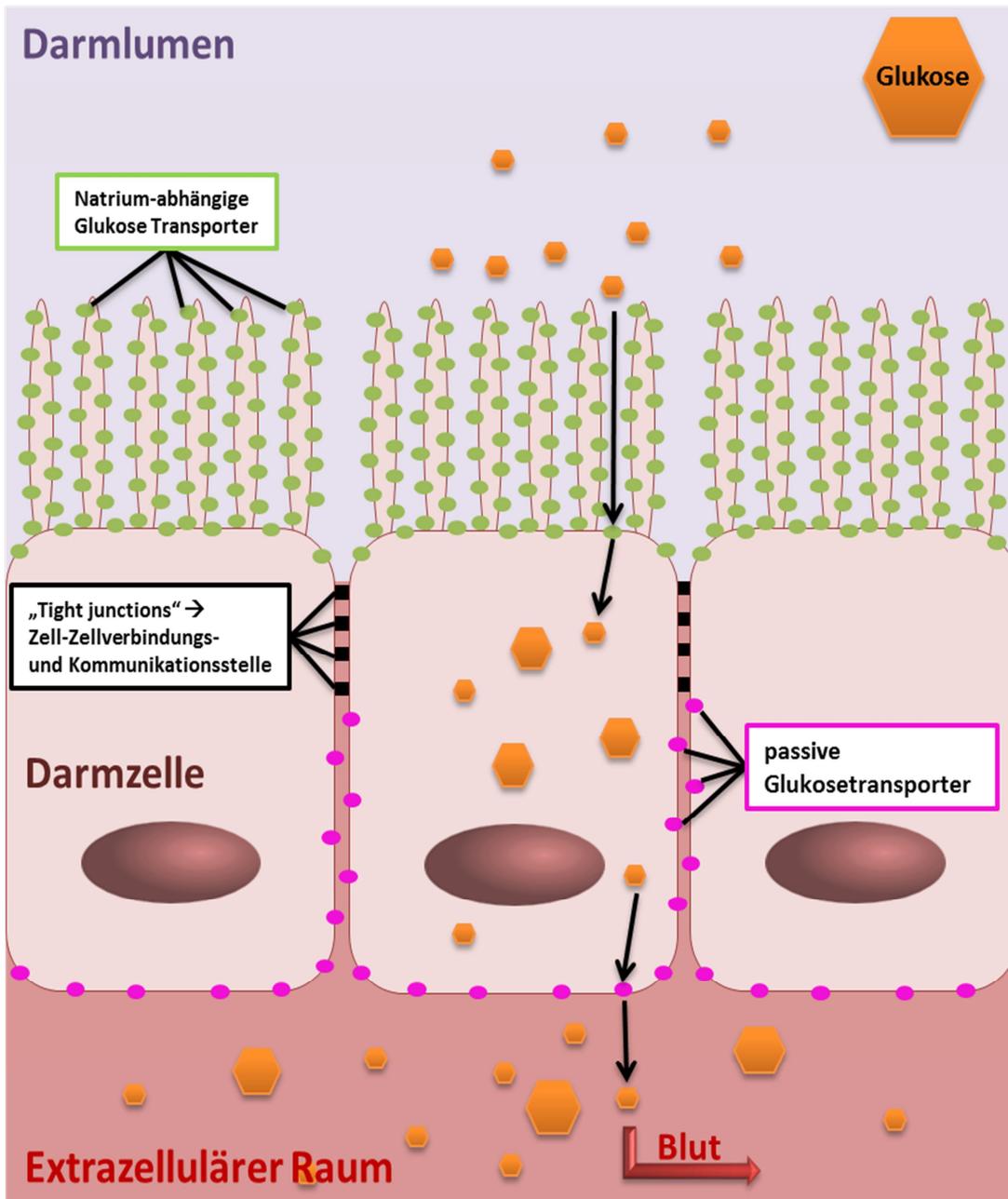


Abbildung 16: Glukosetransport in die Darmzellen und weiter in das Blut. Glukose wird über Na⁺-Glukose Transporter Proteine (grün) die sich an der Zelloberfläche befinden in die Zelle aufgenommen. Man kann erkennen, dass die Darmzellen mittels sogenannten "tight junctions"(schwarze Punkte) fest miteinander verbunden sind und so eine undurchlässige Schicht bilden. Die aufgenommene Glukose wird mittels passiven Transports (pink) in das Blut abgegeben.

Ein Teil der so mittels Glucose Transporter aufgenommenen Flavonoide wird jedoch durch die Aktivität der Multi-Drug-Resistance-assoziierten Transporter Proteine (MRP2) wieder zu einem gewissen Grad aus der Zelle heraus transportiert. Die Flavonoidglycoside welche nicht im Dünndarm aufgenommen werden, wandern in den Dickdarm, wo sie durch die Dickdarmbakterien gespalten und die freien Flavonoide aufgenommen werden.

Quercetin (Flavonol) (33)

Es wurde in einigen Studien mit Testpersonen herausgefunden, dass für die Bioverfügbarkeit, der Glukoserest von Quercetinglycosiden wichtig ist. Es wurden nur Quercetinglycoside aufgenommen nicht aber Quercetinindisaccharide (2 Zuckermoleküle sind an das Quercetinmolekül gebunden). Dieses Flavonol konnte im Plasma vor allem als Metabolit gekoppelt mit Glukuronsäure (Abbildung 17) und Sulfid (SO_3^{2-}) nachgewiesen werden.

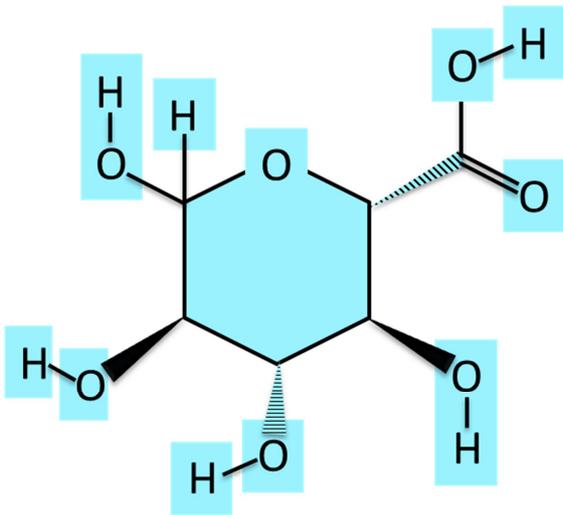


Abbildung 17: Strukturformel der Glukuronsäure. Diese wird in der Leber dazu verwendet, um wasserunlösliche Substanzen wasserlöslich zu machen und so ausscheiden zu können. Dies passiert indem Glukuronsäure an die entsprechende Substanz gebunden wird.

Wie die Phenolsäuren binden Quercetinmetabolite an [Albumin](#) um über die Blutbahn transportiert werden zu können.

Es gibt auch geschlechterspezifische Unterschiede was die Absorption von Quercetin angeht. Frauen nehmen eine größere Menge an Quercetin auf als Männer.

Die höchsten Flavonolkonzentrationen im Plasma werden < 0,5 bis 9 h nach oraler Flavonolaufnahme gemessen. Das heißt, dass zu diesem Zeitpunkt die Aufnahme an Flavonol ihr Maximum erreicht hat.

Die Halbwertszeit für das Flavonol Quercetin aus Zwiebel etwa liegt bei 29 Stunden, das heißt, dass nach 29 Stunden die Hälfte der höchsten gemessenen Konzentration an Quercetin wieder aus dem Körper ausgespült wurde. Der Grund warum sich Quercetin

solange im Körper hält liegt an der hohen Affinität (Anziehung) von Quercetin zu Albumin im Blut. Dadurch hat es eine sehr lange Ausscheidungszeit.

Bei Studien mit ¹⁴C-markiertem Quercetin, welches oral aufgenommen wurde, stellte sich heraus, dass bei einer Aufnahme von 100 mg Quercetin, 36-53% aufgenommen werden.

Flavone (33)

Die für Flavone bisher einzige durchgeführte Studie mit Menschen hat ergeben, dass das Flavon Luteolin aufgenommen wird. Es wurde im Plasma sowohl als Luteolin-Glukuronsäure-Konjugat als auch in Form von freiem Luteolin nachgewiesen. Welche Aufnahmerate vorliegt, ist jedoch aktuell nicht bekannt.

Flavanole (33)

Für diese Flavonoid Gruppe wurden bereits einige Studien durchgeführt und es konnten einige interessante Aspekte festgestellt werden. Eine maximale Plasmakonzentration liegt nach 0,5-4 Stunden vor, jedoch auch die Eliminationsrate ist mit 1-6 Stunden je nach Dosierung sehr klein.

Anthocyane (31) (34)

In welchem Ausmaß und wie gut Anthocyane aufgenommen werden ist noch relativ schlecht untersucht. Es gibt sehr wenige Informationen darüber, welche Anthocyane wie stark aus den Verdauungsorganen aufgenommen werden.

Die Studien welche sich mit der Resorption beschäftigt haben, konnten aber feststellen, dass eine Absorption von 1,2 % der zugeführten Menge an Anthocyanen stattfindet. Das ist sehr gering.

Untersuchungen welche sich mit der Aufnahme und Ausscheidung von Anthocyanen beschäftigten, konnten bei unterschiedlichen zugeführten Mengen nur sehr geringe Konzentrationen an Anthocyanen im Urin wiederfinden. Die Ergebnisse der Studien zusammengefasst:

- Die Aufnahme von 218 mg Anthocyan glycoside (glykosidierten Anthocyanen), verzehrt mit 300 mL Rotwein ergab, dass nur 5 % der Anthocyanen (glykosidierten Anthocyanen) sich nach einer Zeit von 12 Stunden im Urin wiederfanden.
- Bei Verabreichung eines Hollunderextrakts mit 1,5 g Anthocyanen wurde eine Plasmakonzentration von 100 µg/L nach 30 min festgestellt. Da die durchschnittliche molare Masse der Anthocyanen 499,18 g/mol ist, entsprechen 100 µg/L Blut in etwa 200 nmol/L und demnach einer therapeutisch wirksamen Konzentration.
- Weitere Studien ergaben, dass von der zugeführten Menge an Anthocyanen nur 0,03-0,06 % im Urin wiedergefunden wurden. Das entspricht bei einer Zufuhr von 1,5 g wie in oberer Studie erwähnt, einer Ausscheidungskonzentration von 450-900 µg was der oben stehenden Plasmakonzentration entsprechen würde. 100 µg Anthocyanen in

1 Liter Blut ergibt 600 µg Anthocyanine in 6 L Blut (ca. die Blutmenge des menschlichen Organismus). Und diese 600 µg sind in etwa der Mittelwert der im Urin wiedergefundenen Konzentration an Anthocyaninen.

Diese Studien könnten darauf hinweisen, dass die Resorption von Anthocyanen entweder sehr schlecht ist, oder aber bei der Verstoffwechslung dieser Flavonoide ein noch unbekanntes Konjugat entsteht, welches erst nachgewiesen werden müsste.

6.4.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten

Tabelle 12: Wirkungsweisen der Polyphenole zusammengefasst.

| | Herz-Kreislauf | | | | Anti-karzinogene Wirkung | Anti-oxidative Wirkung | Immun-System stärkende Wirkung | Entzündungs-hemmende Wirkung | Anti-mikrobielle Wirkung |
|---------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| | Cholesterin-senkend | Kann Herzinfarkt Risiko senken | Anti-thrombotische Wirkung | Blutdruck-senkend | | | | | |
| Polyphenole | JA | JA | JA | | JA | JA | JA | JA | JA |
| Phenolsäuren | | | | | JA | | | | JA |
| Flavonoide | | JA | JA | JA | JA | | JA | JA | JA |
| Anthocyane | JA | | | JA | JA | JA | | | |

6.4.3.1. Herz-Kreislaufferkrankungen (4) (31)

Cholesterin senkende Wirkung (4) (31)

Es wurde festgestellt, dass **Anthocyane** in den Cholesterinstoffwechsel eingreifen und so die Bildung von körpereigenem Cholesterin senken. Dies erfolgt über Hemmung von Schlüsselenzymen welche für die Bildung von Cholesterin notwendig sind.

Herzinfarkt (35)

Eine Studie mit älteren Männern in den Niederlanden hat ergeben, dass die höchste Zufuhr von **Flavonoiden** im Vergleich zur niedersten über einen Zeitraum von 5 Jahren eine Reduktion des Herzinfarkttrisikos von 60 % bewirkte.

Blutdrucksenkende Wirkung (21)

Flavonoide (21)

Die Zufuhr von Flavonoiden hat in einer Humanstudie zu einer erhöhten Plasmakonzentration und in weiterer Folge zur Erweiterung der Blutgefäße geführt. In einer darauffolgenden Studie wurde mittels Supplementierung mit Quercetin festgestellt, dass Personen mit leicht erhöhtem Blutdruck nach 4 wöchiger Behandlung eine signifikante Absenkung des Blutdrucks aufwiesen.

Anthocyane (4) (31)

Eine durch Bluthochdruck induzierte gesteigerte Permeabilität der Blut-Hirn-Schranke konnte bei Ratten durch eine präventive Behandlung mit einem Anthocyaninextrakt aus Heidelbeeren verhindert werden.

Antithrombotische Wirkung (21) (4) (24)

Die Wirkung von Flavonoiden auf die Blutgerinnung erfolgt hauptsächlich über die Hemmung des Arachidonsäure Stoffwechsels an dessen Ende eine Substanz steht (Thromboxan) welche bei der Blutgerinnung eine Rolle spielt.

Einen weiteren Einfluss hat eine Studie ergeben, welche den Einfluss von Flavonoiden auf die Expression (Produktion) von Adhäsionsmolekülen ermittelte. Offensichtlich führt eine erhöhte Konzentration von Flavonoidkonjugaten, welche nach einer Flavonoid-reichen Speise im Blut zu finden sind zu einer Inhibition der Expression von Adhäsionsmolekülen, das wiederum zu einer Verhinderung der Adhäsion von Monocyten (Immunzellen), welche im Blutkreislauf zirkulieren und vaskulären Endothelzellen führt. Dadurch kann eine Atherosklerose Bildung verhindert werden. Dieser Mechanismus dürfte auch für die antiinflammatorische Wirkung von Flavonoiden verantwortlich sein.

6.4.3.2. Antikancerogene Wirkung (4) (36)

In vitro Studien mit CRC-Zellen (Zellen von Kolorektalem Krebs od. Dickdarm bzw. Mastdarmkrebs) haben gezeigt, dass Polyphenole einen Einfluss auf Schlüsselproteine haben, die für den programmierten Zelltod, das Zellwachstum sowie die Metastasenbildung und auch die Entzündungskaskade verantwortlich sind. Sie können daher in diesen Krebszellen den Zelltod hervorrufen, das exzessive Wachstum eindämmen, die Metastasenbildung verhindern sowie krebsfördernde Entzündungen eindämmen. Dies wurde jedoch lediglich mit der Dickdarmkrebszelllinie bewiesen und noch nicht in Humanstudien oder mit anderen Zelllinien belegt.

Studien mit Tieren haben ergeben, dass Polyphenole eine protektive Wirkung gegenüber Brust-, Dickdarm-, und Hautkrebs aufweisen.

Phenolsäuren (4; 32)

Ellagsäure (32) (4)

Am genauesten wurde von den Phenolsäuren die Ellagsäure in wissenschaftlichen Studien auf ihre krebshemmende Wirkung untersucht.

Im Tierversuch hemmte Ellagsäure nach oraler Zufuhr chemisch induzierten Speiseröhren- und Lungenkrebs.

- **Hemmung von Phase-I-Enzymen:**

Dadurch wird, wie schon an anderen Beispielen erklärt, die Aktivierung von Karzinogenen verhindert. Ein Versuch mit Mäusen brachte das erstaunliche Ergebnis, dass Ellagsäure nicht nur Einfluss auf die Aktivität von Phase-I-Enzymen hat, sondern auch den Gesamt-Cytochrom-P450-Gehalt in Lunge und Leber. Dabei hatte die Hydroxyzimtsäure einen starken Effekt auf Cytochrom P450-2E1.

Die antikanzerogene Wirkung der Phenolsäuren beruht wahrscheinlich teilweise darauf, dass sie direkt mit dem aktivierten Kanzerogen in Wechselwirkung treten und kovalente Bindungen eingehen. Dadurch entstehen aus dem Kanzerogen biologisch inaktive Produkte. So reagieren Ferula-, Kaffee-, Chlorogen- und Ellagsäure in zellfreien Systemen direkt mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, die als starke Kanzerogene gelten. Ellagsäure hat sich dabei als 80 bis 300 Mal stärker wirksam erwiesen als die anderen Phenolsäuren.

Ellagsäure unterbindet die Krebsentstehung in der Initiationsphase vermutlich ebenso dadurch, dass sie die Bindung von aktivierten Kanzerogenen an die DNS verhindert. Es sind kovalente Bindungen der Ellagsäure an die DNS nachgewiesen worden, was zu einer Maskierung der Bindungsstellen für die Kanzerogene führte. Dies wurde in vitro für Zellen verschiedener Organe gezeigt.

- **Aktivierung von Phase-II-Enzymen:**

Die Induktion von Phase-II-Enzymen (z. B. Glutathion-S-Transferase, Quinon-Reduktase) durch Ellagsäure sowie deren vermehrte Synthese in der Leber konnten im Tierversuch ebenfalls nachgewiesen werden. Mit ihrem antioxidativen Potenzial können Phenolsäuren bei induziertem Hautkrebs im Tiermodell vermehrt auftretende reaktive Sauerstoffmoleküle neutralisieren und somit zur beobachteten Hemmung der Tumorpromotion beitragen.

Ferulasäure (32) (4)

Es wurde nachgewiesen, dass diese Phenolsäure das Risiko an induziertem Magenkrebs zu erkranken senkt. Des Weiteren hat es antioxidative Kapazität, da es resonanzstabilisierende

Phenoxyradikale bildet (sind im Vergleich zu normalen Radikalen stabil und nicht hochreaktiv). Ferulasäure reduzierte außerdem in vitro die Lipidperoxidation um 50 %.

Kaffeensäure (32) (4)

Es wurde in Versuchen festgestellt, dass dieses Polyphenol die Lipidperoxidation (Zerstörung von für die Zellmembran essentiellen Verbindungen) sowie die Bildung von Hydroxylradikalen verhindert. Beides sind Reaktionen, die zu Schäden der Zelle führen können, welche in weiterer Folge zur Krebsentstehung führen können.

Chlorogensäure (32) (4)

Chlorogensäure verhindert in vitro wie im Tiermodell die Entstehung oxidativer DNS-Schäden. Was wiederum die Bildung von Mutationen und somit die Krebsentstehung verhindert.

Flavonoide (30) (33) (4) (24)

Die Flavonoide Catechin, Epicatechin und Quercetin haben bei Versuchen mit 3 Prostatakrebszelllinien bewiesen, dass diese die das Krebszellenwachstum eindämmen. In tierexperimentellen Studien hat man das antikarzinogene Potential von Flavonoiden gegen Brust-, Haut- und Dickdarmkrebs nachgewiesen. Die antikarzinogene Wirkung hängt offensichtlich jedoch von der Spezies der Tiere ab und auch die strukturellen Unterschiede der Flavonoide wirken sich unterschiedlich auf Karzinogene aus.

Es wurden für verschiedenen Flavonoide folgende Effekte nachgewiesen:

- **Wechselwirkung mit DNS:**

Flavonoide haben eine ähnliche Struktur wie Nukleotide und können daher an die DNS binden ohne diese zu schädigen. Sie maskieren sie an den Karzinogen-Bindungsstellen und schützen das Erbgut so vor Zerstörung und Mutationen.

- **Hemmung von Cytochrom P450 abhängigen Monooxygenasen:**

Quercetin, Kämpferol und Morin haben bei Versuchen mit Ratten eine Inhibition bewirkt.

- **Aktivierung von Phase-II-Enzymen**

Flavanone und Flavone hatten bei Ratten eine Phase-II-Enzyme induzierende Wirkung, siehe Kapitel Phase-II-Enzyme. Es wurde eine Dosis von 20 mg verabreicht. Dies entspricht der circa vom Menschen täglich aufgenommen Menge wenn man eine ausgewogene, Gemüse und Obst enthaltende Ernährungsweise pflegt. Die Aktivierung dieser Enzyme hängt offensichtlich von der Glykosilierung der Flavonoide ab. Quercetin hat im Vergleich zu Quercetinglycosiden eine wesentlich höhere Aktivierungskraft, das Glycosinolat weißt keine Funktion dahingehend auf.

- **Apoptose (Zelltod):**

Quercetin und Tangeritin haben in vitro (im Reagenzglas) die Fähigkeit eine konzentrationsabhängige Einleitung des Zelltods zu verursachen.

- **Expression von Protoonkogenen:**

Protoonkogene sind durch Mutation veränderte Genbereiche des Gens einer Zelle. Durch deren Expression kommt es zu Dysfunktionen wodurch die Zelle sich zu einer Krebszelle entwickeln kann. In Krebszellen wurde in vitro nachgewiesen, dass Flavonoide die Expression dieser Protoonkogene drosseln und so das Krebswachstum beeinflussen.

- **Antioxidative Wirkung:**

Beruhet größtenteils auf der Fähigkeit der Flavonoide, Wasserstoffatome aus ihren phenolischen Hydroxylgruppen abzugeben. Dadurch können reaktive Sauerstoff-, und Stickstoffverbindungen unschädlich gemacht werden. Die antioxidative Kapazität der Flavonoide ist um das 6-fache höher als die von Vitamin C und Harnsäure zusammen.

Anthocyane (31) (4)

Andere neuere in vitro Studien haben ergeben, dass Anthocyanidine bereits im mikromolaren Bereich eine antikarzinogene Wirkung haben. Sie hemmen offensichtlich die körpereigenen Wachstumsfaktoren von Krebszellen.

6.4.3.3. Antioxidative Wirkung (30) (33) (7) (4) (36)

Polyphenole wie auch Vitamin C und E haben die Fähigkeit, freie **Radikale** zu binden und unschädlich zu machen. Außerdem inaktivieren sie oxidierende **Enzyme**. Sie haben eine um ein vielfaches höhere **antioxidative Kapazität** wie die oben genannten Vitamine, jedoch wird das antioxidative Potential in Anwesenheit von Vitamin C und E gemeinsam mit **Polyphenolen** um das 20-50fache erhöht.

Durch diese Fähigkeiten wirken **Polyphenole** gefäßentspannend, antithrombotisch und cholesterinsenkend. Franzosen, haben aufgrund ihrer hohen Polyphenolaufnahme durch Nahrungsmittel trotz der auch relativ fettreichen Ernährung ein sehr geringes Herzinfarkttrisiko.

Wie stark antioxidativ wirksam diese bioaktiven Substanzen sind, hängt davon ab, wie viele der aromatischen Ringe hydroxyliert vorliegen. Ihre antioxidative Kapazität beruht auf folgenden Fähigkeiten:

- Freie Radikale zu binden
- Chelatbildung und Stabilisierung von zweiwertigen Kationen
- Inhibierung von Phase-I-Enzymen
- Aktivierung von Phase-II-Enzymen

Es wird außerdem von Forschern angenommen, dass **Polyphenole** aus süßem Obst und Gemüse aufgrund der Anwesenheit von Zucker, besser aufgenommen werden.

Anthocyane (4) (31)

Anthocyane werden als effektive Radikalfänger, entzündungshemmend und gefäßschützend gehandelt. Die antioxidative Wirkung wurde in Tierversuchen und [in vitro](#) bestätigt. Jedoch waren die eingesetzten Mengen so hoch, wie sie im Menschen, aufgrund der offensichtlich sehr geringen Bioverfügbarkeit von 1,2 % über die Nahrung nicht aufgenommen werden können.

6.4.3.4. Immunsystem stärkende Wirkung (4)

Wie [Flavonoide](#) auf das Immunsystem wirken ist abhängig von ihrer chemischen Struktur und daher sehr spezifisch.

[Quercetin](#) ist das am besten erforschte [Flavonoid](#), es wirkt folgendermaßen:

- Hemmung des Wachstums von Immunzellen
- Beeinträchtigung der Verarbeitung und Präsentation von Antigenen durch Makrophagen
- Verringerung der Interleukin-2-Sekretion und Interleukin-2-Rezeptor-Expression
- Hemmung zytotoxischer Immunzellen
- Hemmung der Aktivität von natürlichen Killerzellen
- Hemmung der Histamin Freisetzung aus Mastzellen

In Humanstudien wurden diese Wirkungen von natürlichen [Flavonoiden](#) aus Säften jedoch nicht bestätigt.

6.4.3.5. Entzündungshemmende Wirkung (30)

[Polyphenole](#), im Detail die Gruppe der [Flavonoide](#), wurden in Studien auf ihr antiinflammatorisches Potential getestet. Dabei stellte sich heraus, dass [Flavonoide](#) folgende Enzyme hemmen:

- **Phospholipase A2**
Bereitstellung von Arachidonsäure aus welcher verschiedene andere schmerz- und entzündungsinduzierende Substanzen hergestellt werden.
- **Lipoxygenasen**
Produzieren Leukotriene, entzündungsfördernde Stoffe.
- **Cyclooxygenasen**
Produzieren Prostaglandine, Thromboxane und Prostacycline welche ebenfalls bei Entzündungen eine Rolle spielen.

Außerdem verhindern sie die Freisetzung von Histamin, wodurch Schwellungen bei Entzündungen reduziert oder verhindert werden können.

Bei Entzündungen wird die Transkription von Zytokinen intensiviert. Zytokine sind Botenstoffe, welche Entzündungen fördern und die Produktion der entzündungs-, und schmerzinduzierenden Stoffe forcieren. Polyphenole können die für die Transkription verantwortlichen Transkriptionsproteine hemmen.

6.4.3.6. Antimikrobielle Wirkung (4)

Phenolsäuren (4)

Es wird vermutet, dass die antivirale Wirkung von Phenolsäuren auf die entgegengesetzte elektrostatische Ladung von Phenolsäuren und Virushülle zurückzuführen ist.

Die antimikrobielle Wirkung von Karotten wird auf die darin enthaltene Ferula-, und Kaffeesäure zurückgeführt.

Flavonoide (4)

Vor allem methylierte Flavonoide zeigen in niedrigen Konzentrationen antimikrobielle Wirkung. Quercetin weist außerdem eine protektive Wirkung gegen Viren auf, was in Tierversuchen herausgefunden wurde. Ihre antivirale Wirkung ist vor allem ihrer Fähigkeit zuzuschreiben virale Proteine zu binden und in deren Nukleinsäure Synthese einzugreifen.

6.4.4. Negative Effekte (32) (4)

6.4.4.1. Phenolsäuren (32) (4)

- In einer Langzeitstudie mit Ratten wurde festgestellt, dass die tägliche Gabe von Kaffeesäure (2% Anteil von der zugeführten Nahrung), was beim Menschen einer Konzentration von 140 mg entsprechen würde, zu Magenkrebs führt. Kaffeesäure ist hauptsächlich in Kaffeebohnen enthalten, jedoch kommt sie auch in einzelnen Gemüsesorten wie Grünkohl, Weißkraut, Paprika, Radieschen und Grünen Bohnen enthalten.
- Für Chlorogen-, und Kaffeesäure wurde, ebenfalls in Tierversuchen, eine verringerte Zinkabsorption festgestellt.

- Außerdem haben epidemiologische Studien ergeben, dass Chlorogensäure für eine erhöhte Plasmahomocysteinkonzentration verantwortlich ist. Diese steht im Zusammenhang mit erhöhtem Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen. In Humanstudien wurden Versuchspersonen 2g Chlorogensäure täglich verabreicht, was im Vergleich zu einer Placebokontrolle zu einem Anstieg der Plasmahomocysteinkonzentration von 12 % führte.

6.5. Phytosterine (37) (38)

6.5.1. Einleitung (37)

Phytosterine oder auch Phytosterole, Pflanzensterole oder Pflanzensterine genannt, sind bioaktive Stoffe die vor allem in fetthaltigen pflanzlichen Lebensmitteln wie Ölen, Samen oder Kernen vorkommen. In geringen Konzentrationen sind sie jedoch auch in Gemüsesorten enthalten, wenn auch nur mit Konzentrationen von 1-100 mg/100 g Frischgemüse. In Tabelle 13 sind die in ausgewählten Gemüsesorten enthaltenen Phytosteringehalte dargestellt.

Tabelle 13: Phytosteringehalt für ausgewählte Gemüsearten (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20).

| Name | Phytosteringehalt [mg/100g] |
|---|-----------------------------|
| Bierrettich | X |
| Karotte | 10,9-18,6 |
| Kopf-und Eissalat | 5,3-34,6 |
| Lauch (Porree) | 5,26-23,9 |
| Rote Rübe | 1-15,14 |
| Sellerie(Knolle) | 7,83- 17,13 |
| Sellerie(Stange) | 7,83- 17,13 |
| Spargel | 7,6-17 |
| Weißkraut | 10,7 |
| Zuckerhut | 19 |
| Zuckermais | 34,5-112 |
| Blumenkohl | 17,7 -40 |
| Brokkoli | 18,7- 49,08 |
| Kohl (Wirsing), Kohlrabi, Meerrettich, Rotkraut | X |
| Kürbis | 1-20,8 |

Die wichtigsten und verbreitetsten Pflanzensterine sind β -Sitosterin (65%), Campesterin (30%) und Stigmasterin (5%). Ihre Strukturen ähneln der des Cholesterins. Sie unterscheiden sich von tierischem Cholesterin durch die Variation des Rests (R), siehe Abbildung 18.

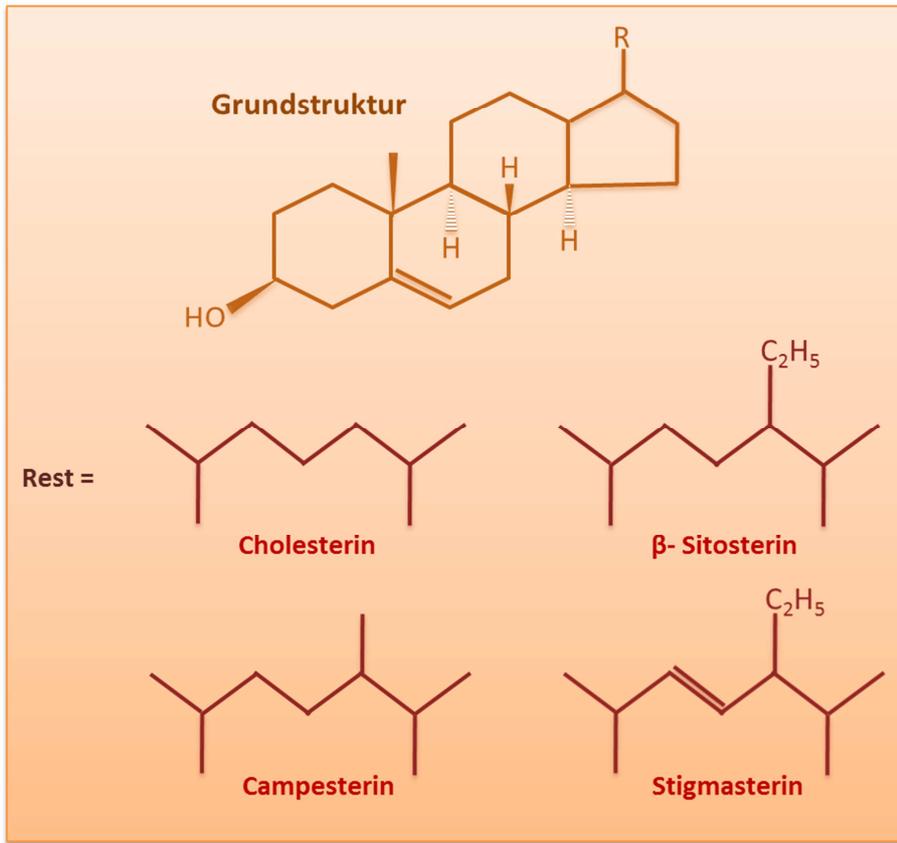


Abbildung 18: Grundstruktur der Pflanzensterine β -Sitosterin, Campesterin und Stigmasterin, welche sich von Cholesterin nur durch die Seitenkette (R) unterscheiden (16).

6.5.2. Bioverfügbarkeit (37) (39)

Vergleicht man alle Sterine hinsichtlich ihrer Bioverfügbarkeit, so wird ersichtlich, dass Cholesterin im Vergleich zu den Pflanzensterinen eine höhere Bioverfügbarkeit besitzt. Bei Mischkost nimmt der Mensch täglich rund 160-360 mg Phytosterine mit der Nahrung auf. Ist die Ernährung überwiegend vegetarisch, ist es natürlich wesentlich mehr. Von diesen über die Nahrung zugeführten Pflanzensterinen wird jedoch nur sehr wenig aus dem Magen-Darmtrakt absorbiert. Trotzdem verdrängt Phytosterin Cholesterin im Magen-Darmtrakt und verringert so dessen Aufnahme um bis zu 50%.

Die Absorptionsraten im Vergleich zu tierischem Cholesterin:

- Cholesterin >40%
- Campesterin 9,6 %
- Stigmasterin 4,8 %
- β -Sitosterin 4,2 %

Wie leicht oder schwer Phytosterine aufgenommen werden, hängt von der Länge der Seitenkette ab. Je länger diese ist, desto schwerer können sie aufgenommen werden. Laut Watzl und Rechkemmer (37) werden Phytosterine vermutlich über einen passiven Transportmechanismus in die Darmzellen aufgenommen, jedoch auch durch ABC-Transportproteine wieder aktiv aus diesen ausgeschleust. Wenn dieser Mechanismus tatsächlich so stattfindet, würde ein Großteil der Phytosterine über den Darmtrakt wieder ausgeschieden, was die relativ geringe Aufnahmerate von durchschnittlich 5,82 % bestätigt.

Jene Phytosterine die in den Darmzellen verweilen, werden vor allem in Transportlipoproteine verpackt und zur Leber transportiert. Dort gibt es 3 Möglichkeiten der weiteren Verteilung:

- Sie werden in Form von [Lipoproteinen](#) (VLDL, LDL) zu den peripheren Geweben transportiert.
- Sie werden in geringem Umfang zu Gallensäuren umgewandelt.
- Sie werden aus der Leber in die Gallenblase transportiert und mit dem Gallensaft ausgeschieden.

Im Plasma lassen sich vor allem β -Sitosterin und Campesterin nachweisen. Eine erhöhte Zufuhr von Phytosterinen lässt den Plasmaspiegel nicht ansteigen, jedoch führt eine Ernährung ohne Phytosterine zum Absenken des Phytosteringehalts im Plasma unter die Nachweisgrenze.

Bei einer Aufnahmerate von 5,82 % der zur Verfügung stehenden Phytosterine im Darm, kommt es bei einem Gehalt von 34,5-112 mg/ 100 g aus Zuckermais zu folgender Plasmakonzentration. Durch Kochen steigt der Gehalt an Phytosterinen offensichtlich leicht an. Daher werden 2,01-6,52 mg aus 100 g Zuckermais in den Körper aufgenommen. Die durchschnittliche molare Masse von Phytosterinen ist 409,4 g/mol. Das ergibt eine Plasmakonzentration von 0,818 -2,7 $\mu\text{mol/L}$ Blut und damit eine therapeutisch wirksame Konzentration.

6.5.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten

Tabelle 14: Die Wirkungsweisen der Phytosterine zusammengefasst.

| | Herz-Kreislauf | Antikancerogene Wirkung |
|--------------|--------------------|-------------------------|
| | Cholesterinsenkend | |
| Phytosterine | JA | JA |

6.5.3.1. Herz-Kreislaufferkrankungen (37) (39) (4) (24)

Cholesterinsenkende Wirkung (37) (39) (4) (24)

Diese Wirkung ist schon seit 5 Jahrzehnten wohlbekannt und wird seit damals zur Bekämpfung von Cholesterinämie eingesetzt.

Studien haben gezeigt, dass bei einem Einsatz von bis zu 6 g Pflanzensterinen, wobei 1g/Tag als effektive Mindestdosis identifiziert wurde, der Gesamtcholesterinspiegel um 10-30% gesenkt werden konnte.

Die Mechanismen hinter dieser Wirkung sind noch nicht hinlänglich erforscht. Man nimmt an, dass Phytosterine auf 2 möglichen Wegen die Aufnahme von Cholesterin in den Körper verhindern:

1. Sie binden an Cholesterin und bringen es so zum Auskristallisieren.
2. Sie verdrängen Cholesterin aus den bei der Fettverdauung entstehenden Mizellen(Transportproteine, welche Cholesterin wasserlöslich machen).

Pflanzensterinester zeigen eine höhere cholesterinsenkende Wirkung als die unveresterten Sterine. Bis zu einer Dosis von 2 g Phytosterinen/Tag ist die Cholesterin senkende Wirkung proportional zur Phytosterindosis. Phytosterinmengen über 3 g/Tag führten zu keiner weiteren Senkung des Cholesteringehaltes im Plasma.

Einige Studien mit verschiedenen Risikogruppen haben ergeben, dass die tägliche Gabe von 1,6-2,6 g Phytosterinen zu einer Senkung des Plasma-Cholesterinspiegels von 4,8-13,4 % und des Plasma LDL-Cholesterinspiegels um 6,7-16 % führt. Die Studien wurden über Zeiträume von 3 Wochen-12 Monate durchgeführt.

In Experimenten mit Caco-2 Zellen (Zellen aus dem Darm) hat sich herausgestellt, dass Phytosterine auch auf Schlüsselenzyme des Cholesterinstoffwechsels wirken. Sie reduzieren die Reaktionsgeschwindigkeit dieser Enzyme wodurch diese im Cholesterinstoffwechsel ihre Aufgabe nicht mehr erfüllen können.

Weitere Experimente mit Ratten haben ergeben, dass Phytosterine auch dort auf Schlüsselenzyme des Cholesterinstoffwechsels wirken.

Man schätzt, dass 1mg β - Sitosterin die Aufnahme von 1 mg Cholesterin aus dem Darm hemmen kann.

6.5.3.2. Antikanzerogene Wirkung (37) (4)

Dickdarmkrebs (37) (4)

Forscher haben Indizien gefunden, dass Phytosterine eine schützende Wirkung vor Dickdarmkrebs haben. Man hat einen Zusammenhang zwischen der hohen Aufnahme von Phytosterinen über die Nahrung und einem geringeren Dickdarmkrebsrisiko festgestellt.

Vegetarier, welche eine höhere Menge an Phytosterinen aufnehmen scheiden höhere Konzentrationen an β -Sitosterin (eines der vielen Phytosterine) aus als Nicht-Vegetarier. Dies hat in mehreren Studien ein verringertes Krebsrisiko der Vegetarier im Vergleich zu den Nicht-Vegetariern zur Folge.

In Tierversuchen mit Ratten konnte man dann feststellen, dass vor allem das Phytosterin β -Sitosterin in Konzentrationen von 0,2-2 % Nahrungsanteil zu einer Hemmung des unkontrollierten Wachstums von Dickdarmzellen führt. Im Vergleich dazu wuchsen die Zellen in Ratten ohne β -Sitosterin Zugabe um das 3-fache. Es wird vermutet, dass Phytosterine das Wachstum der Dickdarmzellen verlangsamen, wodurch es der Zelle ermöglicht wird, mehr Zeit für die Reparatur von DNS Schäden zu haben, welche der Auslöser für die Entstehung von Krebszellen sind.

Die Mechanismen welche für die antikarzinogene Wirkung der Pflanzensterine verantwortlich sind, sind nicht bekannt. Man weiß jedoch, dass diese nicht auf der Beeinflussung von Phase-II-Enzymen (Entgiftungsenzymen) beruht. Es wird angenommen, dass Phytosterin direkt die Stoffwechselwege eingreifen und die Bildung sekundärer Stoffwechselprodukte verhindern, welche für die Entwicklung von Krebszellen notwendig sind. Zum Beispiel wurde in Tierstudien herausgefunden, dass Abbauprodukte von Cholesterin, die Entstehung von Dickdarmkrebs verstärken. Eine erhöhte Phytosterinaufnahme reduziert die Konzentration dieser Abbauprodukte im Stuhl nachweislich.

Experimente an Mäusen haben gezeigt, dass Phytosterine außerdem eine hemmende Wirkung auf die S-Phase und die Mitose des Zellzyklus der Dickdarmzellen haben. Die S-Phase des Zellzyklus ist jene, in der die DNS verdoppelt wird. Durch die Verlangsamung der Zellteilung in der S-Phase, bleibt der Zelle mehr Zeit, beschädigte DNS zu reparieren.

6.5.4. Negative Effekte (37) (39)

Aus Studien am Menschen gibt es keine Nachweise, dass die Aufnahme von Pflanzensterinen zu einer negativen Wirkung führt. Selbst eine Supplementierung von 10-15 g/Tag über einen Zeitraum von 5 Jahren hat keine Nebenwirkungen zur Folge.

6.5.4.1. Phytosterinämie (37) (39)

Ist eine rezessiv vererbte Stoffwechselerkrankung, welche bei Personen auftritt, die eine Mutation im ABCG5 und ABCG8-Gen aufweisen, wodurch diese Transportproteine nicht mehr korrekt arbeiten können. Man nimmt an, dass diese Transportproteine für den Transport von Phytosterinen aus der Zelle in den Darm verantwortlich sind.

Es kommt zu einer erhöhten Aufnahme an Phytosterinen, 15 -60% der zugeführten Menge an Pflanzensterine kann diese Personengruppe aufnehmen. Dadurch kommt es bei diesen

Menschen aber durch hohe Plasmasterinkonzentrationen zu verfrühtem Auftreten von Arteriosklerose.

Der einzige derzeit bekannte Nebeneffekt von Phytosterinen welche Margarine zugesetzt werden, Sitosterin und Sitostanolester, zu einer verringerten Plasmakonzentration von α -Carotin, β -Carotin und Lycopin um 10-30 %. Personen welche unter Phytosterinämie leiden, sollten daher Phytosterin haltige Lebensmittel meiden.

6.6. Phytohormone (Phytoöstrogene) (4) (40) (41) (24) (42) (43) (44)

6.6.1. Einleitung (4) (40) (41) (24) (42) (44)

Phytoöstrogene können auch als Pflanzenhormone bezeichnet werden. Anhand ihrer Wirkung zählen sie zu den Phytoöstrogenen, gehören aber chemisch den Polyphenolen an.

Phytoöstrogene haben, wie ihr Name schon sagt eine ähnliche Struktur und Wirkung wie die im Körper vorkommenden steroiden Hormone.

Tabelle 15: Der Gehalt an Phytoöstrogenen in der Gemüseartenauswahl (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (43).

| Name | Phytoöstrogene [$\mu\text{g}/100\text{g}$] | |
|-------------------|--|----------|
| | Isoflavonoide | Lignane |
| Bierrettich | X | X |
| Karotte | 1-4 | 48-171 |
| Kopf-und Eissalat | 0-9 | X |
| Lauch (Porree) | 1-9 | 52-65 |
| Rote Rübe | 1 | 40-100 |
| Sellerie(Knolle) | 1-2 | 13-35 |
| Sellerie(Stange) | 1 | 7-8 |
| Spargel | 2 | 152-1000 |
| Weißkraut | 1 | 185-2321 |
| Zuckerhut | < 1 | 19 |
| Zuckermais | 1-2 | 1-40 |
| Blumenkohl | 1 | 11-14 |
| Brokkoli | 1-3 | 38-90 |
| Kohl (Wirsing) | 3-4 | 185-2321 |
| Kohlrabi | 11-13 | 30-45 |
| Kürbis | < 1 | 154 |
| Meerrettich | X | X |
| Rotkraut | 1 | 4-6 |

Im Körper gibt es 2 Arten an [Östrogenrezeptoren](#), ER- α und ER- β . Phytohormone binden stärker an den ER- β [Rezeptor](#), weisen jedoch allgemein eine geringere Bindungsaffinität von nur 0,1 % im Vergleich zu humanen Östrogenen auf. Dennoch können sie sowohl das Zellwachstum als auch die Hemmung desselbigen in hormonabhängigen Zelllinien (Brust, Prostata, Gebärmutter etc.) bewirken.

Die Wirkung scheint von der Konzentration an Phytoöstrogenen abzuhängen. Es wurden 10-1000fach höhere Konzentrationen im Vergleich zu endogenen Östrogenen im Urin von Menschen gemessen, die phytoöstrogenhaltige Nahrungsmittel verzehren.

Dadurch können Phytohormone konzentrationsabhängig sowohl eine östrogene wie auch eine anti-östrogene Wirkung ausüben. Durch Interaktion mit den [Östrogenrezeptoren](#) (ER) können sie die physiologische Wirkung dieses endogenen Steroidhormons nachahmen oder blockieren.

Phytohormone werden in 3 Gruppen eingeteilt:

- Isoflavonoide

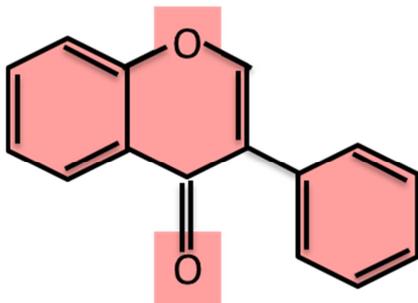


Abbildung 19: Grundstruktur der Isoflavonoide.

- Lignane

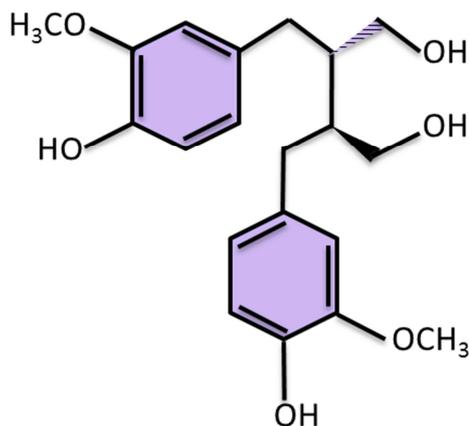


Abbildung 20: Strukturformel des Lignans Secoisolariciresinol (41).

- Coumestane

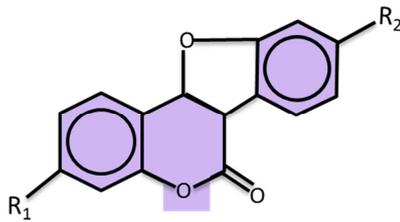


Abbildung 21: Grundstruktur der Coumestane.

6.6.1.1. Isoflavonoide (4) (40) (41)

Kommen vor allem in der Familie der Schmetterlingsblütler (Fabaceae) und Hülsenfruchtarten (Leguminosen) aus den Tropen vor. Sie sind nur in sehr geringen Mengen in heimischen Gemüsearten zu finden. Wie die meisten anderen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe kommen auch Isoflavonoide in der Pflanze als inaktive Zuckerkonjugate vor. Die meist bekannten Verbindungen sind Genistein und Diadzein.

6.6.1.2. Lignane (4) (40) (41) (43)

Sind im Pflanzenreich weit verbreitet. Hauptquellen sind jedoch Vollkorn- und Ölsaaten. Am reichhaltigsten an Lignanen ist Leinsamen. Grundsätzlich enthält Gemüse mehr Lignane als Isoflavonoide und ist auch ein Hauptlieferant dieser sekundären Pflanzenstoffe.

6.6.1.3. Coumestane (4) (40) (41)

Sind für die menschliche Ernährung eher von untergeordneter Bedeutung da diese Inhaltsstoffe nur in einzelnen Pflanzen enthalten sind, wie in Alfalfa, Klee und Sojasprossen. Daher wird Ihnen in dieser Arbeit auch keine nähere Aufmerksamkeit geschenkt. Interessant ist jedoch zu wissen, dass zu dieser Gruppe das Phytoöstrogen Coumestrol gehört, welches von denn bis dato bekannten Phytoöstrogenen die höchste östrogene Aktivität besitzt.

6.6.2. Bioverfügbarkeit (41) (40) (45) (43)

6.6.2.1. Isoflavonoide (41) (40) (45)

Isoflavonoide werden in ihrer Aglukon Form (ohne gebundenen Zucker) aus dem Dünndarm resorbiert. Da sie in den Pflanzen als Glykoside vorliegen, werden sie im Dünndarm von der Mikroflora (Darmbakterien) gespalten und das Aglukon wird freigesetzt. Es wird durch [passiven Transport](#) in die Darmzellen aufgenommen, dort größtenteils mit Glukuronsäure und im geringeren Ausmaß mit Sulfat verbunden und zu Glukuronsäure-, bzw. Sulfatkonjugaten umgewandelt werden.

Über den Darm aufgenommene Isoflavonoide und deren Stoffwechselprodukte gelangen über die Pfortader in die Leber wo sie [Phase-II-Konjugationsreaktionen](#) unterliegen und meist zu Monoglukuroniden umgewandelt werden, als welche sie auch im Urin wiedergefunden werden.

Studien beim Menschen haben nach dem Verzehr von Isoflavonoid haltigen Lebensmitteln ergeben, dass die maximale Plasmakonzentration von den Isoflavonoiden Genistein und Daidzein nach 6-8 Stunden erreicht wird. Die Halbwertszeit von Daidzein beläuft sich auf 5-6 h, die von Genistein auf 6-8 h.

Weitere Studien mit Ratten haben gezeigt, dass die orale Aufnahme von Isoflavonoidglykosiden (Genisteinglykosid) zu einer Aufnahme an freien Isoflavonoiden in den Körper von 48,66 % führte. Die Isoflavonoidglykoside werden im Dünndarm und Dickdarm in freie Isoflavonoide umgewandelt, durch das dort auf der Zelloberfläche vorkommende [Enzym \$\beta\$ -Glucosidase](#) und so in den Körper aufgenommen. Jedoch wird angenommen, dass auch die Glykoside mittels eines passiven [Transportmechanismus](#) aufgenommen werden und somit eine höhere Bioverfügbarkeit denkbar ist.

Für unsere Berechnung, nehmen wir eine Aufnahme aus dem Darm von rund 50% an. Durch Kochen wird der Gehalt an Isoflavonoiden, die chemisch ja den Polyphenolen angehören, verringert. Da es auf die Art des Kochens ankommt, nämlich Dampfkochen oder im Kochtopf mit Wasser, nehmen wir an, dass sich der Gehalt an Isoflavonoiden durch Kochen im schlimmsten Fall (Kochen im Kochtopf mit Wasser) um 50 % reduziert.

Die Karotte enthält eine Konzentration von 1-4 $\mu\text{g}/100\text{g}$ Frischmasse. Berücksichtigen wir den Verlust durch Kochen ergibt sich eine Konzentration von 0,5-2 $\mu\text{g}/100\text{g}$ die im Darm zur Aufnahme in den Körper zur Verfügung stehen. Es werden davon 50 % aufgenommen, also 0,25-1 μg aus 100 Gramm Karotten. Die durchschnittliche molare Masse von Isoflavonoiden ist 262,24 g/mol und somit ergibt sich eine Plasmakonzentration von 0,159 -0,636 nmol/L Blut was keinen therapeutischen Effekt mehr hat. Um einen therapeutischen Effekt zu erreichen, müsste eine Portion Gemüse (rund 100g) in etwa 630 μg Isoflavonoide enthalten.

6.6.2.2. Lignane (41) (43)

Im Unterschied zu den Isoflavonoiden werden die Lignane aus Pflanzen durch die humane Darmflora nahezu vollständig in die sogenannten Säugerlignane Enterodiol und Enterolacton überführt. Dieser Prozess beginnt im Dünndarm und endet im Dickdarm. Enterodiol und Enterolacton wurden auch im Humanurin wiedergefunden. Des Weiteren wurde in Experimenten festgestellt, dass Pflanzenlignane zu rund 60 % in Säugerlignane umgewandelt werden und so zur Absorption in den Körper zur Verfügung stehen.

Es wird vermutet, dass durch kochen kein gravierender Verlust an Lignanen entsteht. In Spargel sind 152-1000 $\mu\text{g}/100\text{g}$ Frischgewicht an Lignanen enthalten.

Davon werden 60 % in Säugern, jene die für den Körper verfügbar sind, umgewandelt also 91,2-600 µg/100g. Dies ergibt 73,4-482,7 µg an Säugern die in den Körper aufgenommen werden können. Durch diese Aufnahme ergibt sich eine Plasmakonzentration von rund 41-267 nmol/L Blut also durchaus noch in der therapeutischen Breite, welche bei 10-100 nmol liegt.

6.6.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten

Tabelle 16: Wirkungsweise der Phytohormone zusammengefasst.

| | Hilft Übergewicht abzubauen | Herz-Kreislauf | | Antikarzinogene Wirkung | Antioxidative Wirkung | Stärkt Knochen |
|--------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|----------------|
| | | Gegen Arterienverkalkung | Blutdruck-senkend | | | |
| Phytohormone | JA | JA | JA | JA | JA | JA |

6.6.3.1. Fettleibigkeit (Adipositas) (24)

Bei Experimenten mit Mäusen und in vitro wurde festgestellt, dass Genistein, ein Phytoöstragen, die Apoptose von Fettzellen herbeiführen kann sowie die Lipolyse steigern und die Lipideinlagerung verhindern kann. Eine detailliertere Studie hat außerdem gezeigt, dass Konzentrationen von 6,5 -50 µmol/L Genistein mit je höher die Konzentration desto weniger Lipidakkumulation findet statt. Jedoch hat eine Kontrolle der Zellebensfähigkeit hat sich jedoch herausgestellt, dass die höchste Konzentration an Genistein zu einer Verringerung der Lebensfähigkeit um 50 % geführt hat.

6.6.3.2. Herz –Kreislaferkrankungen

Arterienverkalkung (Arteriosklerose) (41) (40) (42) (24)

Die Aufnahme von Sojaproteinextrakten mit einer Zufuhrmenge von täglich rund 50-150 mg Isoflavonoiden hat folgende Wirkungen gezeigt:

- Senkung des LDL-Cholesterin im Plasma
- Senkung des Gehalts an Triglyzeriden im Plasma
- Anstieg an HDL-Cholesterin (gutes Cholesterin welches vor den Auswirkungen des bösen LDL-Cholesterin auf die Blutgefäße schützt) im Plasma.

Durch diese Wirkungsweisen der Isoflavonoide, kann die Bildung von Ablagerungen im Endothel der Blutgefäße reduziert werden und die Entstehung von Arteriosklerose vermindert werden. LDL-Cholesterin wird bei Oxidation von den Schaumzellen der Endothelzellen der Blutgefäße aufgenommen und lagert sich so in diesen ab. Dies kann die Basis für eine Arterienverkalkung sein.

Lignane sollen ebenfalls die Lipid- und Lipoprotein Konzentrationen im Blut senken. Dies muss aber erst in fundierten Studien nachgewiesen werden!

Blutdrucksenkende Wirkung (41) (40) (42) (24)

Wissenschaftler haben kürzlich herausgefunden, dass Östrogene durch Bindung der ER- α und ER- β Rezeptoren in den Blutgefäßen die endotheliale Stickoxidsynthetase (ein Enzym, welches an den Zellen der Blutgefäße vorkommt) aktivieren, welche für eine Erweiterung der Gefäße und einen besseren Blutfluss sorgt. Eine erhöhte Zufuhr von Phytoöstrogenen nach der Menopause bei Frauen kann diesen Effekt, der durch die Reduktion von körpereigenen Östrogenen nach der Menopause ausbleibt, aufrechterhalten.

Eine Studie mit 26 postmenopausalen Frauen, wovon 12 an kardiovaskulären Erkrankungen litten haben gezeigt, dass die kranken Damen vermehrt ER- β Rezeptoren im vaskulären Endothel aufwiesen, wohingegen die gesunden Damen vermehrt ER- α Rezeptoren hatten. Zur Erinnerung, Phytoöstrogene haben eine höhere Affinität zu ER- β . Eine erhöhte Aufnahme von Phytoöstrogenen hat daher zu einer verbesserten Gefäßerweiterung geführt. Bei der gesunden Kontrollgruppe konnte kein Effekt nachgewiesen werden

Die Gabe von isolierten Isoflavonoiden konnte diese Effekte nicht bewirken. Dies weist verstärkt darauf hin, dass die Kombination der unterschiedlichen bioaktiven Substanzen in Lebensmitteln den gesundheitsförderlichen Effekt auslöst und die einzelnen isolierten sekundären Pflanzenstoffe ihre Wirksamkeit durch die fehlenden bioaktiven Stoffe verlieren.

6.6.3.3. Antikancerogene Wirkung (41) (42) (44) (4)

Die wichtigsten, mit antikancerogener Wirkung behafteten Phytoöstrogene sind Isoflavonoide und Lignane. Isoflavonoide sind reichhaltig in Sojabohnen und Lignane in allen ballaststoffreichen Lebensmitteln vorhanden.

Internationale Krebsstatistiken haben herausgefunden, dass in asiatischen Ländern, in denen Soja (reich an Isoflavonoiden) Bestandteil der traditionellen Ernährung ist, sehr viel weniger Personen an hormonbedingtem Krebsarten (Prostata-, Brust-, Gebärmutterhalskrebs) erkranken wie das in westlichen Ländern der Fall ist.

Untersuchungen an weiblichen Ratten mit den Kanzerogenen Dimehtylbenzanthrazen (DMBA) und N- Methyl -N- Nitrosoharnstoff (MNU) haben gezeigt, dass eine Supplementierung des Futters mit Soja zu einer Senkung der DMBA und MNU induzierten **Brusttumorbildung** führt.

Isoflavonoide haben in Studien nachgewiesen, dass konzentrationsabhängig, eine negative als auch positive Beeinflussung von Brustkrebszellen stattfindet. In geringen Konzentrationen regen sie das Wachstum von ER- α abhängigen Brustkrebszellen an wohingegen sie in höheren Konzentrationen eine extrem zytotoxische Wirkung auf Krebszellen haben.

Eine andere Studie hat gezeigt, dass eine frühkindliche Ernährung die reich an Phytoöstrogenen (vor allem Isoflavonoiden und Lignanen) ist offensichtlich einen erhöhten Schutz vor Brustkrebs im Erwachsenenalter zur Folge hat. Dies liegt an der Differenzierung der terminalen Endknospen der Milchdrüse wodurch das gesamte Drüsengewebe unempfindlicher gegen Karzinogene wird.

Des Weiteren haben Humanstudien ergeben, dass die regelmäßige Aufnahme von Soja das **Prostatatakrebsrisiko** senkt. Dies wurde auch in Tierversuchen bestätigt bei denen Ratten Prostatatakrebszellen implantiert wurden. Das Zumischen von phytoöstrogenreichen Lebensmitteln ins Futter hat das Wachstum der Tumorzellen immens reduziert. Eine mögliche Erklärung ist, dass Genistein die Aktivität von 5- α -Reduktasen im Gewebe der Genitalien und Prostata inhibiert. Dadurch kann Testosteron nicht in Di-Hydrotestosteron, seine biologisch aktive Form umgewandelt werden was sich positiv bei Erkrankungen der Prostata auswirkt.

Eine andere Humanstudie hat bewiesen, dass sich Phytoöstrogene, im Besonderen Isoflavonoide und Lignane im Gewebe der Prostata anreichern. Je höher die Konzentration an diesen Pflanzenhormonen in der Prostataflüssigkeit ist, desto geringer ist das Erkrankungsrisiko für die unterschiedlichsten Prostataerkrankungen.

Tierversuche haben außerdem gezeigt, dass die Zufütterung von Sojabohnen (reich an Isoflavonoiden) konsequent zu:

- einer geringeren Tumoranzahl
- einer geringeren Tumorgroße
- einer höheren Latenzzeit des Krebs
- einer verzögerten Entwicklung der Tumore
- weniger häufigen Metastasenbildung

Forscher vermuten aufgrund der Ergebnisse aus Untersuchungen, dass Phytoöstrogene Einfluss auf die folgenden Krebs fördernden Mechanismen haben:

Hemmung der hormonbezogenen Kanzerogenese

- **Antiöstrogenwirkung**

Isoflavonoide und Lignane sind sogenannte schwache Östrogene. Sie haben eine 0,1 %-ige Östrogenaktivität im Vergleich zu tierischen Östrogenen. Trotzdem können sie, aufgrund ihres um ein vielfaches höhere Vorkommen im Körper, in den Hormonstoffwechsel eingreifen. Sie blockieren die Rezeptoren und verhindern so, dass starke Östrogene binden können.

- **Stimulation der Produktion von SHBG (Sex Hormone Binding Globulin)**

SHBG ist ein in der Leber gebildetes Protein, welches im Plasma Geschlechtshormone bindet. Dadurch wird die Konzentration an biologisch aktiven freien Östrogenen und Androgenen reguliert. Dies wurde bisher nur in vitro nachgewiesen. Humanstudien weisen zwar darauf hin, dass Phytoöstrogene die SHBG Produktion steigern, dies muss aber erst in weiteren Studien bewiesen werden.

- **Hemmung des Steroidhormonstoffwechsels**

Ein Cocktail aus 8 Phytoöstrogenen hat in einer pharmakologischen Studie gezeigt, dass eine Hemmung der 5 α -Reduktase von 76 % erreicht wurde. Dieses Enzym ist für die Produktion eines Stoffes zuständig, welcher die Prostata wachsen lässt.

Hemmung der hormonunabhängigen Kanzerogenese

- **Hemmung der Kanzerogen Aktivierung**

Phytoöstrogene binden an das aktive Zentrum von Phase-I-Enzymen, wodurch diese nicht mehr in der Lage sind, Kanzerogene zu aktivieren.

- **Beeinflussung des Gallensäuren- bzw. Cholesterinstoffwechsels**

Enzym welches aus Cholesterin primäre Gallensäure herstellt, wird durch Phytoöstrogene gehemmt. Dadurch wird in weiterer Folge die Bildung der Dickdarmkrebsfördernden sekundären Gallensäure verhindert.

- **Hemmung der Blutgefäßbildung (Angiogenese)**

Damit Tumore überleben können, benötigen sie eine ausreichende Blutversorgung. Isoflavonoide wirken sich negativ auf die Blutgefäßbildung aus wodurch die Nährstoffversorgung von Tumoren nicht gewährleistet ist siehe Abbildung 22.

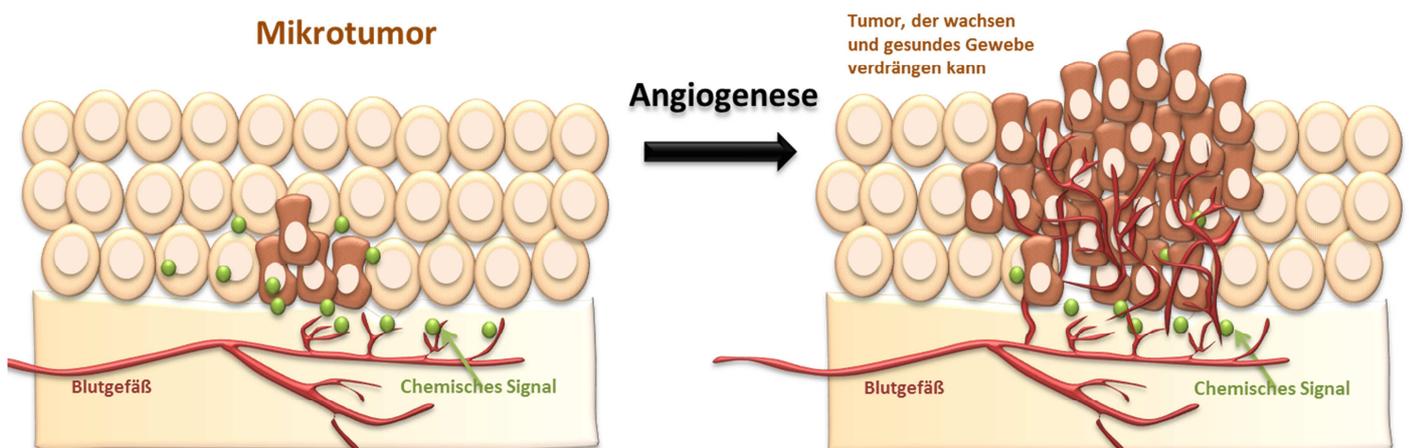


Abbildung 22: Damit Tumore auch wachsen können, müssen sie mit Nährstoffen versorgt werden. Daher beginnt nach dem Zellwachstum (unkontrolliert) die Bildung neuer Blutgefäße, welche den Tumor mit Nahrung versorgen (46).

6.6.3.4. Antioxidative Wirkung (42) (4)

Phytoöstrogenen wird auch eine antioxidative Aktivität nachgesagt. Diese beruht auf der Bindung des Isoflavonoids Genistein an der DNS um diese vor Zerstörung durch freie Radikale zu schützen, weiters steigert es die Aktivität von antioxidativ wirksamen Enzymen und ist ein Radikalfänger.

Weitere positive Effekte können bei regelmäßiger Aufnahme auch eine **Steigerung der Hirnleistung** sein. Dies wurde in Humanstudien und Tierversuchen bestätigt.

6.6.3.5. Stärkt Knochen (42) (44)

Studien haben hervorgebracht, dass eine Ernährung mit isoflavonoidreichen Lebensmitteln (Sojabohnen) in asiatischen Ländern mit einer höheren Knochenmineraldichte einhergeht. Die Entdeckung von ER- β Rezeptoren (Östrogenrezeptoren) in knochenbildenden Zellen ist eine mögliche Erklärung für diesen gesundheitlichen Effekt.

Ein Versuch mit Ratten, hat ergeben, dass Isoflavonoide für eine erhöhte Knochendichte sorgen können. Den Ratten wurde die Gebärmutter operativ entfernt wodurch sie als östrogendefizient (Mangel an Östrogen) eingestuft wurden. Man verabreichte Ihnen einmal ein Sojaproteinextrakt und einmal ein Sojaproteinextrakt ohne Isoflavonoide. Nur das Sojaprotein mit Isoflavonoiden verhinderte eine Verringerung der Knochendichte. Diese protektive Wirkung blieb bei Versuch 2 mit Sojaproteinextrakt ohne Isoflavonoide aus.

Eine weitere Studie über 6 Monate mit 66 postmenopausalen Frauen hat ergeben, dass eine Supplementierung mit 90 mg Isoflavonoiden täglich (enthalten in 40 g Sojaprotein) die Knochendichte erhöhte.

6.6.4. Negative Effekte (41) (40)

Die Verabreichung von isolierten Isoflavonoiden wie Genistein hat in Tests mit Ratten die Anregung des Brusttumorwachstums bewirkt. Erst hohe Konzentrationen konnten zu einer Inhibition führen.

Des Weiteren besitzt Genistein, wie in einigen Studien in vitro belegt, genotoxisches Potential und kann zu DNS-Brüchen, chromosomalen Aberrationen (Änderung der Anzahl oder Struktur von Chromosomen) und Genmutationen führen.

Sojaisoflavonoiden wird außerdem eine goitrogene (Schilddrüsen vergrößernde) Wirkung nachgesagt. Dies liegt an ihrer Fähigkeit Jod zu binden, wodurch sie in der Schilddrüse die Bildung des Jodabhängigen Schilddrüsenhormons verhindern.

Die beschriebenen negativen Effekte können vor allem bei der Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln in hohen Konzentrationen und über lange Zeiträume auftreten. Über die Nahrung aufgenommene Phytoöstrogene haben nachweislich keine negativen Einflüsse auf den Menschen.

6.7. Protease-Inhibitoren (4)

6.7.1. Einleitung (4)

Proteasen sind [Enzyme](#) welche die in der Nahrung vorkommenden [Proteine](#) in ihre einzelnen Bausteine ([Aminosäuren](#)) aufspalten. Protease-Inhibitoren verhindern diese Eiweißspaltung indem sie diese [Enzyme](#) kompetitiv hemmen. Sie binden an die Proteasen und verhindern so, dass das eigentliche Substrat, welches sie aktivieren würde, nicht binden kann. Diese Gruppe an bioaktive Substanzen kommt vor allem in Getreide und Hülsenfrüchten jedoch auch in geringen Mengen in der Roten Rübe vor, weshalb sie hier erwähnt werden.

Man schätzt, dass der Mensch bei Mischkost täglich um die 295-330 mg an Proteaseinhibitoren zu sich nimmt. Vegetarier, die große Anteile an Hülsenfrüchten und Getreide verzehren, ist die Einnahme natürlich entsprechend höher.

6.7.2. Bioverfügbarkeit (4)

Nur etwa 10 % der mit der Nahrung aufgenommenen Protease-Inhibitoren, werden in die Darmepithelzellen aufgenommen. Dies wurde bei Analysen von Ausscheidungen von Tieren nach dem Verzehr von Protease-Inhibitor haltigen Lebensmitteln beobachtet, wo 90 % der aufgenommenen Protease-Inhibitoren in den Fäzes wiedergefunden wurden.

6.7.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten

Tabelle 17: Die Wirkungsweise der Protease-Inhibitoren zusammengefasst.

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| | Antikancerogen |
| Protease-Inhibitoren | JA |

6.7.3.1. Antikancerogene Wirkung (4)

Bei einigen, der im Pflanzenreich weit verbreiteten Protease-Inhibitoren, wurde in diversen Studien eine antikancerogene Wirkung nachgewiesen. Der am meisten untersuchte Inhibitor ist der Bowman-Birk-Inhibitor welcher vor allem in der Sojabohne vorkommt. Diese Substanz soll angeblich Dickdarm-, Mundhöhlen-, Lungen-, Leber-, und Speiseröhrenkrebs beeinflussen.

Es wird angenommen, dass Protease –Inhibitoren über folgende Mechanismen antikanzerogen wirksam sind:

- Verminderung der Aminosäure (Bausteine der Proteine[Eiweiße]) –Verfügbarkeit
- Hemmung von tumorspezifischen Proteasen, die an der Krebsentstehung beteiligt sind.
- Antioxidative Wirkung

6.7.4. Negative Effekte (4)

Der Verzehr von rohen Sojabohnen bewirkte bei Versuchstieren wie Mäusen, Ratten und Meerschweinchen eine Wachstumshemmung und eine Vergrößerung der Bauchspeicheldrüse. Bei Hunden, Schweinen, Kälbern und Affen wurde das jedoch nicht beobachtet. Daher nimmt man an, dass sie auch beim Menschen keine negativen Effekte hervorrufen. Dies beweist auch die Tatsache, dass Bevölkerungsgruppen mit einer Protease-Inhibitor reichen Nahrung keine gesundheitsschädlichen Wirkungen davon nach sich gezogen haben.

6.8. Saponine (47)

6.8.1. Einleitung (47)

Diese bioaktiven Pflanzenstoffe kommen als Glykoside in Pflanzen vor. Sie sind oberflächenaktive, bitter schmeckende Stoffe die vor allem als Triterpenglykoside, weniger oft als Steroidglykoside auftreten, siehe Abbildung 23.

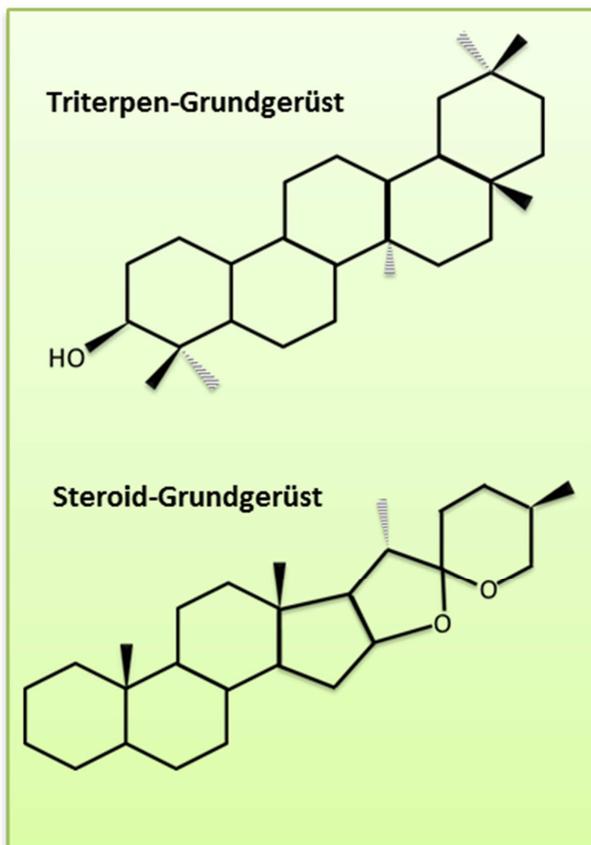


Abbildung 23: Grundstruktur der Saponine (47).

Saponine sind vor allem in Hülsenfrüchten, Spinat, Spargel und Hafer reichhaltig und auch in der Roten Rübe vorhanden. Lakritze enthält ebenfalls jede Menge dieser bioaktiven Stoffe, bis zu 2000 mg/100 g können diese Leckereien enthalten.

6.8.2. Bioverfügbarkeit (47)

Nur etwa 3 % der mit der Nahrung zugeführten Saponine werden aus dem Magen-Darmtrakt absorbiert. Saponine werden offensichtlich im Magen und Darm in Zucker und in freies Sapogenin gespalten. Diese Sapogenine werden aus dem Darm aufgenommen und dann an

[Albumin](#) im Blutkreislauf gebunden wodurch sie durch den Körper transportiert werden können.

In der Niere werden sie an Glukoronsäure gebunden und können somit ausgeschieden werden, da sich dadurch ihre Wasserlöslichkeit erhöht.

Genauere Informationen bezüglich der Mechanismen der Absorption und bzw. Aufnahmeraten sind nicht bekannt. Es wird aber aufgrund angeblicher hämolytischer und Blutdruck erhöhender Effekte eine maximale Dosis von 100–300 mg/Tag diskutiert. Vegetarier können, bei sehr Hülsenfrucht reicher Nahrung etwa 110-240 mg/Tag zu sich nehmen, Personen die sich von Mischkost ernähren ca. 15 mg/Tag. Bei oraler Aufnahme wird für Warmblüter eine [LD₅₀](#) von 50–1000 mg/kg Körpergewicht angegeben.

6.8.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten

Tabelle 18: Wirkungsweise der Saponine zusammenfassend.

| | Herz-Kreislauf | Antikarzinogene Wirkung | Immunsystem stärkende Wirkung | Entzündungshemmende Wirkung | Antimikrobielle Wirkung |
|----------|--------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | Cholesterinsenkend | | | | |
| Saponine | JA | JA | JA | JA | JA |

6.8.3.1. Herz-Kreislaufkrankungen (47) (4)

Cholesterinsenkende Wirkung (47) (4)

Dieser Effekt beruht auf der Bindung von Saponinen an Cholesterin im Magen-Darmtrakt, wodurch dieses nicht mehr aufgenommen werden kann und über den Faeces ausgeschieden wird.

Ein weiterer, indirekter Effekt, beruht auf der Bindung von primärer Gallensäure, wodurch deren Ausscheidungsrate über die Fäkalien erhöht wird. Dadurch wird die körpereigene Synthese von Gallensäure aus Cholesterin verstärkt, was die Plasmakonzentration senkt.

Die Verabreichung von Saponin-reichen Nahrungsmitteln (Luzerne und Bohnen) zu einer Normalkost führte nach 8 Wochen zu einer Senkung des Gesamtplasmacholesterinspiegels von 17 % und des LDL-Cholesterins um 18 %.

Je nach pflanzlicher Herkunft, haben die enthaltenen Saponine eine unterschiedliche Wirkung, manche wirken verstärkt auf die Hemmung der Cholesterinaufnahme und andere auf die Bindung primärer Gallensäure.

Da die negativen Effekte einer Überdosis an isolierten Saponinen nicht bekannt ist, sollte bei einer Hypcholesterinämie ein gezielter Einsatz von saponinhaltigen Nahrungspflanzen in die Behandlung mit einbezogen werden.

6.8.3.2. Antikanzerogene Wirkung (47) (4)

Leider gibt es aktuell nur wenige fundierte Studien zur antikarzinogenen Wirkung von Saponinen. Man vermutet aber, dass sie trotz allem einen positiven Einfluss auf die Krebsprävention haben.

Dickdarmkrebs (47) (4)

In Tierversuchen hat sich gezeigt, dass eine Zugabe von Saponinen in Konzentrationen von 1 % der Nahrung zur Hemmung der Dickdarmkrebsentstehung führt.

In weiteren in vitro und in vivo Studien wurde bewiesen, dass Saponine das Wachstum und die DNS-Synthese von Dickdarmkrebszellen hemmen.

Es werden aktuell 2 mögliche Mechanismen angenommen:

- Saponine binden Cholesterin und primäre Gallensäuren, wodurch die Bildung genotoxischer sekundärer Gallensäuren (Tumorpromotoren) verringert wird.
- Außerdem sollen Saponine eine positive Wirkung auf Immunzellen haben. Sie sollen die Aktivität der Killerzellen erhöhen welche tumorzerstörend wirken.

6.8.3.3. Immunsystem stärkende Wirkung (4)

In Tierversuchen mit Mäusen wurde festgestellt, dass Saponine eine verstärkte Immunantwort gegenüber inaktivierten Tollwutviren verursachen. Außerdem erhöhen sie das Wachstum und die Aktivität von Immunzellen. Diese Wirkungen sind im Menschen noch nicht nachgewiesen und müssen erst näher erforscht werden.

6.8.3.4. Entzündungshemmende Wirkung (24)

In in-vitro Studien wurde gezeigt, dass Saponine, konzentrationsabhängig, die Produktion von entzündungsfördernden Stoffen reduzieren. Hierfür wurden Zellen mit 30-100 µL Saponinen für 16 Stunden inkubiert. Je höher die Konzentration, desto geringer die Produktion von Entzündungsfördernden Substanzen.

Zusätzlich hemmen Saponine Faktoren, welche für die Transkription (Ablese von Genen) von Stoffen wichtig sind, welche an der Entzündungsentstehung beteiligt sind. Es wurden für dieses Experiment Saponine aus Sojabohnen verwendet.

6.8.3.5. Antimikrobielle Wirkung (47) (4)

Die antimikrobielle Wirkung von Saponinen ist vermutlich auf die Fähigkeit dieser bioaktiven Stoffe, Komplexe mit Sterinen der Pilzmembran zu bilden, zurückzuführen.

Tierversuche haben ergeben, dass Saponine gegen Pilzinfektionen wirksam sind. Die Gabe von Saponinen hat zu einer Abwehr dieser geführt. Wurden Saponine und Cholesterin verabreicht, trat die Wirkung nicht auf.

Da Saponine durch ihre geringe Bioverfügbarkeit vor allem im Magen-Darmtrakt wirken, ist die fungizide Wirkung fraglich, da in diesem Bereich Cholesterin ständig anwesend ist. Die tägliche Aufnahme von 7,2–30,8 mg/kg Körpergewicht des Saponins Glycyrrhizin hat bei einer Einnahme über einen Monat die Symptomatik von Virenerkrankungen der Versuchspersonen stark verzögert.

6.9. Sulfide (48)

6.9.1. Einleitung (48)

Sulfide sind Bestandteile der sogenannten Zwiebelgewächse. Sie sind vor allem in Knoblauch, Zwiebel, Porree oder auch Schnittlauch enthalten.

Die Vorläufersubstanzen zu den, für ihren scharfen Geruch und Geschmack bekannten, Sulfiden befinden sich im Zellplasma von Pflanzenzellen. Davon getrennt in separaten Kammern (Vakuolen) der Pflanzenzelle sind [Enzyme](#) enthalten, welche diese Vorläufersubstanzen in diese Sulfide umwandeln. Dies geschieht, wenn man mechanische Zerstörung anwendet z.B.: beim Zwiebelschneiden oder Knoblauchpressen. Dies erklärt warum einem dabei "die Tränen kommen".

Es gibt verschiedene Sulfide, wasserlösliche und fettlösliche, siehe Abbildung 24.

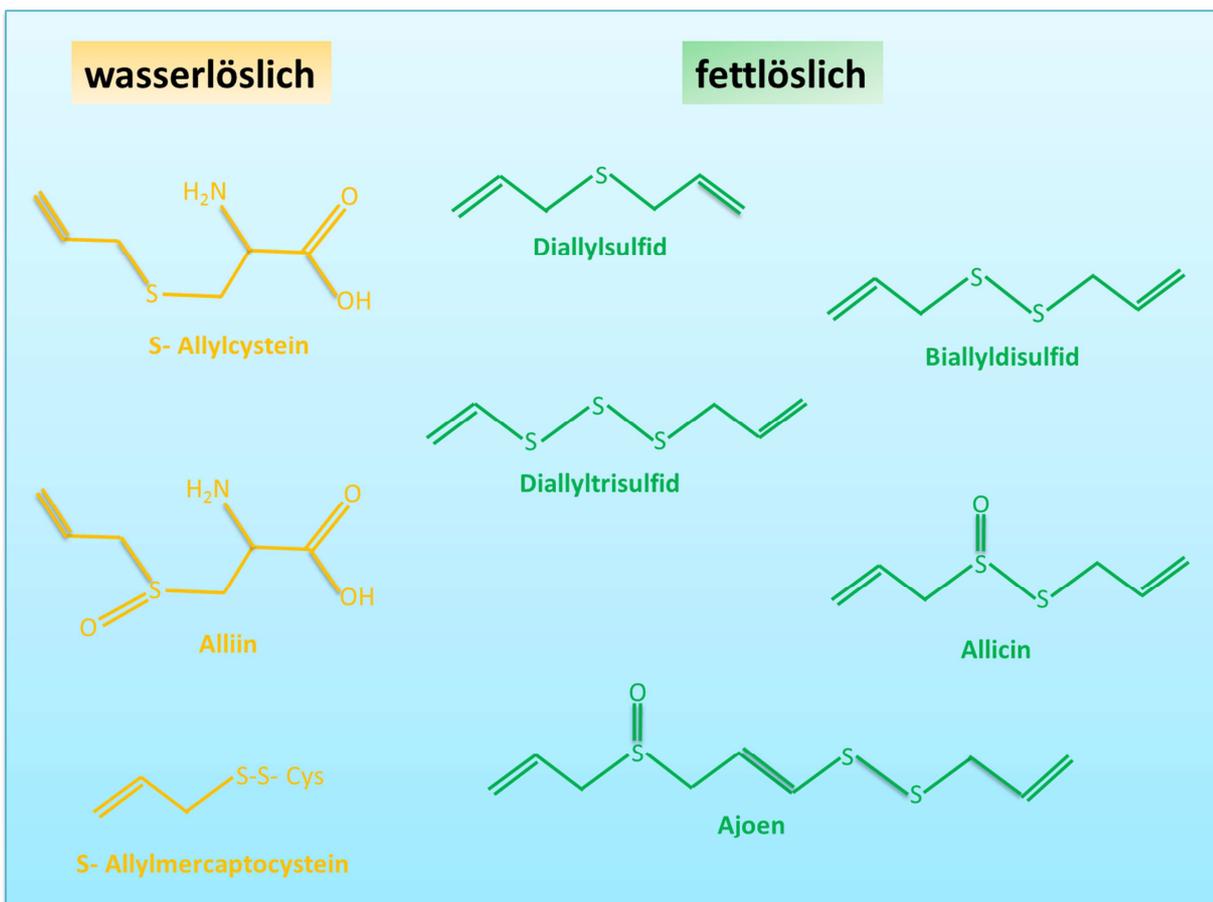


Abbildung 24: Verschiedene Sulfidgrundstrukturen. Sulfide können fettlöslich oder wasserlöslich sein (48).

Eindeutige Nachweise, in welcher Art und Weise, unterschiedliche Sulfide einen Einfluss auf körperliche Funktionen haben sind noch nicht erbracht worden. Es wird aber diskutiert, dass die Anzahl der Schwefelatome in den Verbindungen für die Organspezifität (In welchem Organ sie wirken) und Wirksamkeit der Sulfide verantwortlich sein sollen.

Außerdem wurde festgestellt, dass die Löslichkeit der Sulfide ebenfalls eine Rolle hinsichtlich ihrer Wirksamkeit spielt.

6.9.2. Bioverfügbarkeit (48)

Die Aufnahmemenge von Sulfiden allgemein ist gut. S-Allylcystein etwa hat eine Aufnahmerate von 55-67 % der zugeführten Menge. Über die Bioverfügbarkeit anderer Sulfide ist zurzeit nichts bekannt.

6.9.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten

Tabelle 19: Wirkungsweise der Sulfide zusammengefasst dargestellt.

| | Herz-Kreislauf | | Antikancerogene Wirkung | Antioxidative Wirkung | Immunsystem stärkende Wirkung | Antimikrobielle Wirkung |
|----------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | Cholesterinsenkend | Antithrombotische Wirkung | | | | |
| Sulfide | JA | JA | JA | JA | JA | JA |

6.9.3.1. Herz-Kreislaufkrankungen (4)

Cholesterinsenkende Wirkung (4)

Wissenschaftler nehmen an, dass Sulfide mit den SH-Gruppen der Schlüsselenzyme der Cholesterinsynthese Verbindungen eingehen und so die Cholesterinsynthese im Körper vorübergehend blockieren.

In Studien mit Personen welche gesund, hyperlipidämisch und hypercholesterinämisch waren wurde erkannt, dass der Verzehr von Zwiebelgewächsen im Vergleich zu keinem Verzehr zu einer Senkung der Blutlipid-, und Plasmacholesterinwerte führte.

Antithrombotische Wirkung (48) (4)

Die schwefelhaltigen Sulfide, welche in Zwiebel bzw. Lauchgewächsen häufig vorkommen haben die Eigenschaft, die Thrombozyten Aggregation zu hemmen sowie die Fibrinolyse Aktivität zu steigern.

Das Sulfid Allicin kann zu Stoffen abgebaut werden, welche eine antithrombotische Wirkung haben. In Humanstudien hat die Aufnahme von 6 Knoblauchzehen täglich zu einer erhöhten Aktivität des Fibrinolyse- Systems (Löst „Blutklebstoffklumpen“ auf). Eine Einnahme von nur 2 Zehen täglich, konnte diese Wirkung nicht erzielen.

Außerdem wurde in Humanstudien gezeigt, dass die tägliche Zufuhr von nicht erhitztem Zwiebelsaft, im Unterschied zu erhitztem, die Thrombozyten Aggregation (Blutplättchen-Klumpen-Bildung) reduzieren.

Der Mechanismus dahinter ist vermutlich jener, dass Sulfide Fibrinogen Rezeptoren auf Thrombozyten besetzen.

6.9.3.2. Antikanzerogene Wirkung (48) (4)

In Tierversuchen wurde eine antikanzerogene Wirkung von Sulfiden bei folgenden Krebsarten nachgewiesen: Speiseröhre-, Magen-, Dickdarm-, Brust- und Lungenkrebs.

Da vor allem die Entstehungs-, und Wachstumsphase der Krebszellen durch Sulfide beeinträchtigt wird, nimmt man an, dass sie auf folgend wirken:

- **Hemmung Phase-I- Enzyme**

Sulfide sollen ein Isoenzym der Cytochrom P450 abhängigen Enzyme (P450 2E1) hemmen, welches für normal Prokanzerogene aktiviert.

- **Aktivierung Phase-II-Enzyme**

Erhöhen die Aktivität der Entgiftungsenzyme, welche dafür sorgen, dass Kanzerogene aus dem Körper entfernt werden. Siehe Abbildung 29.

- **Antibakterielle Wirkung.**

Unterdrückung der Nitratreduktion im Magen durch Hemmung des Wachstums Nitrit reduzierender Bakterien. Dadurch, dass die Nitrit Bildung durch Sulfide verhindert wird, kommt es zu einer verringerten Bildung von Nitrosaminen, welche kanzerogen sind.

- **Hemmung der Zellteilung**

Fettlösliche Sulfid Verbindungen erhöhen die Konzentration des freien intrazellulären Kalziums und können so den Zelltod herbeiführen.

Studien haben ergeben, dass Ajoen (aus Knoblauch) eine Wachstumshemmende Wirkung auf Leukämiezellen hat, jedoch keinen Effekt auf gesunde Leukozyten ausübt.

Ein weiterer Mechanismus welcher einen antikarzinogenen Effekt hat, ist die cholesterinsenkende Wirkung (48).

Man vermutet, dass Sulfide in den Cholesterinproduktionsweg einwirken. Sie sollen ein Schlüsselenzym hemmen und dadurch die Herstellung von körpereigenem Cholesterin sowie dadurch den Plasmacholesterinspiegel senken. Hierfür scheint die Allylgruppe der Sulfide eine tragende Rolle zu spielen.

6.9.3.3. Antioxidative Wirkung (4)

Einige Sulfide wirken sich offenbar positiv auf den [Antioxidans Mechanismus](#) aus. Sie wirken auf:

- Die [Lipidperoxidation](#)
- Neutralisieren [Radikale](#)

6.9.3.4. Immunsystem stärkende Wirkung (48) (4)

Die Zufuhr von großen Mengen an Knoblauch führte in Humanstudien zur erhöhten Immunantwort durch erhöhte Aktivität von Killerzellen. Diese Wirkung wurde aber nur mit dem ganzen Knoblauch und nicht nur mit den Sulfiden getestet. Daher kann nicht definitiv gesagt werden, ob die Sulfide für diesen Effekt verantwortlich sind.

6.9.3.5. Antimikrobielle Wirkung (48) (4)

In Experimenten wurde festgestellt, dass Sulfide in Verdünnungen von 1:10 000 bis 1:100 000 das Wachstum von Bakterien über einen Zeitraum von 24 h hemmen können. Sulfide aus Knoblauch haben auch auf zahlreiche andere Bakterien. Es wurde festgestellt, dass die bakterizide Wirkung von z.B. Knoblauch auf die Sulfide zurückzuführen ist, da bei Entfernen der Sulfide der Knoblauch die antibakterielle Wirkung verloren hatte.

6.10. Monoterpene (4) (49)

6.10.1. Einleitung (4) (49)

Werden von Pflanzen und Mikroorganismen synthetisiert. Sie setzen sich aus dem Isoprenbaustein zusammen, siehe Abbildung 25. Je nach Anzahl der Isopreneinheiten unterscheidet man unterschiedliche Subtypen an Terpenen. Monoterpene werden aus 2 Isopreneinheiten gebildet.

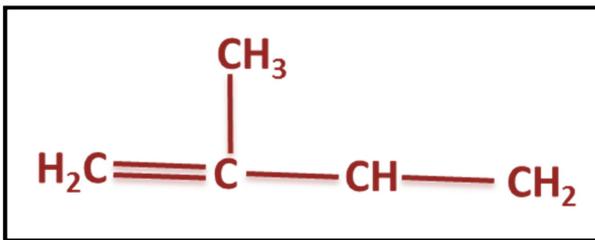


Abbildung 25: Der Grundbaustein der Monoterpene, die Isopreneinheit (49).

D-Limonen und D-Carvon sind die in Nahrungspflanzen vorkommenden, wichtigsten Monoterpene, siehe Abbildung 26.

Außer Ihnen gibt es jedoch noch einige hundert mehr, deren Wirkungen noch nicht ausreichend erforscht sind. Sie kommen vor allem in Zitrusfrüchten und Gewürzen vor, sind aromatisch und bilden die Hauptbestandteile von ätherischen Ölen.

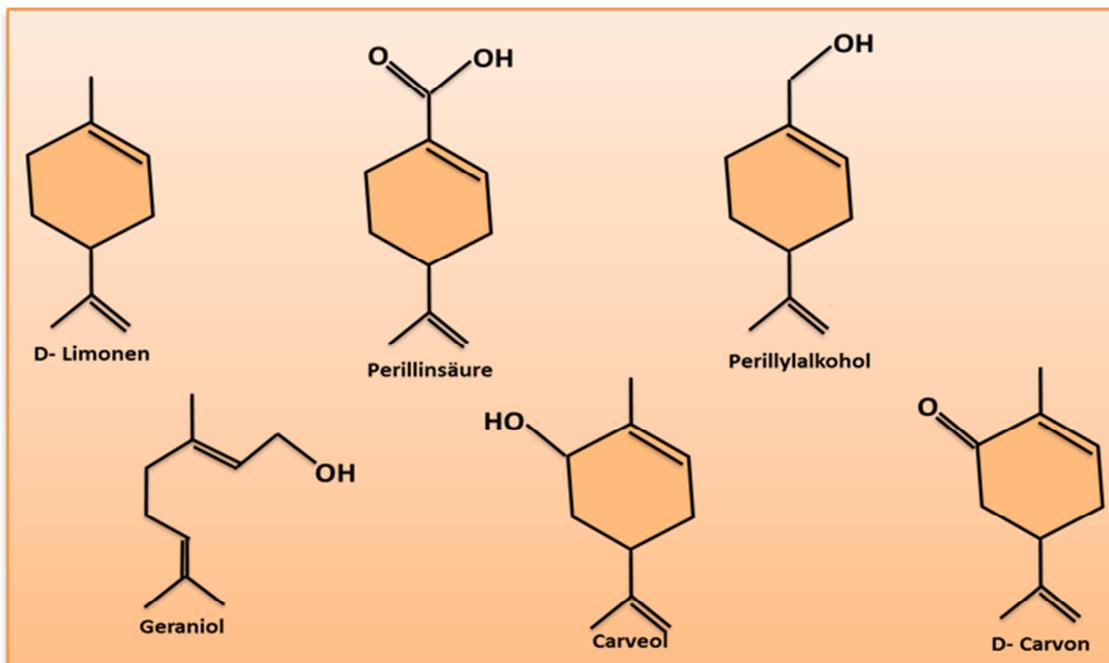


Abbildung 26: Die wichtigsten, in Nahrungspflanzen vorkommenden Monoterpene (49).

In Gemüsesorten sind Monoterpene laut Literatur nur in Sellerie enthalten, allerdings konnte nur die Konzentration von D-Limonen, welche 21,4 mg/ 100g Sellerie beträgt ermittelt werden.

Monoterpene sind licht-, und oxidationsempfindlich.

6.10.2. Bioverfügbarkeit (49)

Monoterpene weisen beim Menschen eine hohe Bioverfügbarkeit auf. Bei normaler Ernährung führt der Mensch dem Körper 0,27 mg/kg Körpergewicht an D-Limonen zu, bei täglichem Verzehr von Orangen und Grapefruits erreicht dieser Wert 2 mg/kg Körpergewicht.

Die Halbwertszeit für eine Aufnahme von 100 mg/kg Körpergewicht beträgt 24 h.

Sellerie enthält, wie oben beschrieben eine D-Limonen Konzentration von 21,4 mg/100 g Frischmasse an Monoterpenen. Nun nehmen wir an das wir durch die Verarbeitung und Kochen einen Verlust von 70 % haben, da Monoterpene sehr empfindlich sind, so ergibt sich eine Menge von 14,98 mg/100g. Da in der Literatur von einer sehr hohen Aufnahme von Monoterpenen gesprochen wird, nehmen wir diese mit 80 % an und erhalten so 11,98 mg an Monoterpenen im Blut und somit einer Plasmakonzentration von 14,9 µmol/L Blut, was einen therapeutisch wirksame Konzentration ist.

6.10.3. Therapeutischer Effekt mit Schwerpunkt Zivilisationskrankheiten

Tabelle 20: Wirkungsweise der Monoterpene zusammengefasst dargestellt.

| | Herz-Kreislauf | Antikarzinogene Wirkung |
|--------------------|-------------------|-------------------------|
| | Cholesterinsenker | |
| Monoterpene | JA | JA |

6.10.3.1. Herz-Kreislaufferkrankungen (49)

Cholesterinsenkende Wirkung (49)

D-Limonen wurde als Cholesterinspiegel reduzierend identifiziert, da es in Ratten das Schlüsselenzym des Cholesterinproduktionsweges hemmt und so die Bildung verhindert.

6.10.3.2. Antikarzinogene Wirkung (49) (4)

In Tierversuchen wurde die antikarzinogene Wirkung von Monoterpenen untersucht. Hierbei hat man sich auf die Stoffe D-Limonen, Perillinsäure und D-Carvon beschränkt, da diese nach heutigem Wissensstand die größte Bedeutung haben.

Es wird anhand der Untersuchungen angenommen, dass Monoterpene sowohl in der Krebsentstehungsphase als auch in der Krebsförderungsphase eingreifen. Man vermutet, dass die Allylgruppen der Monoterpene für ihre antikarzinogene Wirkung verantwortlich sind.

Wissenschaftler nehmen außerdem an, dass Monoterpene auf die Phase-I- und Phase-II-Enzyme wirken. Diese Wirkung wurde in Tierversuchen für D-Limonen und D-Carvon nachgewiesen, welche die kanzerogene Wirkung verschiedener Nitrosamine verringerten. Zusätzlich wurde festgestellt, dass D-Limonen und D-Carvon, welche vor Prokanzerogenen an Mäuse und Ratten verfüttert wurden eine stark hemmende Wirkung auf die Bildung von Magenkrebs und Lungenadenomen haben. Außerdem verstärken Monoterpene die Aktivität von Phase-II-Enzymen.

Es wurde festgestellt, dass Limonen in der Leber und im Dünndarm nachweislich die Aktivität von Entgiftungsenzymen (Phase-II-Enzymen) verstärkt.

Bei der Gabe von D-Limonen und D-Carvon vor der Verabreichung von Kanzerogenen, hemmten diese die Bildung von Magen-, Brust-, und Lungenkrebs. Dies weist auf einen Einfluss in der Krebsbildungsphase (Initiationsphase) hin. Man vermutet, dass diese Wirkung durch die Aktivierung von Phase-I- und Phase-II-Enzymen hervorgerufen wird. Dadurch wurden nachweislich mehr Karzinogene ausgeschieden. Vor allem in Leber und Dünndarmmukosa wurden diese Wirkungen nachgewiesen.

Bei der Zufuhr von D-Limonen und Pyrillylalkohol, 10 % vom Futter, kam es zu einer Rückbildung von primärem Brustkrebs bei Ratten. Die hierfür benötigte Plasmakonzentration lag bei etwa 400 µM Perillinsäure. Solch eine Konzentration lässt sich beim Menschen nur durch orale Zufuhr von Supplementen erreichen.

Pyrillylalkohol und Perillinsäure bewirken offensichtlich in Tumorgewebe den Zelltod von Tumorzellen während der exzessiven Wachstumsphase.

6.10.4. Negative Effekte (49)

Erst bei einer Einzeldosis von 20 g D-Limonen wurden leicht toxische Wirkungen wie Durchfall und eine erhöhte Proteinausscheidungsrate im Urin festgestellt. Da über die Nahrung aber eine solche Menge normal nicht aufgenommen wird. Bei normaler Ernährung führt der Mensch dem Körper 0,27 mg/kg Körpergewicht an D-Limonen zu, bei täglichem Verzehr von Orangen und Grapefruits erreicht dieser Wert 2 mg/kg Körpergewicht.

6.11. Zusammenfassung

In Tabelle 21 sind die über die verschiedenen Literaturquellen ermittelten Konzentrationen an sekundären Pflanzenstoffen in den ausgewählten Gemüsearten zusammengefasst dargestellt. Das **X** bedeutet, dass für die entsprechende Kategorie keine Werte gefunden worden sind. Bei jenen Gemüsearten die jedoch sicher bestimmte Inhaltsstoffe enthalten, wurden diese einfach in die Tabelle hineingeschrieben, wie z.B. bei Lauch, der als Zwiebelgewächs Sulfide enthält.

Tabelle 21: Die Gehalte an den wichtigsten, in Gemüse vorkommenden sekundären Pflanzenstoffen (5) (4) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (13) (12) (50) (51) (14) (15) (16) (18) (17) (19) (20).

| Gemüseart | Gesamt Carotinoide [µg/100g] | Glucosinolate [mg/100g] | Polyphenole [mg/100g] | | | | Phyto-sterine [mg/100g] | Phyto-östrogene [µg/100g] | Monoterpene (D-Limonene) [mg/100g] | Protease-Hemmer Saponine, Sulfide |
|--|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------|------------|------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | Gesamt | Phenol-säuren | Flavonoide | Anthocyane | | | | |
| Für Eferding wichtige Gemüsearten | | | | | | | | | | |
| Bierrettich | X | 68-172 | 88,2-91,6 | 0,83 | 0,4-0,583 | X | X | X | X | X |
| Karotte | 18300 | X | 33,2-37,2 | 0,5-2 | X | X | 10,9-18,6 | 1--4 | X | X |
| Kopf-und Eissalat | 3248-3684 | X | 57 | 0,1-29,1 | 1,85-99,7 | X | 5,3-34,6 | 0-9 | X | X |
| Lauch | 20-700 | X | 5,6-6,9 | 0,3-0,5 | 0,2-3,1 | X | 5,26-23,9 | 1-9 | X | Sulfide |
| Rote Rübe | 1678 | X | 79,9-83,1 | X | X | X | 1-15,1 | 1 | X | Saponine, Protease-Hemmer |
| Sellerie(Knolle) | 20 | X | 43,8-59 Knolle 596-615 Blatt | 614-988 | 1160 | X | 7,83- 17,1 | 1-2 | 21,4 | X |
| Sellerie(Stange) | 20 | X | 596,2-615 Blatt | 614-988 | 1160 | X | 7,83-17,1 | 1 | 21,4 | X |
| Spargel | X | X | 3,6-9,5 | 3,6-9,5 | X | X | 7,6-17 | 2 | X | Saponine |
| Weißkraut | 204-248 | 8,67- 180 | 12,6-108 | 10,5 | 19 | X | 10,7 | 1 | X | X |
| Zuckerhut | 1300 | X | 57 | X | X | X | 19 | < 1 | X | X |
| Zuckermais | 1714-1850 | X | X | X | X | X | 34,5-112 | 1--2 | X | X |

| Interessante Gemüsearten hinsichtlich Inhaltsstoffe | | | | | | | | | | |
|---|------------|-----------|--------------|--------|------------|----------|------------|-------|---|---|
| Blumenkohl (Karfiol) | 28,2- 45,8 | 11,7-90,5 | 24,3 - 274 | X | 15,2 -19,1 | X | 17,7 -40 | 1 | X | X |
| Brokkoli | 1500 | 24,4-474 | 34,5- 399 | 89,5 | 69,1 | X | 18,7- 49,1 | 1-3 | X | X |
| Kohl (Wirsing) | 6033-48953 | 209 | 9,92 - 82.90 | 0-3,77 | 11-47 | X | X | 3-4 | X | X |
| Kohlrabi | X | 100-109 | 9,92 - 82.90 | X | X | X | X | 11-13 | X | X |
| Kürbis | 227-6900 | X | X | X | X | X | 1-20,8 | < 1 | X | X |
| Meerrettich (Kren) | X | 498-2678 | 0-0,6 | X | 0-0,6 | X | X | X | X | X |
| Rotkraut (Blaukraut) | X | 64,2-68 | 9,92 - 679 | 25 | 25,2-323 | 25 - 322 | X | 1 | X | X |

Aus Tabelle 21 kann man entnehmen, dass die Gehalte an sekundären Pflanzenstoffen teilweise sehr schwanken. Dies liegt daran, dass nicht immer die gleiche Sorte sondern unterschiedliche Sorten untersucht wurden.

6.11.1. Diabetes mellitus (52) (53)

Für ein besseres Verständnis des Krankheitsbildes von Diabetes mellitus klicken sie bitte [hier](#).

Für die einzelnen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe konnten keine speziellen Wirkungen gegen Diabetes mellitus eruiert werden. Dies liegt daran, dass keiner der hier untersuchten Inhaltsstoffe eine Blutzucker senkende Wirkung aufweist. Trotzdem konnte eine positive Wirkung in Bezug auf den Verzehr von Gemüse allgemein gefunden werden.

Eine Blutzucker-beeinflussende Wirkung kann vor allem durch die Beeinflussung des [Enzyms](#) Amylase erfolgen. Dieses Enzym ist für die Aufspaltung von Stärke und Zweifach-, Mehrfach-, oder Vielfachzucker im Verdauungstrakt verantwortlich.

Amylase-Inhibitoren (Amylase =Zucker spaltendes [Enzym](#)), Phytinsäure, Phenolsäuren, Lektine und Flavonoide sind die sekundären Pflanzenstoffe bei denen eine Blutzucker-beeinflussende Wirkung bereits nachgewiesen wurde. Amylase-Inhibitoren und Phytinsäure sind vor allem in Samen von Getreide und Hülsenfrüchten enthalten. Bei den Phenolsäuren haben diese Wirkung vor allem Tannine, welche, gleich wie Lektine vor allem in Hülsenfrüchten vorkommen. Myricetin, das Flavonoid welches die Blutzucker-beeinflussende Wirkung ausübt, kommt hauptsächlich in schwarzem Tee, Beeren und Früchten vor.

Grundsätzlich ist eine richtig zusammengesetzte Ernährung die wichtigste Therapiemaßnahme bei Diabetes mellitus. 80 % der Personen die mit Diabetes diagnostiziert werden, sind übergewichtig. Jedes Kilogramm Körpergewicht verschlechtert die [Insulin](#)wirkung, daher ist Bewegung sehr wichtig. Es wird empfohlen, dass man mindestens fünfmal täglich Gemüse zu sich nimmt, da dieses reich an Ballaststoffen ist und die Nährstoffe langsam und kontinuierlich in den Körper aufgenommen werden. Dies wurde in einer Studie bestätigt in der man herausfand, dass Personen, welche 5 oder mehr Portionen an Obst und Gemüse pro Tag verzehrten, ein geringeres Risiko aufwiesen, an Diabetes mellitus zu erkranken. Dieser Effekt trat bei Frauen eher auf als bei Männern. Alter, Bildung und Gewicht spielen ebenfalls eine wesentliche Rolle.

6.11.2. Adipositas (Krankhaftes Übergewicht)

Für ein besseres Verständnis des Krankheitsbildes von Krankhaftem Übergewicht klicken sie bitte [hier](#).

Sekundäre Pflanzenstoffe wirken dahingehend, dass sie den Zelltod von Fettzellen herbeiführen, die [Lipide](#) spaltenden [Enzyme](#) (Lipasen) aktivieren und die Einlagerung von [Lipiden](#) in Fettzellen verhindern. Diese Eigenschaft konnte in dieser Arbeit nur für die Subgruppe der [Phytohormone](#) nachgewiesen werden. Bitte klicken Sie auf den Name, um mehr über die Wirkungsweisen zu erfahren.

Allgemein hilft Gemüse aufgrund seines hohen Ballaststoff-, und Wassergehaltes gewichtreduzierend und sättigend und kann so die Entstehung von Übergewicht bekämpfen und das Abnehmen erleichtern.

6.11.3. Herz -Kreislaufkrankungen

Für eine Erklärung, wie Herz-Kreislaufkrankungen allgemein entstehen klicken sie bitte [hier](#).

Die wichtigsten exogenen (von außen) Faktoren zur Beeinflussung von Herz-Kreislaufkrankungen, stellt die Ernährung dar. Die erhöhten Sterblichkeitsraten durch diese Erkrankungsform sind auf die zu fettreiche und kalorienhaltige westliche Ernährungsweise zurückzuführen.

6.11.3.1. Cholesterin-senkende Wirkung (4)

Für ein besseres Verständnis des Krankheitsbildes bei erhöhtem Cholesterinspiegel klicken sie bitte [hier](#).

Die Wirkung der beschriebenen sekundären Pflanzenstoffe hinsichtlich einer Cholesterin-senkenden Wirkung wurde in einigen Studien nachgewiesen. Ein Effekt kann aber nur dann erreicht werden, wenn tierische Lebensmittel gemeinsam mit pflanzlichen Lebensmitteln verzehrt werden, um eine Aufnahme von Cholesterin vor allem bei fettreicher Nahrung zu verringern. Zusätzlich sollte man allgemein auf eine pflanzenreiche Ernährung achten um den Körper kontinuierlich mit diesen auch im Körper Cholesterin-senkenden Pflanzenstoffen zu versorgen. Darunter fallen die folgenden Stoffe:

- Ballaststoffe
- [Carotinoide](#)
- [Anthocyane](#) (Polyphenole)
- [Phytosterine](#)
- [Saponine](#)
- [Sulfide](#)
- [Monoterpene](#)

Bitte klicken Sie auf den jeweiligen Name der sekundären Pflanzenstoffe, um mehr über die Wirkungsweisen zu erfahren.

6.11.3.2. Vermeidung einer Arterienverkalkung

Für eine detaillierte Erklärung des Krankheitsbildes bei Arterienverkalkung, klicken sie bitte [hier](#).

Folgende sekundären Pflanzenstoffe haben eine Wirkung gegen Arterienverkalkung:

- [Carotinoide](#)
- [Phytohormone](#)

Außerdem verhindern Antioxidantien nachhaltig die [Peroxidation](#) von [Lipoproteinen](#), wodurch diese sich nicht im Endothel der Blutgefäße ablagern. Antioxidantien bei den sekundären Pflanzenstoffen sind:

- [Carotinoide](#)
- [Phytohormone](#)
- [Polyphenole](#)
 - Anthocyane
- [Sulfide](#)

Bitte klicken Sie auf den jeweiligen Name der sekundären Pflanzenstoffe, um mehr über die Wirkungsweisen zu erfahren.

6.11.3.3. Senkung des Herzinfarkttrisikos

Für eine detaillierte Erklärung der Symptome eines Herzinfarkts, klicken sie bitte [hier](#).

Die Subgruppe der [Polyphenole](#), die Flavonoide sind jene sekundären Pflanzenstoffe, die das Herzinfarkttrisiko senken können. Klicken sie [hier](#) für einen Rückblick auf die Wirkungsweise. Es sollte aber erwähnt werden, dass auch jene sekundären Pflanzenstoffe welche z.B. gegen Arteriosklerose wirken, indirekt auch einen Herzinfarkt vorbeugen.

6.11.3.4. Blutdruck senkende Wirkung

Für eine detaillierte Erklärung des Krankheitsbildes bei Bluthochdruck, klicken sie bitte [hier](#).

In einer Studie hat man gezeigt, dass eine obst-, gemüse-, und vollkornreiche Ernährung im Vergleich zu normaler Mischkost und einer obst-, und gemüsereichen Ernährung das beste Ergebnis hinsichtlich der Senkung des Blutdrucks erzielte. Die obst-, gemüse-, und vollkornreiche Nahrung senkte den systolischen bzw. diastolischen Blutdruck um 5,5 bzw. 3,0 mmHg stärker als die obst-, und gemüsereiche Kost. Senkt man die Kohlenhydratzufuhr, erhöht die Aufnahme von pflanzlichem Eiweiß und erhöht die Aufnahme von ungesättigten Fettsäuren, so kommt es zu einer weiteren Senkung des Blutdrucks.

Beispiele für sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe welche eine Blutdruck senkende Wirkung aufweisen sind:

- [Polyphenole](#)
 - Flavonoide
 - Anthocyane
- [Phytohormone](#)

Bitte klicken Sie auf den jeweiligen Name der sekundären Pflanzenstoffe, um mehr über die Wirkungsweisen zu erfahren.

6.11.3.5. Antithrombotische Wirkung

Für eine detaillierte Erklärung des Krankheitsbildes einer Thrombose, klicken sie bitte [hier](#).

Folgende sekundäre Pflanzenstoffe können z.B. antithrombotisch wirken:

- [Polyphenole](#)
 - Flavonoide
 - Anthocyane
- [Sulfide](#)

Bitte klicken Sie auf den Name, um mehr über die Wirkungsweisen zu erfahren.

6.11.4. Antikanzerogene Wirkungen (4) (35)

Für eine detaillierte Erklärung des Krankheitsbildes von Krebs, klicken sie bitte [hier](#).

Antikanzerogene Wirkungsweisen können nicht auf einzelne Substanzen in Lebensmitteln übertragen werden. Es ist wohl die Summe dieser Stoffe und ihre Zusammensetzung, welche diese Wirkung hervorruft. Daher kann mit Bestimmtheit nur gesagt werden: Obst, Gemüse und Vollkornprodukte sind antikanzerogen.

Dies beweisen auch Studien mit Frauen aus Griechenland hinsichtlich des Brustkrebsrisikos. 2700 Frauen wurden nach ihrem Essverhalten befragt und es wurde festgestellt, dass ein Verzehr von 4-5 Portionen Gemüse ein um 46 % verringertes Brustkrebsrisiko im Vergleich zu einem Verzehr von 2 Portionen bewirkt. Der Verzehr von 6 Portionen Obst im Vergleich zu weniger als 2 Portionen zeigte ein um 35 % verringertes Brustkrebsrisiko.

Dies beweist die Tatsache, dass frisches Obst und Gemüse die stärkste protektive Wirkung gegen Krebs aufweist.

Die sekundären Pflanzeninhaltsstoffe mit antikanzerogener Wirkung, sind unter anderem folgende:

- [Carotinoide](#)
- [Glucosinolate](#)
- [Polyphenole](#)
 - Phenolsäuren
 - Flavonoide
- [Phytosterine](#)
- [Phytohormone](#)
- [Protease-Hemmer](#)
- [Saponine](#)
- [Sulfide](#)
- [Monoterpene](#)

6.11.4.1. Mechanismen der Krebsvermeidung (Antikanzerogenese) (4) (46)

Vermeidung der hormonbezogenen Krebsentstehung

Sekundäre Pflanzenstoffe greifen in die Stoffwechselwege des Östrogenmetabolismus ein. Sie wirken vor allem auf die Entgiftungsenzyme ([Phase-I-, und Phase-II- Enzyme](#)), welche für die Umwandlung von Östrogen in seine Stoffwechselprodukte verantwortlich sind. Sie wirken hemmend auf die Bildung der negativen Metabolite und aktivierend die [Enzyme](#) welche die für den Körper guten Hydroxyöstrogene bilden.

In Abbildung 27 kann man erkennen, dass eine genisteinreiche Ernährung das Risiko einer Krebsentstehung senken kann. Das Isoflavonoid Genistein, aus der Gruppe der [Phytohormone](#), hat eine ähnliche Struktur wie das körpereigene Hormon Östrogen. Bei ausreichender Konzentration kann das Phytohormon Genistein daher die hormonspezifischen [Rezeptoren](#) binden und somit eine Signalkaskade in Gang setzen, die zu einer erhöhten Produktion von Hydroxyöstrogen führt. Dies geschieht, indem das Gen aktiviert wird, welches für die Herstellung der [Enzyme](#) ([Entgiftungsenzyme](#)) zuständig ist, die Hydroxyöstrogen herstellen, siehe Abbildung 29. Dadurch wird das Krebsrisiko gesenkt.

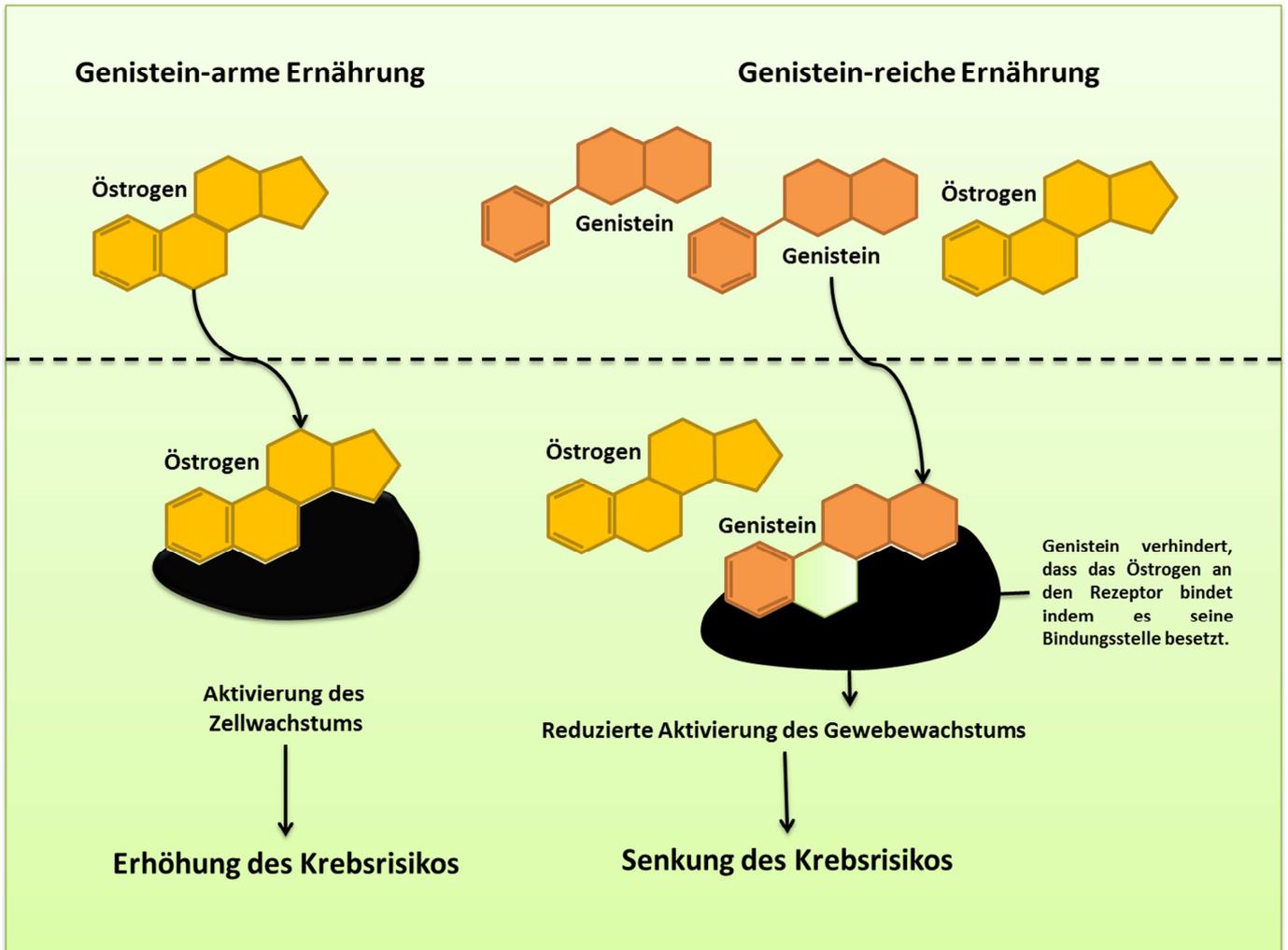


Abbildung 27: Einfluss von Phytoöstrogenen auf die hormonbezogene Krebsentstehung (46).

Krebsvermeidung allgemein

In Abbildung 28 sieht man, wie die verschiedenen sekundären Pflanzenstoffe in die Mechanismen der Krebsentstehung Einfluss nehmen können. Unterschiedliche Stoffe wirken in unterschiedlichen Phasen.

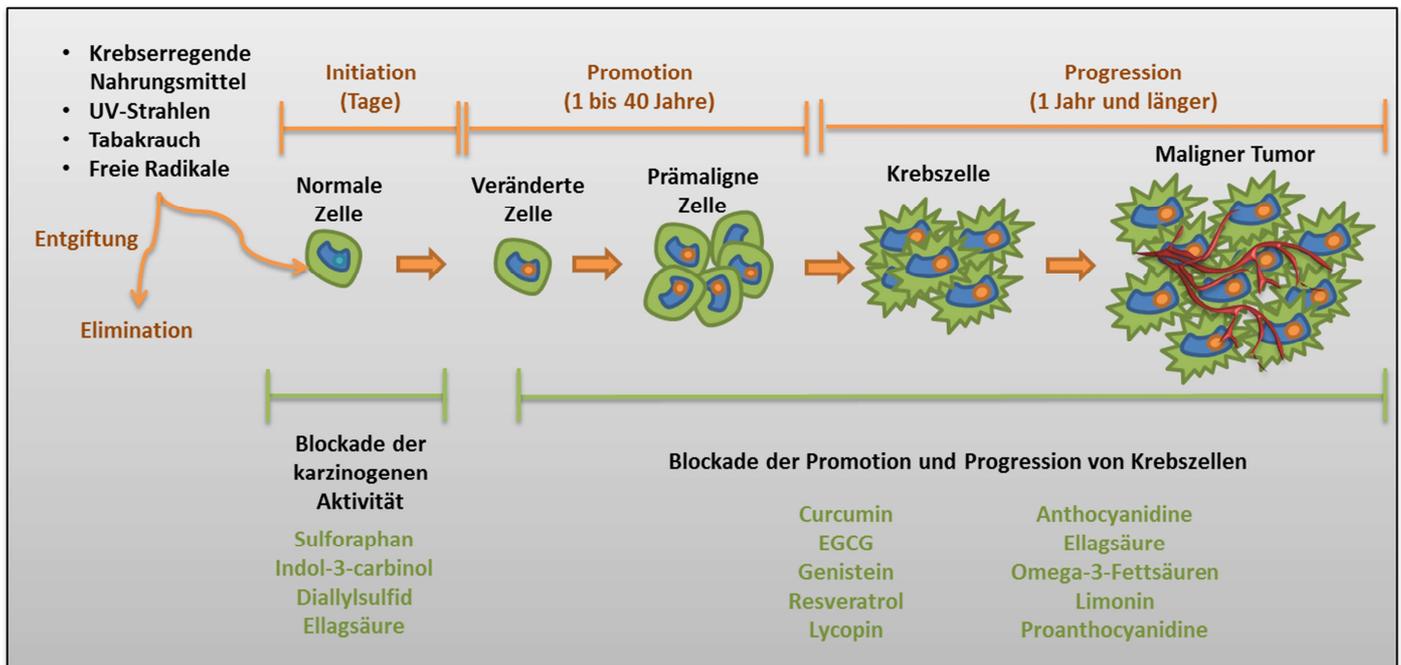


Abbildung 28: Wie Sekundäre Pflanzenstoffe in die Phasen der Krebsentstehung einwirken können (46).

Hemmung der enzymatischen Umwandlung von Prokanzerogenen bzw. Inaktivierung von Kanzerogenen (4) (46)

Diese Umwandlung erfolgt durch die sogenannten [Phase-I-](#) bzw. [Phase-II-Enzyme](#), welche die Entgiftungsreaktionen im Körper bewerkstelligen. Sie sind für die Aktivierung (Phase-I-Enzyme) bzw. Inaktivierung (Phase-II-Enzyme) von Prokanzerogenen bzw. Kanzerogenen verantwortlich. Dabei aktivieren Phase-I-Enzyme nicht einfach alle Prokanzerogene (Vorstufe der Kanzerogene) sondern es kann sein, dass während zweistufiger Entgiftungsreaktionen aus Prokanzerogenen Kanzerogene entstehen. Normalerweise werden diese dann automatisch von den Phase-II-Enzymen weiter umgewandelt und so wieder inaktiviert. Natürlich kann es aber sein, dass bei einem Überangebot an Prokanzerogenen bzw. durch andere Probleme die auftreten Kanzerogene nicht durch diesen Mechanismus deaktiviert werden.

Sekundäre Pflanzenstoffe hemmen normalerweise [Phase-I-Enzyme](#), wodurch die Kanzerogenese gestoppt wird und aktivieren [Phase-II-Enzyme](#), wodurch aktive Kanzerogene inaktiviert und aus dem Körper ausgespült werden. Dies erfolgt über einen komplexen Mechanismus, der einfach gesagt folgendermaßen funktioniert, siehe auch Abbildung 29:

1. Bindung von Sekundären Pflanzenstoffen an Hormonrezeptoren von entsprechenden Zellen.
2. Aktivierung des Rezeptors (roter Stern).

3. Eine Signalkaskade wird gestartet welche einen Stoff produziert (braunes Fünfeck), welcher in den Zellkern wandert.
4. Dieser Stoff bindet an die DNS und zwar genau bei dem Gen welches die Informationen für die Herstellung von Phase-II-Enzymen enthält.
5. Durch die Bindung wird das Gen aktiviert (roter Stern).
6. Die Information wird abgelesen und laut Vorschrift werden Phase-II-Enzyme zusammengebaut.
7. Durch das binden von vielen sekundären Pflanzenstoffen, kommt es zu einer sehr hohen Produktion der Phase-II-Enzyme.
8. Dadurch werden mehr Kanzerogene inaktiviert und aus dem Körper ausgespült.

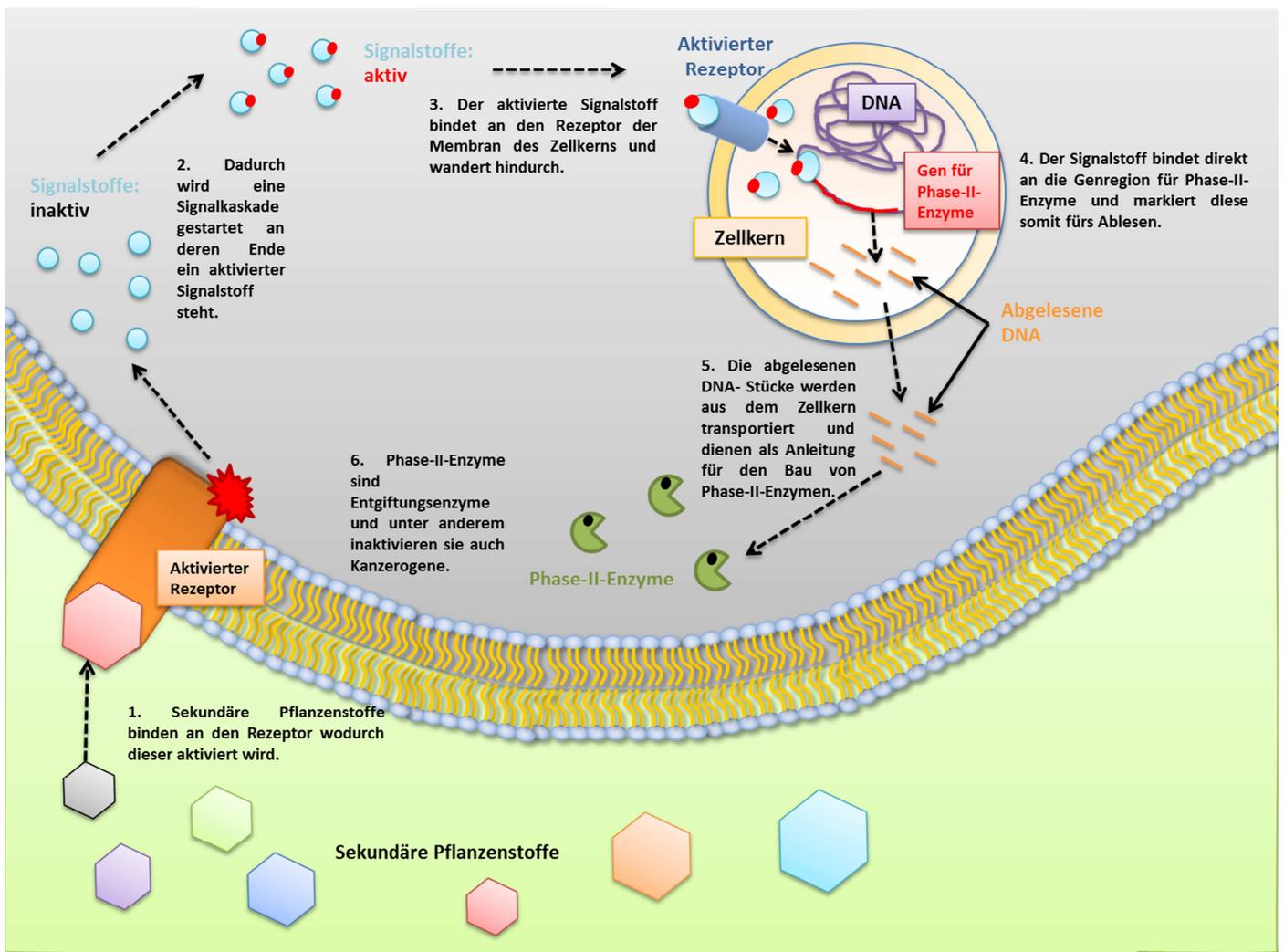


Abbildung 29: Darstellung der Wirkung sekundärer Pflanzenstoffe auf Phase-II-Enzyme. Die Wirkung besteht in der Aktivierung von Genen im Erbgut (DNS), welche für die Produktion von Phase-II-Enzymen verantwortlich sind.

Steuerung und Kontrolle von Zellwachstum, Zellvermehrung und Zelldifferenzierung (4) (46)

Tumorzellen zeichnen sich dadurch aus, dass sie die Kontrolle über Wachstum, Vermehrung und Differenzierung verloren haben. Wachstum und Differenzierung sowie Zelltod stehen bei gesunden Zellen im Gleichgewicht. Dieses Gleichgewicht wird durch bestimmte Faktoren aufrechterhalten. Damit diese Faktoren wirksam werden, müssen die Zellen miteinander kommunizieren. Und das tun sie grundsätzlich auch. Zellen sind in der Lage sich über sogenannte „[Kommunikationskanäle](#)“ welche aus einem bestimmten [Protein](#) ([Connexin](#)) bestehen zu „unterhalten“. Diese Fähigkeit verlieren Zellen, wenn sie zu einer Krebszelle werden. Dadurch sind sie nicht mehr in der Lage das Wachstum, die Vermehrung oder Differenzierung zu kontrollieren, siehe Abbildung 54.

Tumorhemmende Stoffe erhöhen die Zell-Zell Kommunikation. [Carotinoide](#) gehören zu diesen Substanzen, welche die Kommunikationsgabe von Zellen erhöhen.

[Phytosterine](#) wiederum, verlangsamen die fehlregulierte Zellvermehrung und hemmen so die Kanzerogenese.

Besetzen der nukleophilen Bindungsstellen der DNS (4) (46)

Andere sekundäre Pflanzenstoffe, wie [Phenolsäuren](#), [Flavonoide](#) und [Carotinoide](#), haben die Fähigkeit, die Bindungsstellen (nukleophil) der [DNS](#) zu besetzen ohne dem Erbgut nachhaltig Schäden zuzufügen. Dadurch verhindern sie, dass Kanzerogene (elektrophil) daran binden und die [DNS](#) schädigen können.

Direkte Wechselwirkung mit dem Kanzerogen (4)

[Phenolsäuren](#) sind in der Lage, Kanzerogene direkt zu binden und diese dadurch in inaktive Substanzen umzuwandeln.

Endogene Stoffwechselprodukte (4)

Primäre Gallensäure wird durch Bakterien im Dickdarm zu sekundären Gallensäuren umgewandelt, welche die Dickdarmkanzerogenese fördern. Die Gallensäurekonzentration wird durch folgende bioaktive Stoffe beeinflusst:

- [Phytosterine](#)
- [Saponine](#)
- [Phytoöstrogene](#)
- Ballaststoffe

Diese Stoffe reduzieren vor allem die Synthese primärer Gallensäure aus Cholesterin, vermindern die Gallensekretion, hemmen die Umwandlung von primärer in sekundäre Gallensäure und binden primäre und sekundäre Gallensäure um sie so unschädlich zu

machen. Für einen genauen Rückblick der Wirkungsweisen der einzelnen Pflanzenstoffe klicken sie bitte auf den jeweiligen Namen.

6.11.4.2. Ernährungsempfehlung zur Verringerung des Krebsrisikos (4)

Einen absoluten Schutz gegen Krebs gibt es leider nicht. Jedoch kann man das Risiko an Krebs zu erkranken wesentlich verringern, wenn man sich an folgende Ernährungsweise hält:

- Vielseitige, überwiegend pflanzliche Ernährung
- Bedarfsgerechte Energieaufnahme
- Weniger Fett (<30 % der Gesamtenergiezufuhr)
- Täglich verschiedene Obst- und Gemüsearten (mind. 5 Portionen oder 400-800 g)
- Wenig gepökelte, geräucherte oder stark gebratene tierische Produkte
- Wenig oder keinen Alkohol

Außerdem soll hier erwähnt sein, dass die Aufnahme von Nahrungsergänzungsmitteln oder Supplementen wissenschaftlich nur in wenigen Fällen die erwünschte Wirkung erzielen konnte. Daher sind diese mit Vorsicht zu genießen.

6.11.5. Antioxidative Wirkung (4)

Für eine detaillierte Erklärung der Wirkung von oxidativen Schäden im Körper, klicken sie bitte [hier](#).

Die folgenden Pflanzenstoffe konnten unter anderem als antioxidativ wirksam identifiziert werden:

- [Carotinoide](#)
- [Polyphenole](#)
 - Anthocyane
- [Phytohormone](#)
- [Sulfide](#)

Für einen genauen Rückblick der Wirkungsweisen der einzelnen Pflanzenstoffe klicken sie bitte auf den jeweiligen Namen.

Studien weisen darauf hin, dass es einen Zusammenhang zwischen einem niedrigen Antioxidantien Status und einem hohen Risiko für Krebs, Augenerkrankungen und Herz-Kreislaufkrankungen gibt. Verzehrt man hingegen viel Obst und Gemüse und führt sich so natürlich Antioxidantien zu, führt das zu einem geringeren Krebs-, als auch Herz-Kreislauf-Erkrankungs Risiko.

Man beachte, dass Obst und Gemüse roh den meisten Gehalt an sekundären Inhaltsstoffen besitzt, da Kochen den Gehalt reduziert bzw. ein Teil verloren geht, siehe Kapitel 8. Beeinflussung des Gehaltes an Sekundären Pflanzenstoffen in Gemüse

6.11.6. Immunsystem stärkende Wirkung (4)

Für eine detaillierte Erklärung der Wirkung von Immunzellen im Körper, klicken sie bitte [hier](#).

Die in dieser Arbeit beschriebenen Wirkungen von sekundären Pflanzenstoffen auf das Immunsystem stammen größtenteils aus Experimenten die [in vitro](#) oder [an Tieren](#) ausgetestet wurden. Die wenigen durchgeführten Studien am Menschen bestätigen die immunstärkenden Wirkungen von bioaktiven Pflanzeninhaltsstoffen eindeutig. Die in dieser Arbeit als Immunsystem aktivierende Substanzen ermittelten sekundären Pflanzenstoffe sind folgende:

- [Carotinoide](#)
- [Flavonoide](#) (Polyphenole)
- [Saponine](#)
- [Sulfide](#)

Für einen genauen Rückblick der Wirkungsweisen der einzelnen Pflanzenstoffe klicken sie bitte auf den jeweiligen Namen.

6.11.7. Entzündungshemmende Wirkung

Für eine vereinfachte Erklärung der Entstehung und Wirkung von Entzündungen im Körper, klicken sie bitte [hier](#).

Unter anderem wurden folgende sekundären Pflanzenstoffe als entzündungshemmend identifiziert:

- [Glucosinolate](#)
- [Polyphenole](#)
 - Flavonoide
- [Saponine](#)

Für einen genauen Rückblick der Wirkungsweisen der einzelnen Pflanzenstoffe klicken sie bitte auf den jeweiligen Namen.

6.11.8. Antimikrobielle Wirkung (4)

Für eine vereinfachte Erklärung der antimikrobiellen Wirkung im Körper, klicken sie bitte [hier](#).

Durch eine überwiegend pflanzliche Ernährung, kann man sich effektiv vor Infektionen wie etwa Erkältungskrankheiten schützen. Vor allem in Zeiten eines erhöhten Risikos einer

Infektionserkrankung, kann eine Ernährungsweise, welche reich an Gemüse mit antimikrobiell wirksamen bioaktiven Stoffen ist, eine Präventionsmaßnahme darstellen. Auch im Fall das die Infektion bereits zugeschlagen hat, kann man mit einer unterstützenden Ernährung das Immunsystem bei der Genesung unterstützen.

Folgende sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe wurden in dieser Arbeit als antimikrobiell wirksam erkannt:

- [Glucosinolate](#)
- [Polyphenole](#)
 - Phenolsäuren
 - Flavonoide
- [Saponine](#)
- [Sulfide](#)

Für einen genauen Rückblick der Wirkungsweisen der einzelnen Pflanzenstoffe klicken sie bitte auf den jeweiligen Namen.

6.11.9. Knochen stärkend

Für eine vereinfachte Erklärung des Krankheitsbildes der Osteoporose, klicken sie bitte [hier](#).

In dieser Studie wurde nur die Gruppe der [Phytohormone](#) als Knochenstärkend identifiziert. Für einen genauen Rückblick der Wirkungsweise dieser sekundären Pflanzenstoffe klicken sie bitte auf den Namen.

7. Gemüseapotheke (54) (55)

7.1. Einleitung

In diesem Kapitel geht es um die Wirkung von einzelnen Gemüsearten, welche seit jeher als Heilmittel, alternativ zu anderen Möglichkeiten, angewendet werden. Es sind hier jene Effekte aufgelistet und beschrieben, für welche die ausgewählten Gemüsesorten früher als „Heilungsunterstützend“ angewendet wurden und teilweise als solches auch noch in dem einen oder anderen Buch über Heilnahrungsmittel empfohlen werden. Um einen Vergleich mit den in Kapitel 5 gezogenen Erkenntnissen zu ermöglichen, wird einleitend die mögliche Wirkung der entsprechenden Gemüsesorte, eruiert mittels Durchsicht zahlreicher Studien, dargestellt.

Man muss jedoch beachten, dass die Dosis die Wirkung macht. In diesen Tabellen, welche die Wirkung und die wirkenden Inhaltsstoffe dargestellt sind wurde nicht berücksichtigt, ob diese Gemüsearten eine ausreichende Konzentration der entsprechenden Wirkstoffe enthalten, um den positiven Effekt auszulösen. Daher sollen diese Tabellen nicht aussagen, dass die dargestellten Gemüsearten allein verzehrt, einmalig verzehrt oder in zu geringen Mengen verzehrt, die Wirkungen aus den in Kapitel 6 dargestellten Tabellen unumstritten bewirken. Es spielen jede Menge Faktoren eine Rolle, damit bestimmte therapeutische Effekte ausgelöst werden, daher kann man allgemein nicht sagen, dass zum Beispiel die Karotte als Heilmittel gegen Herz-Kreislaufkrankungen anzusehen ist. Die Summe der Gemüsearten und eine abwechslungsreiche, ausreichende Aufnahme der selbigen ist der Schlüssel zu einer besseren Gesundheit.

Dieses Kapitel betrachtet die gesundheitsfördernde Wirkung nicht vom Blickpunkt der sekundären Pflanzenstoffe aus, wie es in Kapitel 5 der Fall ist, sondern es wird die mögliche Heilwirkung von einer Gemüseart selbst in Augenschein genommen. Manche der hier beschriebenen Wirkungen, basieren tatsächlich auf Studien die z.B: den Effekt einer Diät reich an Kreuzblütlern ermittelten.

7.2. (Bier)-Rettich (54) (55)

7.2.1. Wissenschaftlich Belegte Effekte

Die in Tabelle 22 dargestellte Wirkung von Rettich durch die enthaltenen sekundären Inhaltsstoffe basierend auf Literaturdaten.

Tabelle 22: Die Wirkungen von Rettich durch die in ihm enthaltenen Inhaltsstoffe auf wissenschaftlicher Basis.

| Wirkung | Wirkende Inhaltsstoffe |
|----------------------------------|--|
| Herz-Kreislaferkrankungen | Polyphenole (Flavonoide) |
| Senkt Herzinfarkttrisiko | Polyphenole (Flavonoide) |
| Blutdruck senkend | Polyphenole (Flavonoide) |
| Antithrombotische Wirkung | Polyphenole (Flavonoide) |
| Antikancerogene Wirkung | Glucosinolate Polyphenole (Flavonoide) Polyphenole (Phenolsäuren) |
| Antioxidative Wirkung | Polyphenole |
| Immunsystem stärkend | Polyphenole (Flavonoide) |
| Entzündungshemmend | Glucosinolate Polyphenole (Flavonoide) |
| Antimikrobiell | Glucosinolate Polyphenole (Flavonoide) Polyphenole (Phenolsäuren) |

7.2.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (54) (55)

Über Bierrettich selbst sind noch nicht wirklich hinlänglich Daten vorhanden, die auf eine besondere Wirkungsweise hindeuten. Nimmt man sich jedoch Rettich allgemein vor, gibt es das eine oder andere Hausmittelchen, welches mit Rettich hergestellt wird.

Laut Dr.med. Lenz soll Rettich gegen folgende Symptome helfen:

- Blähungen und Durchfall
- Tötet Darmbakterien und –pilze
- Beschleunigt die Darmpassage und beseitigt Verstopfungen
- Wirkt Cholesterin- und Blutfettspiegelsenkend
- Vorbeugend gegen Gallen-, Nieren-, und Blasensteine

- Hilft bei Nieren-, und Blasenentzündung
- Beugt Harninkontinenz vor
- Hilft gegen Beschwerden beim Wasserlassen

Die schwefelhaltigen Senfölglykoside (Glucosinolate) sind nicht nur verantwortlich für den scharfen Geschmack von Rettich, sondern auch für dessen Heilwirkung. Für Details siehe Kapitel 7.2 auf Seite 107.

Abspecken mit Rettich: Durch seine durchblutungsfördernde Wirkung und seinen erheblichen Anteil an Ballaststoffen welcher Giftstoffe und Fette bindet, ist Rettich das ideale Lebensmittel zum Abnehmen.

7.2.2.1. Verdauungsstörungen (54)

Frischer Rettich soll laut Naturheilkundler Michael T. Murray bei Verstopfung helfen. Außerdem soll er eine Zahl verdauungsfördernder Stoffe enthalten, die gegen Blähungen und andere Magen-Darm Probleme helfen sollen.

7.2.2.2. Gallen-, und Nierensteine (54)

Sowohl Wurzel als auch Saft von Rettich Pflanzen wird eine heilende Wirkung zugesprochen. Sie enthalten offenbar Stoffe, welche die Gesundheit der Galle fördern, den Gallenfluss anregen, sowie verdauungsfördernd sind.

7.3. Karotte (54) (55)

7.3.1. Wissenschaftlich Belegte Effekte

Tabelle 23 zeigt die gesundheitlichen Effekte von Karotte anhand der für die Wirkung verantwortlichen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe.

Tabelle 23: Die Wirkungen der Karotte durch die in ihm enthaltenen Inhaltsstoffe auf wissenschaftlicher Basis.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|------------------------------------|--|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Carotinoide Phytosterine |
| Cholesterin senkend | Carotinoide Phytosterine |
| Gegen Arterienverkalkung | Carotinoide Phytohormone |
| Blutdruck senkend | Phytohormone |
| Antikanzerogene Wirkung | Carotinoide Polyphenole (Phenolsäuren) Phytosterine Phytohormone |
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone Polyphenole |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide |
| Antimikrobiell | Polyphenole (Phenolsäuren) |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.3.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (54) (55)

Ist reich an Carotinoiden, welche die orange Farbe der Karotte ausmachen. Für detailliertere Informationen über die Wirkung von Carotinoiden siehe Kapitel 6.228.

Karotten sind auch reich an Selen, dem wichtigsten Spurenelement im Immunsystem, welches Kern des [Enzyms](#) Glutathion Peroxidase (Abbildung 30), welches die Zelle vor oxidativen Schäden schützt.

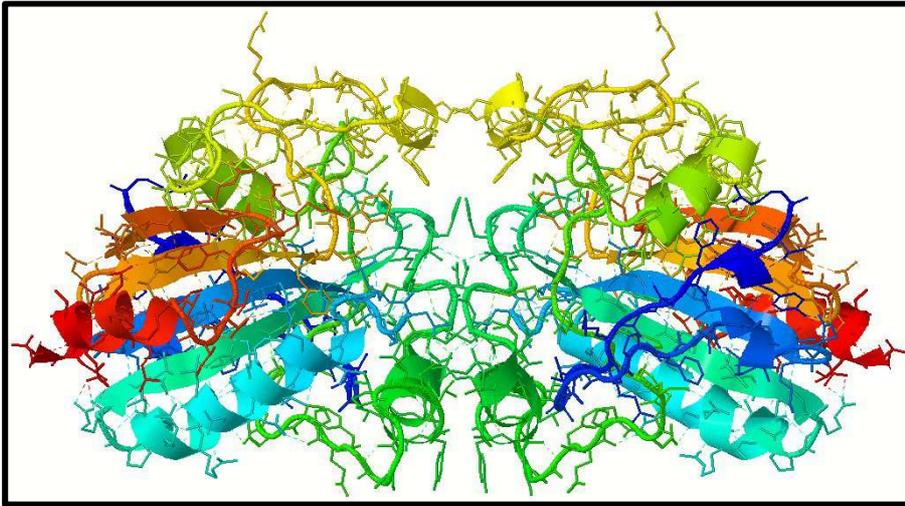


Abbildung 30: Räumliche Struktur der Glutathion Peroxidase. Bildquelle: © www.cemgapedia.de

Die bioaktiven Stoffe aus der Karotte sind stark in die zellulosehaltige Matrix eingebunden und daher sehr schwer zugänglich. Um diese Substanzen freizusetzen ist es zu empfehlen, Karotten vor Verzehr zu kochen. Am besten auch etwas Fett oder Öl verwenden, da Carotinoide größtenteils fettlöslich sind und nur in Anwesenheit von Fett in den Körper aufgenommen werden können. Damit Provitamin A zu Vitamin A umgewandelt werden kann ist die Anwesenheit von Vitamin E, Zink und Schilddrüsenhormon notwendig. Daher darauf achten, dass man Karotten immer mit Gemüse kombiniert, welches reich an diesen Mikronährstoffen ist.

Zusammengefasst beschreibt Fr. Dr.med. Lentz folgende Heilwirkungen für die Karotte:

- Schützen die Zellen vor oxidativem Stress
- Kräftigen die Schleimhäute im Körper
- Aktivieren den Zellstoffwechsel
- Wirken verjüngend und stoppen Alterungsprozesse
- Lassen Haare und Nägel wachsen
- Sorgen für schöne Haut
- Stärken die Immunkräfte
- Verbessern das Sehvermögen, helfen bei Nachtblindheit
- Stärken Herz und Kreislauf
- Aktivieren die Spermienbildung und erhöhen die Zeugungsfähigkeit des Mannes

7.3.2.1. Angina pectoris (54)

Diese Herzerkrankung verursacht moderate bis starke Brustschmerzen, welche auf eine schlechte Blutversorgung des Herzens zurückzuführen sind. Sie wird hervorgerufen durch Ablagerungen in den zum Herzen führenden Arterien. Diese Erkrankung kann auf einen bevorstehenden Herzinfarkt hinweisen und sollte unbedingt ernst genommen werden.

Die Karotte gehört, wie Fenchel, Petersilie, Stangensellerie und chinesischer Engelwurz zu den Doldengewächsen. Diese Gemüsearten enthalten Inhaltsstoffe, welche eine vergleichbare Wirkung wie Calciumkanalblocker haben. Ein Calciumblocker verhindert die Aufnahme von Calcium Ionen in Herz-, und Blutgefäßzellen, wodurch sich diese nicht zusammenziehen können. Dadurch sinkt der Blutdruck, der Blutfluss verbessert sich und die Gefahr eines Anfalls durch Angina pectoris wird verringert.

Studien haben sich bis dato nur mit der chinesischen Engelwurz beschäftigt, welche in Kombination mit Kräutern in Humanstudien die Beschwerden der Angina pectoris zu 94 % verschwinden ließ. Ein zum Vergleich verwendeter Calciumionenkanal Blocker zeigte diese Wirkung nur bei 86,1 % der Patienten.

In Tierversuchen hat man herausgefunden, dass die Substanz n-Butylidenephthalid welche aus der chinesischen Engelwurz isoliert wurde, zu einer Erweiterung der Blutgefäße führt.

7.3.2.2. Cholesterinerhöhung (54)

Karotten enthalten große Mengen an Pektin und Calciumpektat. Diese Substanzen gehören zu den Ballaststoffen und kommen im Zellsaft und in unlöslicher Calciumpektat-Form in der Zellwand vor. Es wurde in Studien belegt, dass diese Substanzen den Cholesterinspiegel senken. Es wird angenommen, dass Pektin im Darm Gallensäuren bindet und dadurch die Ausscheidung von Cholesterin erhöht.

Humanstudien in Irland haben ergeben, dass Personen, die über einen Zeitraum von 3 Wochen täglich 2 Karotten zu sich nahmen, eine Reduktion des Cholesterinspiegels um ganze 10-20 % erreichen konnten. Ähnliche Ergebnisse wurden in Studien in den USA erzielt.

7.3.2.3. Osteoporose (54)

Für einen gesunden Knochenaufbau ist reichlich Vitamin A nötig, welches (in Form von β -Carotin) reichlich in Karotten vorhanden ist. Es ist hier jedoch zu beachten, dass Vitamin-A, vor allem wenn es in zu großen Mengen zugeführt wird negative Auswirkungen auf die Mineralstoffdichte der Knochen haben. Die in Obst und Gemüse vorkommenden Carotinoide (z.B.: β -Carotin oder auch Provitamin A) haben diesen schädlichen Effekt nicht, da sie vom Körper nur bei Bedarf in Vitamin A umgewandelt werden.

7.3.2.4. Reizdarmsyndrom (54)

Der übermäßige Verzehr ballaststoffreicher Lebensmittel kann zu Verdauungsstörungen und Blähungen führen. Laut einer Methode der Ureinwohner des Appalachen Gebirges, lindert das Mitkochen einer Karotte diese, für den Verdauungstrakt negativen Eigenschaften.

7.3.2.5. Durchfall (54)

Bei Durchfall beruhigen gekochte Karotten den Verdauungstrakt und normalisieren den Stuhlgang. Außerdem versorgen sie den Körper mit Nährstoffen, die durch diese Erkrankung verloren gehen.

7.3.2.6. Falten (54)

β -Carotin und Vitamin A sind in Karotten ausreichend vorhanden und sind laut Forschern der University of Michigan Medical School wirksame Biostoffe gegen Falten. Eine Studie mit Senioren ergab, dass eine mit Vitamin A angereicherte Hautcreme, welche gemeinsam mit einem Placebo ohne Vitamin A für 24 Wochen auf die Arme aufgetragen wurde, dass die mit Vitamin A angereicherte Creme das Aussehen wesentlich verbessert hat und die Haut vor Verletzungen schützte.

Eine Maske aus pürierten Karotten soll dem um nichts nachstehen und ist vor allem fürs Gesicht anwendbar.

7.3.2.7. Schuppenflechte (54)

In Studien wo Menschen mehr als 3 Portionen Karotten pro Woche essen, ein um 40 % reduziertes Schuppenflechte Risiko haben. Dies liegt vermutlich an den in Karotten enthaltenen β - Carotinen, Vitamin C und Vitamin E und deren antioxidativer Wirkung. Außerdem wird angenommen, dass ballaststoffreiche Obst- und Gemüsearten durch die zahlreichen Faserstoffe die Schuppenflechte produzierenden Stoffe aus dem Körper ausspülen.

7.3.2.8. Heuschnupfen (54)

Durch Ihren hohen Gehalt an Carotinoiden, können Karotten eine positive Wirkung auf Heuschnupfen Allergiker haben. Es wurde in einer Studie mit Erwachsenen belegt, dass eine höhere Plasmakonzentration an Carotinoiden im Zusammenhang mit reduzierten Allergiesymptomen steht.

7.4. Kopf- und Eisbergsalat (55)

7.4.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

Die Wirkungen und die dafür verantwortlichen sekundären Pflanzenstoffe, sind in Tabelle 24 dargestellt.

Tabelle 24: Wirkung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe in Kopf-, und Eisbergsalat ermittelt durch eine wissenschaftliche Literaturrecherche.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|------------------------------------|--|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Carotinoide Phytohormone |
| Cholesterin senkend | Carotinoide Phytosterine |
| Gegen Arterienverkalkung | Carotinoide Phytohormone |
| Blutdruck senkend | Phytohormone |
| Antikancerogene Wirkung | Carotinoide Polyphenole (Phenolsäuren) Phytosterine Phytohormone |
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone Polyphenole |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide |
| Antimikrobiell | Polyphenole (Phenolsäuren) |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.4.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55)

Die grünen Salatsorten sind reich an Magnesium. Dieser Mineralstoff bildet das Zentralatom des grünen Pflanzenfarbstoffs Chlorophyll. Für Details über die Funktionen von Magnesium im menschlichen Körper siehe Kapitel 7.14. Brokkoli.

Weitere Wirkungen die Kopfsalat nachgesagt werden, jedoch noch nicht wissenschaftlich untermauert sind, wären laut Dr.med. Lenz folgende:

- Immunsystem stärkend
- Schützt Zellen vor freien Radikalen
- Kräftigt das Herz
- Erhöht die Muskelleistung
- Hilft bei Müdigkeit und Antriebsschwäche
- Erhöht die Konzentrationsfähigkeit
- Wirkt nervenstärkend
- Erhöht die Sauerstoffzufuhr in die Körperzellen
- Verbessert die Eiweißverwertung

7.5. Lauch (54) (55)

7.5.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

Die gesundheitsfördernden Effekte von Lauch, ermittelt auf wissenschaftlicher Basis sind in Tabelle 25 zu sehen.

Tabelle 25: Wirkungsweise der in Lauch enthaltenen Inhaltsstoffe ermittelt durch eine wissenschaftliche Literaturrecherche.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|------------------------------------|---|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Carotinoide Phytosterine Phytohormone Polyphenole (Flavonoide) |
| Cholesterin senkend | Carotinoide Phytosterine Sulfide |
| Gegen Arterienverkalkung | Carotinoide Phytohormone |
| Senkt Herzinfarktisiko | Polyphenole (Flavonoide) |
| Blutdruck senkend | Polyphenole (Flavonoide) Phytohormone |
| Antithrombotische Wirkung | Polyphenole (Flavonoide) Sulfide |

| | |
|--------------------------------|--|
| Antikancerogene Wirkung | Carotinoide Phenolsäuren(Polyphenole)Flavonoide (Polyphenole) Phytosterine Phytohormone Sulfide |
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone Polyphenole Sulfide |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide Flavonoide (Polyphenole) Sulfide |
| Entzündungshemmend | Flavonoide (Polyphenole) |
| Antimikrobiell | Flavonoide (Polyphenole) Phenolsäuren(Polyphenole) Sulfide |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.5.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55)

Das in Lauchöl enthaltene Allizin, welches dem Lauch seinen Geschmack und Geruch gibt, ist ein stark antibakteriell wirkender Biostoff.

Im Lauch sind vor allem die Spurenelemente Zink: gut für das Bindegewebe, die Gefäßwände, Hormonproduktion und Libido, Mangan: wirkt sich positiv auf die Haut-, und Haarfarbe, sowie auf die Sexualität und den Gesamtstoffwechsel aus und Selen: gut für die Immunabwehr.

Allgemein werden Lauch, laut Dr. med. Lenz folgende Wirkungsweisen nachgesagt:

- Fördert die Durchblutung
- Reinigt Magen und Darm von Bakterien und Pilzen
- Hilft gegen Blähungen und Durchfall
- Kurbelt die Darmpassage an und hilft so gegen Verstopfung
- Senkt den Cholesterin- und Blutfettspiegel
- Hilft bei Venenbeschwerden
- Beugt Hämorrhoidalprobleme vor
- Fördert den Aufbau von neuem Bindegewebe

7.5.2.1. Lipidsenkende Wirkung (55)

Eine Kur von 200 Gramm Lauch täglich kann den Cholesterin-, und Fettspiegel im Blut erheblich senken.

7.5.2.2. Antithrombotische Wirkung (55)

Lauch enthält Stoffe, welche eine fibrinolytische Eigenschaft aufweisen, dies wirkt einer Blutverdickung entgegen und macht das Blut dünnflüssiger wodurch weniger leicht Ablagerungen bilden.

Zusätzlich wirkt es lindernd auf Venenbeschwerden wie z.B. Krampfadern.

7.5.2.3. Asthma (54)

In Zwiebelgewächsen (Zwiebel, Lauch, Knoblauch) sind Thiosulfinate und Cypene enthalten die laut Dr. Walter Dorsch (Johannes Gutenberg Universität Mainz) entzündungshemmende und antiasthmatische Wirkungen aufweisen. Schon 1683 wurden Zwiebelgewächse zur Linderung asthmatischer Beschwerden verwendet, so steht es zumindest im Buch: Die Schatzkammer des Lebens geschrieben von Rabbi Jacob Zahalon.

7.5.2.4. Durchfall (54)

Lauch enthält natürliche Präbiotika und man schreibt ihm eine antiseptische Wirkung zu. Dies aktiviert das Immunsystem und wehrt Durchfallbakterien ab.

7.5.2.5. Erkältungen und Grippeerkrankungen (54)

Wie schon beschrieben, haben Zwiebelgewächse aufgrund von zahlreichen Substanzen eine antiseptische Wirkung und enthalten zusätzlich dazu ein Dutzend abwehrsteigernde Stoffe. Außerdem helfen die scharfen Verbindungen, die Nebenhöhlen freizuhalten. Zurückzuführen sind diese Eigenschaften auf das effektivste Breitbandantibiotikum des Pflanzenreichs, Allicin.

7.5.2.6. Wechseljahre (Menopause) (54)

Die Gemüse –und Gewürzpflanzen Stangensellerie, Dill, Fenchel und Anis gehören derselben Pflanzenfamilie an. Sie alle haben eine östrogenähnliche Wirkung die auf den sekundären Pflanzeninhaltsstoff Anethol zurückzuführen ist. Die genannten Pflanzen enthalten an die 40-50 sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe. Die leicht östrogenartig wirkenden sind z.B.: Anethol, Quercetin, Luteolin, Apigenin und Kaempferol. Ein Tee aus den genannten Gewürzpflanzen kann die Beschwerden der Menopause lindern.

Hinweis: bei Blasenleiden (Entzündung) wird geraten, regelmäßig Lauch zu verzehren, da das Senfölglykosid Allizin über die Niere und somit über den Urin ausgeschieden wird und dadurch in den Harnwegen seine antibiotische Wirkung entfalten kann.

7.6. Rote Rübe (54) (55)

7.6.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

In Tabelle 26 sind die sekundären Pflanzeninhaltsstoffe welche in der Roten Rübe enthalten sind und die darauf beruhenden Wirkungsweisen aufgelistet.

Tabelle 26: Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe in Roter Rübe und ihre, in wissenschaftlichen Studien ermittelten, Wirkungsweisen.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|------------------------------------|--|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Carotinoide Phytosterine Saponine |
| Cholesterin senkend | Carotinoide Phytosterine Saponine |
| Gegen Arterienverkalkung | Carotinoide Phytohormone |
| Blutdruck senkend | Phytohormone |
| Antikancerogene Wirkung | Carotinoide Phytosterine Phytohormone Protease-Hemmer Saponine |
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone Polyphenole |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide Saponine |
| Entzündungshemmend | Saponine |
| Antimikrobiell | Saponine |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.6.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54)

Die Rote Rübe beherbergt eine sehr entscheidende Fähigkeit. Sie bietet Silizium in einer Form an, welche vom Körper aufgenommen und verwertet werden kann. Es kräftigt das

Bindegewebe und die Haut, Gefäßwände und Knochen und entgiftet das Gehirn von Metallen wie etwas Aluminium.

Des Weiteren ist dieses Gemüse reich an Folsäure (1µg/g). Es zählt, gemeinsam mit Spargel, zu den Folsäure reichsten Gemüsearten überhaupt. Folsäure oder auch Vitamin B 9 ist für die Herstellung von den DNS Bausteinen, den Nukleinsäuren, im Zellkern mit verantwortlich. Im Speziellen geht es um die Purinbasen, Adenin und Guanin. Zusätzlich sorgt es für die Produktion von Magensäure und ist am Bau der roten Blutkörperchen beteiligt. Zu guter Letzt soll Folsäure auch die schwefelhaltige Aminosäure (Eiweißbaustein) Methionin aktivieren, welche den Schwefel und somit Glanz, Geschmeidigkeit und Festigkeit in Haut, Haare und Nägel trägt.

Der Kaliumreichtum von Rote Rüben sorgt für eine gute Entwässerung und Entsäuerung. Der rote Farbstoff der Rote Rübe, Betanin wird vom Körper kaum genutzt.

Die von Fr. Dr.med. Lentz beschriebenen Wirkungen zusammengefasst:

- Stärken das Bindegewebe, die Haut, die Gefäßwände und die Knochen
- Neutralisieren und entfernen Giftstoffe
- Fördern das Zellwachstum und reparieren Zellkern
- Sorgen für mehr Magensäure und dadurch eine bessere Eiweißverdauung
- Aktivieren die Produktion der roten Blutkörperchen
- Schaffen eine gute Stimmungslage
- Bringen Glanz und Geschmeidigkeit in Haut, Nägel und Haare.
- Wirken entwässernd und entsäuernd
- Entgiften den Darm
- Beseitigen Verstopfungen

Neben diesen positiven Auswirkungen die laut Dr. med. Lentz wissenschaftlich belegt sind, soll eine Mahlzeit von Roten Rüben Schwache stark machen und Schüchterne mutig, so heißt es im Volksmund.

7.6.2.1. Bluthochdruck (54)

Bei vermehrtem Verzehr von Roten Rüben, kommt es durch die erhöhte Bildung von NO (Stickstoffmonoxid) zu einer blutdrucksenkenden Wirkung, da NO relaxierend auf die Blutgefäße wirkt.

7.6.2.2. Gallensteine (54)

Die Blätter der roten Rübe enthalten viele Mineralien, Vitamin A und die Substanz Betain (Aminosäure Derivat). Betain regt die Funktion der Galle an und sorgt für die Verdünnung der Gallenflüssigkeit. Eine weitere Wirkung von Betain ist das Zusammenziehen der Gallenmuskulatur rund um die Gallenblase und die Gallengänge damit die Galle im Fluss bleibt.

7.6.2.3. Osteoporose (54)

Phosphathaltige Gemüsesorten helfen, bei ausreichender Versorgung damit, Mineralien in Knochen einzulagern. 85 % des im Körper vorhandenen Phosphors versteckt sich in den Knochen. Gerade bei Phosphor ist ein Zuviel nicht unbedingt zweckdienlich, führt man nämlich zu große Mengen an Phosphor und zu geringe Mengen an Calcium zu, kann das zu Knochenschwund führen. Die empfohlene Tagesdosis für Männer und Frauen über 30 ist 700 mg wobei 4000 mg nicht überschritten werden sollten. Rote Rüben sind eine gute Phosphat-Quelle und dienen bei richtiger Einnahme der Knochengesundheit.

7.6.2.4. Schuppenflechte (54)

Eine Schuppenflechte geht oft mit Verstopfung und Leberstau einher. Diesen Symptomen kann man mit dem Verzehr von Roten Rüben, welche die Leber entgiften, Abhilfe verschaffen.

7.7. Knollensellerie (55)

7.7.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

Tabelle 27: Knollensellerie und seine Wirkungsweisen aufgrund seines Inhaltsstoffprofils, basierend auf einer wissenschaftlichen Literaturrecherche.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|------------------------------------|--|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaufferkrankungen | Carotinoide Phytosterine Monoterpene Polyphenole (Flavonoide) |
| Cholesterin senkend | Carotinoide Phytosterine Monoterpene |
| Gegen Arterienverkalkung | Carotinoide Phytohormone |
| Senkt Herzinfarktrisiko | Polyphenole (Flavonoide) |
| Blutdruck senkend | Polyphenole (Flavonoide) Phytohormone |
| Antithrombotische Wirkung | Polyphenole (Flavonoide) |

| | |
|--------------------------------|--|
| Antikancerogene Wirkung | Carotinoide Phenolsäuren(Polyphenole) Flavonoide (Polyphenole) Phytosterine Phytohormone |
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone Polyphenole |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide Flavonoide (Polyphenole) |
| Entzündungshemmend | Flavonoide (Polyphenole) |
| Antimikrobiell | Flavonoide (Polyphenole) Phenolsäuren(Polyphenole) |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.7.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55)

Sellerie enthält den gesamten Komplex der B-Vitamine. Dieser ist der Antreiber im Kohlenhydratstoffwechsel und pumpt Energie in unsere Körperzellen, somit in den gesamten Organismus. Außerdem sind B-Vitamine, wie schon öfter beschrieben, sogenannte Nervennahrung für den Körper und Basisnahrung für das menschliche Gehirn, sind gut für Haut, Haare, Augen und Leber und helfen gegen Darmträgheit.

7.7.2.1. Antimikrobiell (55)

Ist reichhaltig an ätherischen Ölen, welche den Geschmack und Geruch von Sellerie ausmachen. Die in den ätherischen Ölen enthaltenen Terpene halten während des Wachstums Bakterien, Pilze und natürliche Feinde fern. Diese Wirkung haben die Terpene auch noch im menschlichen Körper.

7.7.2.2. Harnwegsinfekt oder Blasenentzündung (55)

Auch bei der Ausscheidung der Terpene über den Urin, wirken sie noch antibakteriell und entzündungshemmend in den Schleimhäuten von Niere, Blase und Harnleiter. Zusätzlich ist die harntreibende Wirkung von Sellerie positiv bei einem Harnwegsinfekt oder einer Blasenentzündung, da dadurch die Bakterien ausgespült und durch die antibakterielle Wirkung von Sellerie abgetötet werden.

Zusammengefasst, die positiven Einflüsse von Sellerie, laut Dr.med. Lentz:

- Antibakteriell
- Heilt Verdauungsstörungen wie Blähungen oder Durchfall
- Befreit von Darmträgheit und Verstopfung
- Desinfiziert und Entgiftet die Schleimhäute im Mund-, und Rachenraum

- Stimuliert die Magenschleimhäute zur Produktion von mehr Magensäure
- Wirkt selbst in Niere, Blase und Harnwegen noch antibakteriell
- Wirkt schleimlösend bei Husten, Schnupfen und Erkältung
- Wirkt entwässernd, hilft beim Abnehmen
- Aktiviert den Kohlenhydratstoffwechsel
- Kräftigt Nerven und Gehirn
- Lindert nervöse Störungen
- Liefert wichtige Nährstoffe für Haut, Augen und Haare

7.8. Stangensellerie (54)

7.8.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

Stangensellerie und seine Wirkungsweisen aufgrund seines Inhaltsstoffprofils, basierend auf einer wissenschaftlichen Literaturrecherche sind in Tabelle 28 zu sehen.

Tabelle 28: Das Inhaltsstoffprofil und die daraus resultierenden Wirkungsweisen von Stangensellerie.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|-----------------------------|--|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Carotinoide Phytosterine Monoterpene Polyphenole (Flavonoide) |
| Cholesterin senkend | Carotinoide Phytosterine Monoterpene |
| Gegen Arterienverkalkung | Carotinoide Phytohormone |
| Senkt Herzinfarkttrisiko | Polyphenole (Flavonoide) |
| Blutdruck senkend | Polyphenole (Flavonoide) Phytohormone |
| Antithrombotische Wirkung | Polyphenole (Flavonoide) |
| Antikanzerogene Wirkung | Carotinoide Phenolsäuren(Polyphenole) Flavonoide (Polyphenole) Phytosterine Phytohormone |

| | |
|------------------------------|---|
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone Polyphenole |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide Flavonoide (Polyphenole) |
| Entzündungshemmend | Flavonoide (Polyphenole) |
| Antimikrobiell | Flavonoide (Polyphenole) Phenolsäuren(Polyphenole) |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.8.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (54)

7.8.2.1. Blasenentzündung (54)

Allgemein stärkt der vermehrte Verzehr von Sellerie den Harntrakt. Schmerzhemmende, entzündungshemmende und harntreibende Verbindungen sind in Selleriesamen enthalten. Sie sollen die Qualität und Menge des Urins erheblich verbessern und sind durch ihre harntreibende Wirkung ein ideales Mittel bei Harnwegsinfekten.

7.8.2.2. Bluthochdruck (54)

Laut einigen Studien hat Sellerie wohl eine blutdrucksenkende Wirkung, da er Stoffe enthält, welche die Gefäßwände der glatten Muskulatur entspannen und so dem Blutfluss weiter öffnen können. Eine Forschergruppe stellte fest, dass 4 Stangen Sellerie pro Tag den Blutdruck vom Menschen um 7 % reduzieren können.

7.8.2.3. Gicht (54)

Natürliche COX-2-Hemmer (entzündungshemmende Substanzen) sind in rauen Mengen in Sellerie und Selleriesamenextrakt enthalten. Im speziellen handelt es sich hier um den Stoff Apigenin welcher die schmerzlindernde und entzündungshemmende Wirkung verursacht.

7.8.2.4. Gedächtnisverlust (54)

Luteolin wurde vor kurzem von Forschern als eine Substanz identifiziert, welche Plaque bildende Proteine im Gehirn verringert. Dieser und weitere Stoffe, welche Alzheimer-Risikofaktoren wie Arteriosklerose, entzündliche Reaktionen und Oxidationsschäden entgegenwirken können sind in Sellerie enthalten.

7.8.2.5. Lungenentzündung (54)

Sellerie ist wohlbekannt dafür, dass er das Immunsystem für die Krankheitsabwehr stärkt. Dies liegt vor allem an den zahlreichen Antioxidantien und Substanzen die Bakterien, Viren und Entzündungen bekämpfen.

7.8.2.6. Mundgeruch (54)

Sellerie scheint für den Kampf gegen den Mundgeruch wie geschaffen zu sein. Kaut man eine Selleriestange ist das wie eine Zahnbürste + Zungenschaber in einem. Die raue Oberfläche hilft den hinteren Teil der Zunge von übelriechenden Bakterien zu befreien und der hohe Anteil an natürlichen Ballaststoffen unterstützt die Reinigung der Zähne. Man kann sagen, Sellerie ist eine natürliche, essbare Zahnbürste.

7.8.2.7. Pilzinfektionen (54)

Dieses Gemüse erweist sich als äußerst resistent gegen Krankheitskeime, was an der Vielzahl an in Sellerie enthaltenen Fungiziden liegt, wovon schon zahlreiche identifiziert wurden. Täglich eine Selleriestange hilft um die Pilzinfektion in den Griff zu kriegen.

7.8.2.8. Schleimbeutelentzündungen (54)

Durch seine natürlich enthaltenen COX-2-Hemmer (**CycloOXigenase-2** ist ein [Enzym](#)) ist Sellerie ein perfektes Heilmittel für Schleimbeutelentzündungen. Die schmerzstillende Substanz Apigenin die in Stangensellerie und Selleriesamen vorkommt bewirkt hierbei die hemmende Wirkung.

7.8.2.9. Verdauungsstörungen (54)

Durch seinen Gehalt an schmerzlindernden, entzündungshemmenden und jede Menge beruhigenden Stoffen wird Stangensellerie durch die deutsche Kommission E (wissenschaftliches Gremium des ehemaligen Bundesgesundheitsamts und dem heutigen Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte) bei Verdauungsproblemen empfohlen.

7.9. Spargel (54) (55)

7.9.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

Die Wirkung von Spargel und die dafür verantwortlichen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe sind in Tabelle 29 nachzulesen.

Tabelle 29: Spargel und sein Inhaltsstoffprofil, welches für seine Wirkungsweisen, die anhand einer wissenschaftlichen Literaturrecherche ermittelt wurden verantwortlich ist.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|-----------------------------|------------------------------|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaufferkrankungen | Phytosterine Phytohormone |
| Cholesterin senkend | Phytosterine |
| Gegen Arterienverkalkung | Phytohormone |

| | |
|--------------------------------|---|
| Blutdruck senkend | Phytohormone |
| Antikancerogene Wirkung | Phenolsäuren(Polyphenole) Phytosterine Phytohormone Saponine |
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone Polyphenole |
| Immunsystem stärkend | Saponine |
| Entzündungshemmend | Saponine |
| Antimikrobiell | Phenolsäuren(Polyphenole) Saponine |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.9.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54)

Enthält viel Provitamin A (β -Carotin) welches immens wichtig für die Schleimhäute, Sehkraft und den Zellschutz ist. Außerdem Vitamin B1: nervenstärkend, Vitamin B2: Stoffwechsel fördernd, gut für Haut, Haare und Augen, Vitamin B3: für Zellenergie, Lebensfreude und Schlaf, Vitamin B5: für Vitalität, Farbkraft und Harre, Vitamin B6: für die Eiweißbiosynthese.

Außerdem ist Spargel das Gemüse, welches am reichhaltigsten an Folsäure (Vitamin B9) ist. Folsäuremangel ist der am weitesten verbreitete Vitamin Mangel und führt zu folgenden Folgeerscheinungen:

- Müdigkeit
- Nervöse Unruhe
- Verzagtheit
- Konzentrationsmangel
- Früh ergrautes Haar

Spargel enthält zusätzlich viel Kalium, welches entwässernd und entsäuernd wirkt und das in anderen Gemüsesorten rare Zink. Zinkmangel kann neben den in Kapitel 7.5. Kraut (Weißkraut) beschriebenen positiven Effekten auch zu folgenden Wirkungen führen:

- Libidomangel
- Orgasmusunfähigkeit
- Impotenz

Achtung, Spargel sollte nicht mit Rotwein eingenommen werden, da dieser das Vitamin B1 für den menschlichen Organismus unbrauchbar macht. Mit Weißwein kann er ohne Probleme verzehrt werden.

Die von Fr. Dr. Lentz beschriebenen gesundheitsfördernden Wirkungen von Spargel zusammengefasst:

- Hilft bei Sehschwäche und Nachtblindheit
- Kräftigt alle Schleimhäute im Körper
- Stärkt die Nerven
- Aktiviert den Kohlenhydrat-, Eiweiß-, und Fettstoffwechsel
- Wirkt belebend und verjüngend auf die Haut, Haare und Bindegewebe
- Aktiviert Glückshormone
- Hilft bei Schlafstörungen
- Wirkt zellverjüngend
- Kurbelt die Blutbildung an
- Hilft bei Gedächtnisschwäche und Konzentrationsschwierigkeiten
- Stärkt das Immunsystem und beugt Entzündungen vor
- Hilft bei Libidomangel
- Entwässert und Entsäuert den Körper
- Hilft beim Abspecken
- Wirkt gegen Darmträgheit, Verstopfung

Nur 100 Gramm an Spargel decken den Tagesbedarf von Folsäure.

7.9.2.1. Gedächtnisverlust (54)

In einigen US-amerikanischen Studien wurde belegt, dass ein Mangel an B-Vitaminen zu einem doppelt so hohen Risiko einer Alzheimererkrankung führt. Außerdem wurde festgestellt, dass die Kombination hoher Homocystein Spiegel - niedriger Vitamin B Spiegel eine Alzheimererkrankung wahrscheinlicher macht. Die ausreichende Versorgung mit Folsäure allerdings senkt das Risiko um 50 %. Unter anderem ist Spargel neben Augenbohnen, Linsen, Avocados, Sonnenblumenkernen, Spinat und Orangensaft ein guter Folsäurelieferant.

7.9.2.2. Osteoporose (54)

Bor, ein sogenanntes Spurenelement unterstützt offensichtlich die Gesundheit von Knochen, indem es die Aufnahme von Calcium im Körper verbessert. Eine Untersuchung mit Frauen nach den Wechseljahren hat gezeigt, dass eine erhöhte Borzufuhr die Ausscheidung von Magnesium und Calcium verringerte.

Gute Nahrungsquellen außer Spargel sind, Avocados, Nüsse, Pflaumen, Quitten, Erdbeeren, Pfirsiche und Kohl.

7.10. Kraut (Weißkraut) (55)

7.10.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

In Tabelle 30 sind die sekundären Inhaltsstoffe von Kraut und ihre gesundheitlichen Effekte aufgelistet.

Tabelle 30: Kraut und sein reichhaltiges Inhaltsstoffprofil sowie die daraus resultierenden Wirkungen.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|------------------------------------|---|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Carotinoide Phytosterine Polyphenole (Flavonoide) Phytohormone |
| Cholesterin senkend | Carotinoide Phytosterine |
| Gegen Arterienverkalkung | Carotinoide Phytohormone |
| Senkt Herzinfarkttrisiko | Polyphenole (Flavonoide) |
| Blutdruck senkend | Polyphenole (Flavonoide) Phytohormone |
| Antithrombotische Wirkung | Polyphenole (Flavonoide) |
| Antikancerogene Wirkung | Carotinoide Glucosinolate Phenolsäuren(Polyphenole) Flavonoide (Polyphenole) Phytosterine Phytohormone |
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone Polyphenole |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide Flavonoide (Polyphenole) |
| Entzündungshemmend | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) |
| Antimikrobiell | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) Phenolsäuren(Polyphenole) |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.10.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54)

Weißkraut ist reich an allen B Vitaminen, ausgenommen Vitamin B12. Dadurch wirkt er nervenberuhigend, aktiviert die Gehirnleistung und vertreibt Unruhe und nervöse Symptome. Außerdem sorgt er etwa als Abendmahlzeit verzehrt, für einen Tryptophanschub über die Blut-Hirnschranke. Tryptophan ist eine Aminosäure aus welcher im Gehirn der Nervenreizstoff Serotonin hergestellt wird, welcher in der Zirbeldrüse des Hirns in das Schlafhormon Melatonin umgewandelt wird.

Außerdem enthält er noch Mangan, Selen und Zink. Mangan ist ein wichtiger Stoff für die Bildung der Schilddrüsenhormone, sexuelle Aktivität und für die Pigmentbildung von Haut und Haaren. Selen ist sehr selten und spielt eine Rolle für die Immunabwehr aller Körperzellen.

Zink hat eine wichtige Funktion im Zellkern. Im Zellkern befindet sich unser Erbgut, unsere [DNS](#) verpackt in Chromosomen. In den Chromosomen befindet sich eine Vielzahl an Genen, welche alle Funktionen im Körper steuern, aktivieren und beleben. Um diese wichtigen Informationen die die Gene enthalten von der [DNS](#) ablesen zu können, werden sogenannte Zinkfinger benötigt. Daher ist es wichtig, dass über die Blutbahn ausreichend Zink in die Zellen und weiter in die Zellkerne transportiert wird.

Laut Dr.med. Lenz werden außerdem noch folgende Wirkungsweisen mit dem Verzehr von Weißkraut in Verbindung gebracht:

- Aktiviert den Kohlenhydratstoffwechsel
- Belebt Nerven und Gehirn
- Verbessert die Stimmungslage
- Stärkt die Konzentrationsfähigkeit
- Wirkt nervenberuhigend und entspannend
- Wirkt schlafstimulierend
- Macht stressresistenter
- Stärkt das Immunsystem
- Aktiviert die Zellatmung
- Regt die Blutbildung an
- Stimuliert die Farbgebung von Haut und Haaren
- Kurbelt das Zellwachstum an
- Hilft bei Libidomangel (Mangel an sexueller Lust)
- Unterstützt wenn man abnehmen will, da Weißkraut reich an Ballaststoffen und Wasser ist.

Offensichtlich hilft Weißkrautsaft auch gegen Magengeschwüre. Ein Liter des Gemüsesafts über den Tag verteilt konsumiert, lässt Magengeschwüre angeblich in 2-3 Wochen abheilen.

7.11. Zuckerhut (55)

7.11.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

Zuckerhut und sein Inhaltsstoffprofil, sowie die Wirkungen dieser Inhaltsstoffe sind in Tabelle 31 zu sehen.

Tabelle 31: Zuckerhut und seine gesundheitsfördernden Inhaltsstoffe mit jeweiligen Wirkungen.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|-----------------------------|---|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Carotinoide Phytosterine Phytohormone |
| Cholesterin senkend | Carotinoide Phytosterine |
| Gegen Arterienverkalkung | Carotinoide Phytohormone |
| Blutdruck senkend | Phytohormone |
| Antikarzinogene Wirkung | Carotinoide Phytosterine Phytohormone |
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone Polyphenole |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.11.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54)

Alle Pflanzen die bitter schmecken enthalten Bitterstoffe bzw. Alkaloide, welche antimikrobiell wirksam sind. Die in Zuckerhut enthaltenen Wirkstoffe töten Pilze und Parasiten und wirken somit desinfizierend.

Außerdem ist diese Salatpflanze reich an Vitamin C, Carotinoiden, Kalium und weiteren gesundheitsfördernden Spurenelementen.

Andere Wirkungen welche dem Zuckerhut zugeschrieben werden sind:

- Blutdrucksenkend
- Gewichtreduzierend
- Entwässernd
- Aktiviert und Normalisiert die Magen-, und Darmtätigkeit
- Fördert die Sekretion von Speichel und Magensäure
- Bringt den Zellstoffwechsel in Schwung

Diese Wirkungsweisen sind wissenschaftlich nicht hinterlegt.

7.12. Zuckermais (54) (55)

7.12.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

In Tabelle 32 sind die sekundären Inhaltsstoffe von Zuckermais und ihrer gesundheitsfördernden Wirkungen dargestellt.

Tabelle 32: Gesundheitsfördernde sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe von Zuckermais und ihre Wirkungsweisen.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|------------------------------------|---|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Carotinoide Phytosterine Phytohormone |
| Cholesterin senkend | Carotinoide Phytosterine |
| Gegen Arterienverkalkung | Carotinoide Phytohormone |
| Blutdruck senkend | Phytohormone |
| Antikancerogene Wirkung | Carotinoide Phytosterine Phytohormone |
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.12.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54)

Enthält einen überaus hohen Gehalt des „Nervenvitamins“ B1, mehr als 150 µg/100g soll Zuckermais enthalten. Patienten von Nervenärzten haben häufig zu wenig Thiamin im Blut. Thiamin baut im Stoffwechsel Kohlenhydrate zu Glukosemolekülen ab. Glukosemoleküle sind die einzige Energienahrung, die Gehirn-, und Nervenzellen annehmen und ohne diese Glukosezufuhr ist man bereits am Vormittag gereizt, zerfahren und lustlos. Damit Thiamin die mentale Vitalenergie herstellen kann, braucht es Mangan, welches auch reichhaltig in Mais vorkommt. Somit ist Mais laut Dr.med. Lentz das beste natürliche Nahrungs-Beruhigungsmittel.

Gleichzeitig steigert es die Konzentrationsfähigkeit und den Intellekt.

Vitamin B7 ist ebenfalls in Mais enthalten und wirkt sich positiv auf Haut und Haare aus. Außerdem sind in Mais auch Vitamin B3: für Zellenergie und Stimmungslage, Vitamin B5: für Zellenergie und Stressabwehr, wesentlich mehr Folsäure als andere Gemüsesorten, ausgenommen Spargel und Rote Rübe.

Bezüglich Mineralstoffen ist er reich an Eisen: gut für die Blutbildung und Zellatmung, Magnesium: für die Muskeltätigkeit und Herzfunktion, Selen: für den Immunschutz und Zink: für das Bindegewebe, Hormonproduktion, Libido, Orgasmusfähigkeit und gegen Impotenz.

Die Wirkungen von Zuckermais, beschrieben von Dr. Lentz zusammengefasst:

- Kräftigt die Nerven
- Verbessert die Konzentrationsfähigkeit
- Liefert Nährstoffe für Haut und Haar
- Macht widerstandfähiger gegen Stress
- Verbessert die Stimmungslage
- Wirkt verjüngend
- Stimuliert das Zellwachstum und verbessert die Zellatmung
- Kurbelt die Blutbildung an
- Kräftigt Muskeln und Herz
- Baut Bindegewebe auf
- Stärkt das Immunsystem
- Hilft bei Libidomangel und Impotenz

Hinweis: Ein Tee aus Maisgriffeln hilft, den Blutdruck und den Blutzuckerspiegel zu senken. Die Maisgriffel enthalten ätherische Öle, Tannine, Vitamin C und K und andere wichtige Biostoffe. Man nimmt 50 Gramm Maisgriffel auf 1 Liter Wasser und kocht die Maisgriffel 10 Minuten lang aus. 2-3 Tassen über den Tag verteilt trinken.

7.12.2.1. Schlaflosigkeit (54)

Mais ist eine gute Nahrungsquelle für Melatonin. Melatonin oder auch das „Zirbeldrüsenhormon“ wie es noch genannt wird, hat eine schlaffördernde Wirkung. Die Zirbeldrüse befindet sich im Hirnstamm und ist unter anderem für den Schlaf verantwortlich.

7.12.2.2. Reizdarmsyndrom (54)

Mais und maishaltige Lebensmittel sollten bei Reizdarmsyndrom vermieden werden, da sie in Studien mit Patienten zu Irritationen geführt haben.

7.13. Blumenkohl (54) (55)

7.13.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

Die gesundheitsfördernden Effekte von Blumenkohl und die dafür verantwortlichen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe sind in Tabelle 33 dargestellt.

Tabelle 33 : Blumenkohl und seine gesundheitsfördernden Effekte mit den dafür verantwortlichen sekundären Inhaltsstoffen.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|------------------------------------|---|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaufkrankungen | Carotinoide Phytosterine Polyphenole (Flavonoide) Phytohormone |
| Cholesterin senkend | Carotinoide Phytosterine |
| Gegen Arterienverkalkung | Carotinoide Phytohormone |
| Senkt Herzinfarkttrisiko | Polyphenole (Flavonoide) |
| Blutdruck senkend | Polyphenole (Flavonoide) Phytohormone |
| Antithrombotische Wirkung | Polyphenole (Flavonoide) |
| Antikarzinogene Wirkung | Carotinoide Glucosinolate Flavonoide(Polyphenole) Phytosterine Phytohormone |

| | |
|------------------------------|--|
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone Polyphenole |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide Flavonoide (Polyphenole) |
| Entzündungshemmend | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) |
| Antimikrobiell | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.13.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54)

Im Allgemeinen werden Blumenkohl viele positive Heilwirkungen nachgesagt. So soll er entwässern, beim Aufbau der Darmschleimhaut helfen, bei Nieren-, und Blasenproblemen helfen, die Blutbildung fördern, das Immunsystem kräftigen, Infektionen vorbeugen, den Blutdruck senken und den Körper mit ausreichend Nährstoffen versorgen. Bisher wissenschaftlich nachvollziehbar sind aber nur folgende Wirkungen:

7.13.2.1. Entzündungshemmend (55)

Das in Blumenkohl reichhaltige Vitamin B5 unterstützt den Körper bei der Herstellung von Kortisol welches weiter zu Kortison umgewandelt wird. Kortison ist bei der Hemmung von Entzündungen wichtig. Vitamin B5 ist sehr säureempfindlich weswegen Essig oder Zitrone in Kombination mit Karfiol nur in geringen Mengen verwendet werden soll.

7.13.2.2. Erschöpfung (54)

Eine Mangelerscheinung an B-Vitaminen ist häufig der Grund für chronische Erschöpfung. Vitamin B6 dürfte hier den größten Einfluss ausüben. Blumenkohl ist eine der Vitamin B6 häufigsten Gemüsesorten. Die empfohlene Tagesdosis an Vitamin B6 ist für Männer 1,7 mg und für Frauen 1,5 mg.

7.13.2.3. Hautprobleme (54)

Dermatitis ist eines der Symptome eines Vitamin B₆-Mangels. Erhöht man die Zufuhr von Blumenkohl und anderen Kreuzblütlern, kann dies Abhilfe verschaffen.

7.14. Brokkoli (54) (55)

7.14.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

Die gesundheitsförderliche Wirkung von Brokkoli und die dafür verantwortlichen sekundären Inhaltsstoffe sind in Tabelle 34 erläutert.

Tabelle 34: Brokkoli und sein sekundäres Pflanzenstoff Inhaltsprofil sowie deren gesundheitsfördernde Wirkung.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|------------------------------------|---|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Carotinoide Phytosterine Polyphenole (Flavonoide) Phytohormone |
| Cholesterin senkend | Carotinoide Phytosterine |
| Gegen Arterienverkalkung | Carotinoide Phytohormone |
| Senkt Herzinfarktisiko | Polyphenole (Flavonoide) |
| Blutdruck senkend | Polyphenole (Flavonoide) Phytohormone |
| Antithrombotische Wirkung | Polyphenole (Flavonoide) |
| Antikancerogene Wirkung | Carotinoide Glucosinolate Phenolsäuren(Polyphenole) Flavonoide (Polyphenole) Phytosterine Phytohormone |
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone Polyphenole |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide Flavonoide (Polyphenole) |
| Entzündungshemmend | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) |
| Antimikrobiell | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) Phenolsäuren(Polyphenole) |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.14.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54)

Brokkoli enthält, wie die meisten grünen Blattgemüse, sehr viel Magnesium. Dieser Mineralstoff ist in unserem Körper immens wichtig für die Muskeltätigkeit, Herzfunktion, Nervenreizübertragung und Hormonproduktion. Durch Magnesiummangel treten Symptome wie Herzrhythmusstörungen, Nervosität, Knochen- und Zahnprobleme oder depressive Verstimmungen auf.

Außerdem beseitigt der hohe Anteil an Ballaststoffen in Brokkoli Darmträgheit, kräftigt den Zottenwuchs und kann dadurch Darmerkrankungen wie auch Krebs vorbeugen.

Die oben beschriebenen Wirkungsweisen sind wissenschaftlich nicht hinterlegt. Jedoch sind untenstehende Wirkungsweisen anhand von Studien ermittelt.

7.14.2.1. Asthma (54)

Brokkoli enthält große Mengen an Vitamin C. Dieses Vitamin verhindert die Ausschüttung von Histamin welches bei Asthmatikern der Grund für pfeifende Atemgeräusche, tränende Augen und laufende Nasen ist. Studien mit Kindern sowie Heranwachsenden haben belegt, dass die Einnahme von Vitamin C (sowie von Vitamin A und Carotinoiden) die Stärke der Asthmasymptome vermindern kann. Dies ist hauptsächlich auf die antioxidative Wirkung zurückzuführen.

7.14.2.2. PMS –Prämenstruales Syndrom (54) (55)

Studien haben bewiesen, dass die Einnahme von 1200 mg Calcium und 400 IE Vitamin D die Beschwerden des PMS linderten (Studie von Ernährungsgewohnheiten von Frauen über 10 Jahre in Massachusetts). Brokkoli enthält, unter anderem, eine nicht unwesentliche Menge dieses Minerals. Die Minderung der Regelschmerzen sind laut Dr. James G. Penland, Professor am Nutrition Research Center des US –Landwirtschaftsministeriums an der University of Dakota auf die Verhinderung der Muskelkontraktion durch Calcium zurückzuführen.

7.14.2.3. Prostatavergrößerung (54)

Eine Studie von 2008 am Institute of Food Research im britischen Norwich hat erstaunliche Resultate gebracht. Kreuzblütler wie Brokkoli enthalten zahlreiche Substanzen, die das Enzym (GSTM1) beeinflussen, welches mit dem Wachstum von Prostatakrebszellen und Prostataentzündungen in Verbindung gebracht wird. Männer die 3 oder mehr Portionen Gemüse pro Woche aus der Familie der Kreuzblütler (Kohl, Blumenkohl, Grünkohl, Brauner Senf, Speiserüben und Brunnenkresse) genießen haben ein um 41% verringertes Prostatakrebsrisiko.

7.14.2.4. Blaue Flecken (Hämatome) (54)

Aus nicht ganz geklärten Gründen neigen Menschen mit Vitamin K Mangel offensichtlich eher zu blauen Flecken. Dies dürfte ein Hinweis darauf sein, dass vermehrte Aufnahme von

Vitamin K durch z.B. Vitamin K reichen Brokkoli zur Vorbeugung von Blutergüssen dienen könnte.

7.14.2.5. Erkältungen und Grippeerkrankungen (54)

Vitamin C Präparate sind nicht im Geringsten wirkungsvoller als Vitamin C reiches Gemüse wie Brokkoli eines ist.

7.14.2.6. Erschöpfung (54)

Eine Mangelerscheinung an B-Vitaminen ist häufig der Grund für chronische Erschöpfung. Vitamin B6 dürfte hier den größten Einfluss ausüben. Brokkoli ist eines der Vitamin B6 häufigsten Gemüsesorten. Die empfohlene Tagesdosis an Vitamin B6 ist für Männer 1,7 mg und für Frauen 1,5 mg.

7.14.2.7. Gicht (54)

Vitamin C haltige Gemüsesorten, denen der Brokkoli angehört, sind besonders gut gegen Gicht Symptome anwendbar. Studien haben bewiesen, dass Personen die täglich 500 mg Vitamin C zu sich nahmen im Vergleich zu jenen die ein Placebo einnahmen einen geringeren Harnsäure Plasmaspiegel hatten. Daher kann Brokkoli bei ausreichendem Verzehr Gichtsymptome verhindern oder zumindest lindern.

7.14.2.8. Grauer Star (Katarakt) (54)

Katarakte sind meist altersbedingt und entstehen wenn das Eiweiß der Linse verklumpt und sich dadurch die Sicht trübt. Mit der Zeit wird die Verklumpung immer stärker und die Sicht trübt sich immer mehr. Mögliche Ursachen sind, unter anderen, freie Radikale.

Um die Entstehung eines Grauen Stars frühzeitig zu verhindern bzw. seine Fortbildung zu verlangsamen, hilft es, Brokkoli zu sich zu nehmen und zwar regelmäßig. Dies liegt daran, dass Wissenschaftler kürzlich festgestellt hatten, dass Brokkoli reich an Lutein und Zeaxanthin ist, 2 Carotinoiden, welche in der Netzhaut und anderen Geweben des Auges gespeichert werden. Carotinoide haben neben anderen Funktionen auch die eines Antioxidans, was bedeutet, dass sie freie Radikale binden.

7.14.2.9. Heuschnupfen (54)

Da Brokkoli reich an Vitamin C ist, welches wie ein Antihistaminikum wirkt, können Entzündungen die den Allergiesymptomen zugrunde liegen gelindert werden. Eine tägliche Zufuhr von 500 mg Vitamin C hat in Studien eine Linderung bei Allergien, Asthma, Atemwegsinfektionen, verstopfter Nase und tränenden Augen gebracht.

7.14.2.10. Netzhautdegeneration (Makuladegeneration) (54)

Zwei Carotinoide reichern sich besonders stark im Gewebe und der Netzhaut des Auges an, Zeaxanthin und Lutein. Carotinoide sind bekannt für ihre antioxidative Wirkung wodurch sie den oxidativen Stress des Auges reduzieren indem sie freie Radikale binden. Man vermutet, dass Carotinoide auch energiereiche Wellenlängen im blauen Spektralbereich, welche die

Hornhaut ungebremst passieren absorbieren und somit die Zerstörung der Netzhaut reduzieren. Es wird eine tägliche Dosis von 20 mg Lutein und 2-10 mg Zeaxanthin empfohlen. 1 Tasse Brokkoli enthält 1,3 mg Lutein + Zeaxanthin.

7.14.2.11. Osteoporose (54)

Neben anderen Mineralien ist auch Kupfer am Knochenaufbau beteiligt und sollte dem Körper in ausreichenden Mengen zugeführt werden. Die empfohlene Tagesdosis für Männer und Frauen über 40 ist 900 µg. Eine Menge über 10 000 µg ist nicht zu empfehlen. Brokkoli enthält rund 600 µg an Kupfer und ist daher eine ausgezeichnete Quelle.

7.14.2.12. Übergewicht (54)

Wenn jemand abnehmen will wird der Person oft die Substanz, Chrompicolinat empfohlen. Dies ist eine Verbindung aus Chrom und der Picolinsäure, welche beim Abbau von Tryptophan entsteht. Die Substanz soll den Appetit und das Hungergefühl unterdrücken. Es gibt keine Studien, die dies beweisen. Man vermutet jedoch, dass durch die Aufnahme chromhaltiger Nahrungsmittel, wie dem Brokkoli, dieselbe Wirkung erzielt werden könnte.

7.14.2.13. Zahnfleischentzündungen (54)

Vor allem Gemüsesorten die reich an Vitamin C sind, lindern die Beschwerden einer Zahnfleischentzündung. Brokkoli zählt zu den Vitamin C reichsten Gemüsesorten überhaupt.

7.15. Kohl (Wirsing) (54)

7.15.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

Kohl der Sorte Wirsing hat zahlreiche gesundheitsfördernde Wirkungen. Im Detail sind diese, sowie die dafür verantwortlichen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe in Tabelle 35 dargestellt.

Tabelle 35: Kohl und seine gesundheitsfördernde Wirkung, sowie die dafür verantwortlichen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|-----------------------------|--|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Carotinoide Phytohormone Polyphenole(Flavonoide) |
| Cholesterin senkend | Carotinoide |
| Gegen Arterienverkalkung | Carotinoide Phytohormone |
| Senkt Herzinfarkttrisiko | Polyphenole(Flavonoide) |

| | |
|----------------------------------|---|
| Blutdruck senkend | Polyphenole (Flavonoide) Phytohormone |
| Antithrombotische Wirkung | Polyphenole (Flavonoide) |
| Antikancerogene Wirkung | Carotinoide Glucosinolate Phenolsäuren(Polyphenole) Flavonoide (Polyphenole) Phytohormone |
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide Flavonoide (Polyphenole) |
| Entzündungshemmend | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) |
| Antimikrobiell | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) Phenolsäuren(Polyphenole) |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.15.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54)

7.15.2.1. Magengeschwüre (54)

Kohl gilt als eines der ältesten Volksheilmittel gegen Magengeschwüre. Er enthält die Aminosäure Glutamin, welche die Durchblutung des Magens fördert und so die schützende Schleimschicht stärkt. Die Heilung tritt, laut Michael T. Murray (Naturheilpraktiker, Autor des Buches: Natural Alternatives to Over-the-Counter and Prescription Drugs), bereits nach 1 Woche eintreten. Dies erfordere eine Tagesdosis von 1600 mg welche ebenso wirksam sei, wie herkömmliche Antazida.

Auch der hohe Gehalt an Ballaststoffen lindert Magengeschwüre und fördert deren Heilung. Faserstoffreiche Nahrungsmitteln bewirken eine Verdickung der Schleimschichten der Verdauungsorgane.

Es wird von der Volksmedizin empfohlen, 1 Liter rohen Kohlsaft pro Tag zur Behandlung von Magengeschwüren einzunehmen. Als Alternative dient Kohlsuppe oder andere Gerichte mit Kohl.

7.15.2.2. Osteoporose (54)

Durch den hohen Anteil an Vitamin K, 100 µg/100g frischer Kohl (siehe Tabelle 3), unterstützt Kohl den Knochenaufbau. Bevölkerungsstudien haben hervorgebracht, dass mit erhöhter Zufuhr von Vitamin K eine geringere Bruchhäufigkeit auftrat. Weitere Forschungsgruppen

haben herausgefunden, dass Vitamin K die Knochendichte erhöht. Die empfohlene Tagesdosis liegt bei 120 IE bei Männern und 90 IE bei Frauen über 30.

7.15.2.3. Blutgerinnung (54)

Vitamin K ist an der Bildung der Blutgerinnungsfaktoren beteiligt. Werden blutverdünnende Medikamente eingenommen, sollte man mit einem Arzt klären wieviel Vitamin K man zu sich nehmen darf. Vitamin K ist vor allem in den dunkler grünen Außenblättern von Kohl enthalten. Je weiter nach innen es geht, desto geringer wird der Gehalt.

7.15.2.4. PMS –Prämenstruales Syndrom (54)

Studien haben bewiesen, dass die Einnahme von 1200 mg Calcium und 400 IE Vitamin D die Beschwerden des PMS linderten (Studie von Ernährungsgewohnheiten von Frauen über 10 Jahre in Massachusetts). Kohl enthält, unter anderem, große Mengen dieses Minerals. Die Minderung der Regelschmerzen sind laut Dr. James G. Penland, Professor am Nutrition Research Center des US –Landwirtschaftsministeriums an der University of Dakota auf die Verhinderung der Muskelkontraktion durch Calcium zurückzuführen.

7.15.2.5. Prostatavergrößerung (54)

Eine Studie von 2008 am Institute of Food Research im britischen Norwich hat erstaunliche Resultate gebracht. Kreuzblütler wie Brokkoli enthalten zahlreiche Substanzen, die das [Enzym](#) (GSTM1) beeinflussen, welches mit dem Wachstum von Prostatakrebszellen und Prostataentzündungen in Verbindung gebracht wird. Männer die 3 oder mehr Portionen Gemüse pro Woche aus der Familie der Kreuzblütler genießen haben ein um 41% verringertes Prostatakrebsrisiko

7.16. Kohlrabi (55)

7.16.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

Die gesundheitsfördernden sekundären Pflanzeninhaltsstoffe von Kohlrabi und ihre Wirkungen zusammengefasst, siehe Tabelle 36.

Tabelle 36: Kohlrabe und seine sekundären Inhaltsstoffe sowie deren gesundheitsfördernde Bedeutung.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|-----------------------------|------------------------|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Phytohormone |
| Gegen Arterienverkalkung | Phytohormone |
| Blutdruck senkend | Phytohormone |

| | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Antikancerogene Wirkung | Glucosinolate Phytohormone |
| Antioxidative Wirkung | Polyphenole Phytohormone |
| Antimikrobiell | Glucosinolate |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.16.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54)

Folgende heilende Wirkungen werden für Kohlrabi von Dr.med. Lentz beschrieben:

- Kurbelt das Zellwachstum und die Blutbildung an
- Kräftigt Haut und Haare
- Sorgt für mehr Energie und Vitalität
- Kräftigt das Immunsystem beugt Infektionen vor
- Sorgt für mentale Frische und Konzentrationsfähigkeit
- Stimuliert Sauerstoffversorgung und Zellatmung
- Wirkt kräftigend auf das Herz
- Verbessert die Stimmungslage und hilft Stress besser zu bewältigen
- Wirkt entwässernd
- Unterstützt Maßnahmen zur Gewichtsreduktion

Diese Wirkungen sind folgenden Inhaltsstoffen zuzuschreiben:

- Vitamin B3: für den Energiestoffwechsel
- Vitamin B5: für Vitalität, Zellenergie sowie Farbbildung von Haut und Haaren
- Vitamin B6: wichtig für Synthese von Proteinen die wichtig für die biochemischen Prozesse des Körpers sind
- Vitamin B7: gut für Haut und Haare
- Vitamin C: 120 Gramm Kohlrabi können den Tagesbedarf an Vitamin C decken. Es sorgt für ein starkes Immunsystem und einen gesunden Hormonspiegel.

7.17. Kren (Meerrettich) (54)

7.17.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

Kren auch Meerrettich genannt und seine gesundheitsfördernden Wirkungen sowie die dafür verantwortlichen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe sind in Tabelle 37 erläutert.

Tabelle 37: Kren oder Meerrettich und seine gesundheitsfördernden Wirkungen, sowie die dafür verantwortlichen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|------------------------------------|---|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Flavonoide (Polyphenole) Phytohormone |
| Gegen Arterienverkalkung | Phytohormone |
| Senkt Herzinfarktrisiko | Flavonoide (Polyphenole) |
| Blutdruck senkend | Flavonoide (Polyphenole) Phytohormone |
| Antithrombotische Wirkung | Flavonoide (Polyphenole) |
| Antikancerogene Wirkung | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) Phytohormone |
| Antioxidative Wirkung | Polyphenole Phytohormone |
| Immunsystem stärkend | Flavonoide (Polyphenole) |
| Entzündungshemmend | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) |
| Antimikrobiell | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.17.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54)

7.17.2.1. Asthma (54)

Scharfes Essen erleichtert das Atmen, das ist eine bekannte Aussage und laut Dr. Richard N. Firshein, medizinischer Leiter des Firshein Center for Comprehensive Medicine in New York City sowie Autor des Buches „Reversing Asthma“, helfen scharfe Gerichte tatsächlich bei Asthma das Atmen zu erleichtern.

7.17.2.2. Bluthochdruck (54)

Aufgrund vermehrter NO (Stickstoffmonoxid) Produktion bei Verzehr von Kren, kommt es zu einer blutdrucksenkenden Wirkung, da NO relaxierend auf die Blutgefäße wirkt.

7.17.2.3. Bronchitis (54)

Bei Husten gilt, je schärfer desto besser, solange man es verträgt. Scharfe Verbindungen wirken antiseptisch. Sie reizen die Schleimhäute in Hals und Nase und veranlassen die Sekretion eines wässrigen Sekrets welches das Abhusten bzw. ausschnäuzen erleichtert.

7.17.2.4. Heuschnupfen (54)

Durch seine Schärfe produzierenden Inhaltsstoffe kommt es zur Reizung der Schleimhäute, welche daraufhin ein wässriges Sekret absondern, dass das Abschnäuzen erleichtert.

7.17.2.5. Husten, Schnupfen oder Nebenhöhlenentzündungen (54)

Kren hilft bei alledem. Seine scharfen Inhaltsstoffe wirken schleimlösend und befreien die Atemwege. Dieser Effekt kommt durch die Reizung der Schleimhäute durch die Schärfe des Krens zustande, wodurch diese ein wässriges Sekret absondern welches das Abhusten und Abschnäuzen erleichtert.

7.18. Kürbis (54) (55)

7.18.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

In Tabelle 38 sind die in Kürbis enthaltenen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe und ihre gesundheitsfördernde Wirkung dargestellt.

Tabelle 38: Kürbis und die gesundheitsfördernden Wirkungen der enthaltenen sekundären Inhaltsstoffe.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|-----------------------------|---|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Carotinoide Phytosterine Phytohormone |
| Cholesterin senkend | Carotinoide Phytosterine |
| Gegen Arterienverkalkung | Phytohormone |
| Blutdruck senkend | Phytohormone |
| Antikarzerogene Wirkung | Carotinoide Phytosterine Phytohormone |
| Antioxidative Wirkung | Carotinoide Phytohormone |
| Immunsystem stärkend | Carotinoide |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.18.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54)

Das Fruchtfleisch von Kürbis ist außerordentlich reich an Wasser und Ballaststoffen und wirkt daher verdauungsfördernd. Dadurch werden Giftstoffe, Gallenstoffe und Fettsubstanzen gebunden und ausgeschieden. Kürbissaft enthält die Mineralstoffe Eisen, Kupfer, Magnesium und Kalium sowie Vitamine in einem perfekt abgestimmten physiologischen Verhältnis, wodurch sie folgende Wirkungen haben:

- Ausschwemmend
- Wasserregulierend
- Abspeckend

Die gelbe Farbe stammt von den [Carotinoiden](#). Deren Wirkungen sind detailliert in Kapitel 6.2 auf Seite 28 aufgeführt.

Die Kürbiskerne bestehen bis zu 45 % aus ungesättigten [Fettsäuren](#), welche der Stoffwechsel für die Zellatmung, Zellwandaufbau, Cholesterintransport, Drüsentätigkeit und für die Gesundheit von Haut und Schleimhäuten benötigt. Zusätzlich sind Kürbiskerne reich an [Nukleinsäure](#), die [DNS](#) Bausteine und daher wichtig für die Zellgesundheit sind.

Die laut Dr. med. Lentz heilenden Kräfte des Kürbis zusammengefasst:

- Fördert die Verdauung und entgiftet den Darm
- Senkt den Blutfettspiegel
- Entlastet die Bauchspeicheldrüse
- Hilft beim Abbauen von Speckpolstern
- Wirkt harntreibend, hilft bei Nieren-, und Prostataleiden
- Kräftigt das Immunsystem
- Stärkt die Schutzhülle der Nerven und wirkt so beruhigend
- Versorgt den Körper mit Vitamin A

7.18.2.1. Erektionsstörungen (54)

Kürbis enthält offenbar erregende Aromen, deren Geruch alleine den Blutfluss in den Penis um bis zu 40% erhöhen soll. Eine Studie mit Männern in der „Smell and Taste Treatment and Research Foundation“ Chicago durchgeführt von Dr. Alan Hirsch ergab, dass der Geruch von Kürbiskuchen in Kombination mit Lavendel (Anstieg +40%) und Kürbiskuchen in Kombination mit Donuts (Anstieg + 20%) den Blutfluss in den Penis steigerte.

7.18.2.2. Prostatavergrößerung (54)

1 Handvoll Kürbiskerne gilt in Bulgarien, der Türkei und der Ukraine als bewährtes Hausmittel gegen Prostatavergrößerungen. Versuche mit Ratten haben gezeigt, dass Kürbiskernöl

tatsächlich das Wachstum der Prostata hemmt. Eine halbe Tasse Kürbiskerne enthält 8 mg Zink und in Studien wurde nachgewiesen, dass dieses Spurenelement manchmal die Prostata sogar verkleinerte. Weiters enthalten Kürbiskerne die Aminosäuren Alanin, Glycin und Glutaminsäure. Diese prostatafreundlichen Aminosäuren führten in einer Studie zur deutlichen Linderung des benignen Prostatasyndroms bei einer Gabe von 200 mg täglich. In unserer halben Tasse ist das 5 -20-Fache der empfohlenen Tagesdosis enthalten.

7.18.2.3. Heuschnupfen (54)

In Kürbis enthaltene Carotinoide, im speziellen Vitamin-A-Varianten, wurden als Allergiesymptome lindernde Substanzen in einer Studie mit Erwachsenen ermittelt. Ein hoher Carotinoidgehalt im Blut konnte mit schwächeren Allergiesymptomen in Zusammenhang gebracht werden.

7.18.2.4. Osteoporose (54)

Ein Großteil der Osteoporose Patienten hat einen Magnesiummangel. Magnesium hilft bei der korrekten Verarbeitung von Mineralien im Körper und unterstützt den Aufbau guter, starker Knochen. Ab dem 30. Lebensjahr ist die empfohlene Tagesdosis für Männer 420 mg und Frauen 320 mg. Kürbiskerne enthalten sehr viel Magnesium, in 30 g sind 151 mg Magnesium.

7.18.2.5. Verstopfung (54)

Die ballaststoffreichen Winterkürbisse sind hier von großem Nutzen.

7.18.2.6. Schlaflosigkeit (54)

Die Aminosäure Tryptophan ist sehr selten aber in Kürbiskernen ist es enthalten. Besonders reich an dieser Substanz sind die Kerne des Butternut Kürbis. In einer Studie wurden Testpersonen Kürbiskerne + Kohlehydrate, pharmazeutisches Tryptophan + Kohlehydrate und nur Kohlehydrate verabreicht. Es stellte sich heraus, dass die Kürbiskerne eine ähnliche Wirkung erzielte wie das pharmazeutische Präparat. Des Weiteren ist der Verzehr von Kohlehydraten in Kombination mit tryptophanhaltigen Lebensmitteln zu empfehlen. Tryptophan kämpft mit häufiger vorkommenden Aminosäuren um Zugang zum Gehirn wobei es sehr oft verdrängt wird. Durch den gleichzeitigen Verzehr Kohlehydratreicher Lebensmittel kommt es zu einer Insulinausschüttung ins Blut wodurch die Konzentration an anderen Aminosäuren abnimmt, was Tryptophan einen Vorteil verschafft.

7.19. Rotkraut (55)

7.19.1. Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkungen

Die gesundheitsfördernden Wirkungen und die dafür verantwortlichen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe sind in Tabelle 39 enthalten.

Tabelle 39: Rotkraut und seine gesundheitsfördernden Wirkungen sowie die dafür verantwortlichen sekundären Pflanzeninhaltsstoffe.

| Wirkung | Wirkender Inhaltsstoff |
|------------------------------------|--|
| Hilft Übergewicht abzubauen | Phytohormone |
| Herz-Kreislaferkrankungen | Polyphenole (Flavonoide) Phytohormone |
| Gegen Arterienverkalkung | Phytohormone |
| Senkt Herzinfarkttrisiko | Polyphenole(Flavonoide) |
| Blutdruck senkend | Polyphenole (Flavonoide) Phytohormone |
| Antithrombotische Wirkung | Polyphenole (Flavonoide) |
| Antikancerogene Wirkung | Glucosinolate Phenolsäuren(Polyphenole) Flavonoide (Polyphenole) Phytohormone |
| Antioxidative Wirkung | Phytohormone Polyphenole |
| Immunsystem stärkend | Flavonoide (Polyphenole) |
| Entzündungshemmend | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) |
| Antimikrobiell | Glucosinolate Flavonoide (Polyphenole) |
| Knochenstärkend | Phytohormone |

7.19.2. Potentielle gesundheitsfördernde Wirkungen (55) (54)

Dieses Gemüse enthält folgende Vitamine und Mineralstoffe:

- Vitamin B3: für Zellenergie, Stimmungslage und Gesamtstoffwechsel
- Vitamin B9 oder Folsäure: für Blutbildung, Hormonproduktion und Zellwachstum
- Vitamin C: für das Immunsystem und mentale Gesundheit
- Zink: gut für das Bindegewebe, Gehirnleistung und Libido
- Selen:
 - Blutdrucksenkend
 - Erhöht die Produktion von Antikörpern gegen Krankheitserreger
 - Entgiftet Schwermetalle
 - Beugt Unfruchtbarkeit vor
 - Hilft Muskeln mit Sauerstoff zu versorgen

- Aktiviert das Enzym Deiodinase der Schilddrüse welches wichtig für die Produktion des Schilddrüsenhormons ist
- Schützt die Thymusdrüse, welche das Hauptquartier des Immunsystems ist

Die Fülle an Ballaststoffen sorgt für eine einwandfreie Verdauung indem es Darmträgheit vorbeugt, entgiftend und entfettend wirkt.

Die dem Rotkohl nachgesagten heilenden Wirkung, beschrieben von Fr. Dr. med. Lenz, zusammengefasst:

- Kräftigt das Immunsystem
- Blutdrucksenkend
- Beseitigt Darmträgheit und Verstopfung
- Entgiftet den Darminhalt
- Wirkt entwässernd und unterstützt Gewichtsabnahmen
- Baut Schleimhäute und die Darmflora auf
- Fördert die Spermienbildung
- Liefert Nährstoffe für Libido und Potenz
- Aktiviert die Schilddrüse und schätzt die Thymusdrüse
- Kurbelt die Zellenergie an
- Aktiviert das Zellwachstum und wirkt dadurch verjüngend
- Steuert Nährstoffe für eine bessere Stimmungslage bei
- Hilft beim Bau neuen Bindegewebes
- Wirkt belebend aufs Gehirn

8. Beeinflussung des Gehaltes an Sekundären Pflanzenstoffen in Gemüse

8.1. Einleitung (9) (20) (28)

Die Gehalte an bioaktiven Substanzen in Gemüsearten variiert abhängig von der Sortenwahl, Klima, Pflege, Düngung, Erntezeitpunkt, Reifegrad bei der Ernte und Lagerung des Gemüses. Auch die Verarbeitung nach der Ernte hat einen wesentlichen Einfluss auf die mehr oder weniger stabilen bioaktiven Inhaltsstoffe. Siehe Abbildung 31 für die möglichen Beeinflussungen des Gehalts an sekundären Pflanzenstoffen in Gemüse.

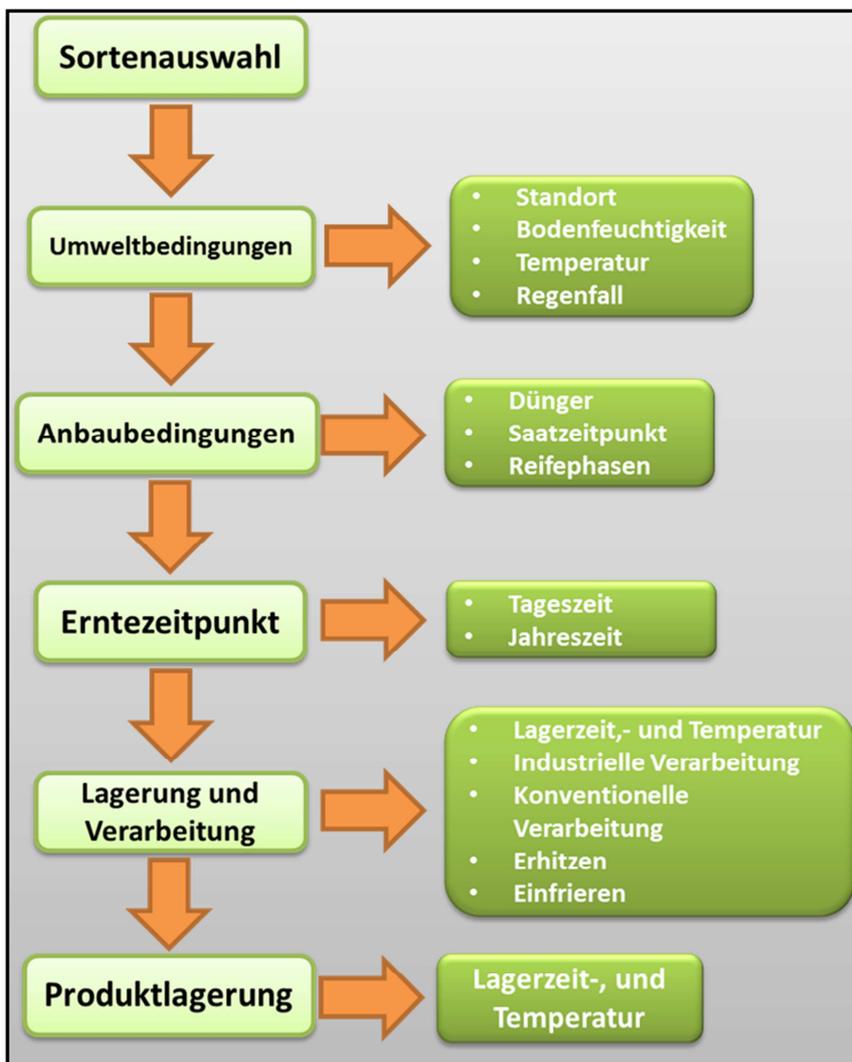


Abbildung 31: Faktoren, welche den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen in Gemüse beeinflussen (20).

Zum Beispiel sieht man beim Vergleich von Brokkoli, Blumenkohl und Rettich Glucosinolat-Profilen, wie sich diese über die Änderung pflanzenbauerischer Maßnahmen abhängig von der Gemüseart ändern können, siehe Abbildung 32.

| Pflanzenbauerische Maßnahme | Modellpflanze | | |
|--|--|--|--|
| | Brokkoli | Blumenkohl | Rettich |
| Genotypische Effekte | Indolische GSL; violetter Brokkoli ↑ Alkyliche GSL; grüner Brokkoli ↑ | Indolische GSL; Violetter und grüner Blumenkohl ↑ | ↔ |
| Tägl. mittlere Temperatur | Gesamt-GSL; geringe Temperatur (14°C) ↑ | Gesamt-GSL; geringe Temperatur (14°C) ↑ | ↔ |
| Tägl. mittlere Bestrahlungsdauer | Gesamt-GSL; Hohe Bestrahlung (450 µmol/m ² s) ↑ | Gesamt-GSL; Hohe Bestrahlung (450 µmol/m ² s) ↑ | ↔ |
| S-Zufuhr | Indolische und Alkyl- GSL (600 mg S/Pflanze) ↑ | / | Alkenyl -GSL (30 mg S/Pflanze) ↑ |
| N-Zufuhr | Gesamt-GSL; reduzierte N-Zufuhr ↑ | Gesamt-GSL; reduzierte N-Zufuhr ↑ | Gesamt-GSL; reduzierte N-Zufuhr ↑ |
| Wasser Zufuhr | Gesamt-GSL; reduzierte Wasser-Zufuhr ↑ | Gesamt-GSL; reduzierte Wasser-Zufuhr ↑ | Gesamt-GSL; reduzierte Wasser-Zufuhr ↑ |
| Produktionszeitraum | Gesamt-GSL; Frühling und Herbst | Gesamt-GSL; Frühling und Herbst | ↔ |
| AS-Supplementierung | Alkyliche GSL; Methionin ↑ | / | Alkyenyl - GSL; Methionin ↑ |
| Entwicklungsstadium | Indolische GSL; nicht voll entwickelte Blütenköpfe ↑ | / | ↔ |
| ↑ erhöhte Gehalte; ↔ kein Effekt; / nicht untersucht | | | |

Abbildung 32: Änderung der Glucosinolatgehalte von Brokkoli, Blumenkohl und Rettich abhängig von verschiedenen pflanzenbauerischen Maßnahmen. Genotypische Effekte= Unterschiede im Erbgut verschiedener Sorten, Tägliche mittlere Temperatur= Durchschnittstemperatur bei welcher die Pflanzen wachsen, Tägliche mittlere Bestrahlung= die durchschnittliche Bestrahlung, der diese Gemüsearten ausgesetzt sind, S-Zufuhr= Schwefelzufuhr, N-Zufuhr= Stickstoffzufuhr, Wasser -Zufuhr= die tägliche Menge an Wasser, AS-Supplementierung= Aminosäuresupplementierung und Entwicklungsstadium beschreibt den Entwicklungsstand zum Erntezeitpunkt mit anschließender Analyse.

Da es noch sehr wenig fundierte Studien über die Beeinflussung der Gehalte an sekundären Pflanzenstoffen in Gemüse gibt, sind in diesem Kapitel nur einzelne Gemüsearten bzw. Änderungen an sekundären Pflanzenstoffen aufgeführt. Dies liegt daran, dass die gefundenen Studien sich entweder mit nur einer Gemüseart beschäftigt haben oder aber sich z.B. die Änderung des Glucosinolatgehalts von Kreuzblütlern bei verschiedenen Umwelteinflüssen eruiert haben.

8.2. Artenunterschied

8.2.1. Carotin-, und Polyphenolgehalt (27) (18) (11)

8.2.1.1. Kraut, Blumenkohl und Brokkoli (11)

Vergleicht man die Gehalte an Vitaminen, Carotinoiden und Gesamtphenolen in verschiedenen Sorten von Kraut, Blumenkohl und Brokkoli erkennt man, dass die Unterarten einer Gemüsesorte einen wesentlichen Einfluss auf den Inhaltsstoffgehalt haben, siehe Tabelle 40 und Tabelle 41. Die höchsten Werte der jeweiligen Pflanzeninhaltsstoffe sind farblich hinterlegt.

Tabelle 40: Vergleich unterschiedlicher Kraut-, und Blumenkohlsorten hinsichtlich ihres Vitamin C & E-, Carotinoid-, und Polyphenolprofils (11).

| Krautsorten | Gesamtphenole [mg/100g FW] | Carotinoide [mg/100g FW] | | Vitamin C [mg/100g FW] | Vitamin E [mg/100g FW] |
|------------------|-------------------------------|--------------------------|--------|---------------------------|---------------------------|
| | | β-Carotin | Lutein | | |
| Green Cornell | 34,4 | 0,04 | 0,11 | 5,96 | 0,03 |
| Quisto | 31 | 0,12 | 0,26 | 10,7 | 0,05 |
| Resist Crown | 27,1 | 0,02 | 0,03 | 9,9 | 0,17 |
| Fieldman | 18,7 | 0,05 | 0,12 | 7,37 | 0,03 |
| Rare Ball | 18,2 | 0,11 | 0,13 | 8,48 | 0,2 |
| Kirch-10 | 18,1 | 0,06 | 0,15 | 6,86 | 0,03 |
| Mini Ball | 16,4 | 0,03 | 0,22 | 10,8 | 0 |
| Green Yogendra | 15,7 | 0,03 | 0,19 | 9,97 | 0 |
| Gungaless | 15,4 | 0,02 | 0,03 | 12,9 | 0,16 |
| Hari Rani Gol | 15,1 | 0,04 | 0,21 | 8,6 | 0,04 |
| Green Challenger | 13,7 | 0,12 | 0,23 | 8,96 | 0 |
| Golden Acre | 13,1 | 0,06 | 0,22 | 5,85 | 0,14 |
| BC-76 | 12,9 | 0,04 | 0,22 | 8,86 | — |
| Pusa Mukta | 12,6 | 0,01 | 0,02 | 10,8 | 0,06 |
| Kirch-11 | 0 | 0,08 | 0,12 | 5,66 | 0,04 |
| Sprint Ball | 0 | 0,03 | 0,11 | 23,5 | 0,05 |
| Golden Cross | 0 | 0,03 | 0,07 | 10,3 | 0,12 |
| T-676 | 0 | 0,02 | 0,03 | 8,19 | 0,06 |

Tabelle 41: Blumenkohl-, und Brokkolisorten im Vergleich hinsichtlich ihres Inhaltsstoffprofils an Polyphenolen, Carotinoiden und Vitaminen (11).

| Blumenkohlsorten | Gesamtphenole [mg/100g FW] | β -Carotin [mg/100g FW] | Lutein [mg/100g FW] | Vitamin C [mg/100g FW] | Vitamin E [mg/100g FW] |
|------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Snow Ball-16 | 21,8 | 0,1 | 0,15 | 13,8 | 0,22 |
| Kanchan | 16,3 | 0,05 | 0,11 | 24,8 | 0,08 |
| Brokkolisorten | Gesamtphenole [mg/100g FW] | β -Carotin [mg/100g FW] | Lutein [mg/100g FW] | Vitamin C [mg/100g FW] | Vitamin E [mg/100g FW] |
| Sultan | 82,9 | 0,85 | 0,77 | 53,6 | 0,68 |
| Lucky | 71,2 | 0,7 | 0,43 | 25,5 | 0,55 |
| NS-50 | 66,4 | 0,9 | 0,77 | 82,3 | 0,45 |
| Solan green | 62,9 | 1,13 | 1,02 | 58,7 | 0,22 |
| Fiesta | 52,2 | 0,48 | 0,41 | 43,4 | 0,48 |
| Hyb. No.-2 | 44,5 | 0,8 | 0,71 | 53,6 | 0,44 |

8.2.2. Glucosinolatgehalt (27) (18)

8.2.2.1. Allgemein (18)

Die Glucosinolatgehalt Unterschiede verschiedener Kreuzblütler wurde in zahlreichen Studien nachgewiesen. Es gibt Sorten die Glucosinolate in sehr hohen Konzentrationen akkumulieren während andere Sorten nur einen moderaten Glucosinolatgehalt aufweisen.

8.2.2.2. Brokkoli (27)

Der Gehalt an Glucosinolaten in Wildformen im Vergleich zu Züchtungen kann um bis zu das 1000fache höher sein. Daher können Wildformen zur Züchtung von Sorten mit hohem Gehalt an antikanzerogen wirksamen Glucosinolaten herangezogen werden.

8.3. Anbauweise Konventionell vs. Biologisch (5) (56)

Im Allgemeinen wird gesagt, dass die biologische Anbauweise einen positiven Effekt auf das Gemüse hat. Durch biologisch-organischen Anbau kommt es zwar im Vergleich zur konventionellen Anbauweise zu einer Verringerung des Ertrags/ha, jedoch erhält man eine gesunde Pflanze, welche frei von chemischen Rückständen von Pflanzenschutzmitteln ist und grundsätzlich einen höheren Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen aufweist. Leider haben sich nur sehr wenige Studien bisher mit diesem Thema auseinandergesetzt und so kann noch keine eindeutige, wissenschaftlich hinterlegte Aussage getroffen werden. Die gefundenen Studien werden untenstehend kurz beschrieben.

8.3.1. Blumenkohl (5)

In einem Versuch mit italienischem Blumenkohl wurde untersucht, welchen Einfluss eine biologische im Vergleich zu einer konventionellen Anbaumethode auf den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen hat. Das Experiment wurde mit den beiden Hybriden HF1 Magnifico und Emeraude durchgeführt. Der Boden war lehmig mit 1,2 % organischem Material und einem pH von 7,8. Die Felder wurden jährlich wechselnd mit Tomaten, Melonen, Fenchel und Salat und Erbsen und Blumenkohl bepflanzt. Dieser 4 –Jahresrhythmus wurde aufrechterhalten. Die Blumenkohl Pflanzen wurden im September gesetzt und die Sorte Emeraude im Dezember und Magnifico im Februar geerntet. In Tabelle 42 sind die Gehalte im Vergleich aufgelistet. Für detailliertere Gegenüberstellungen siehe Abbildung 34, Abbildung 35, Abbildung 36, Abbildung 37, Abbildung 38 und Abbildung 39.

Tabelle 42: Vergleich der Gehalte an sekundären Pflanzenstoffen abhängig von der Sorte und Anbauart (5).

| Italienischer Blumenkohl | | | | |
|----------------------------------|---------------|----------|------------|----------|
| Vergleichsparameter | Konventionell | | Biologisch | |
| | Magnifico | Emeraude | Magnifico | Emeraude |
| Ertrag (kg) | 0,85 | 0,87 | 0,72 | 0,68 |
| Glucosinolatgehalt (µg/g TS) | 1,3 | 1,49 | 1,35 | 1,1 |
| Isothiocyanatgehalt (µmol/ g TS) | 0,023 | 0,093 | 0,074 | 0,043 |
| Sulfidgehalt (µmol/ g TS) | 1,021 | 0,994 | 2,513 | 0,596 |
| Polyphenole (mg/100 g TS) | 254,5 | 212,2 | 283 | 182,2 |
| Carotenoide (mg/100 g TS) | 6,6 | 7 | 6,9 | 6,3 |

8.3.2. Karotte, Brokkoli, Weißkraut und Zwiebel (56)

Die genannten Gemüsearten wurden auf ihren Gehalt an Polyphenolen untersucht. Man stellte dabei die biologische der konventionellen Anbauweise gegenüber, um festzustellen ob dies einen Einfluss auf den Gehalt an Polyphenolen hat. In Abbildung 33 ist das Ergebnis

dargestellt und man kann erkennen, dass der Gehalt bei der biologischen Anbauweise bei allen Gemüsesorten höher ist als bei der konventionellen Methode.

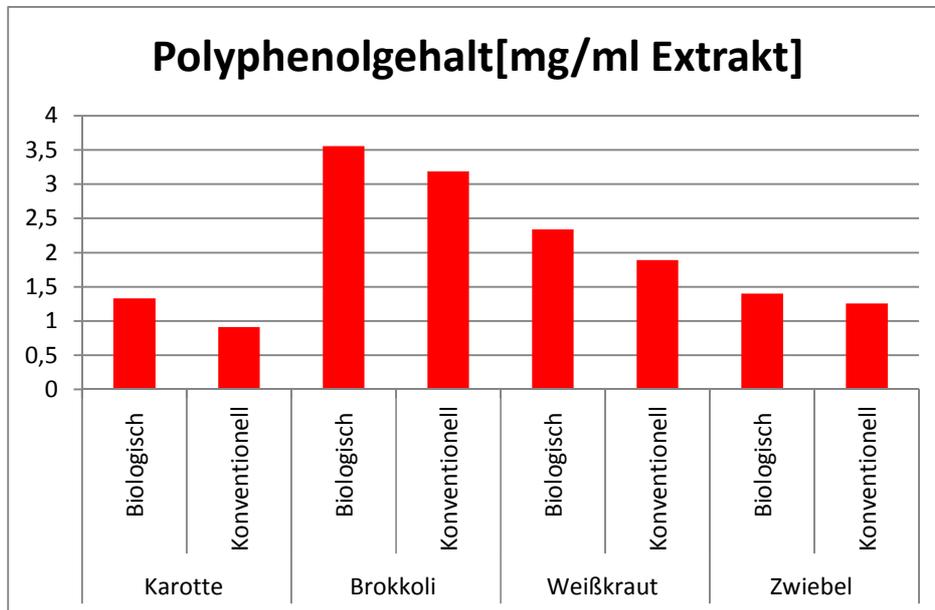


Abbildung 33: Verschiedene Gemüsearten im Vergleich hinsichtlich der Auswirkung der Anbauweise (biologisch oder konventionell) auf den Polyphenolgehalt (56).

8.4. Bodenart

Es konnten keine Studien gefunden werden, die sich mit dem Einfluss verschiedener Bodenarten auf den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen in Gemüse beschäftigen.

8.5. Düngemittel (28) (20) (5)

Die Düngung soll offensichtlich einen großen Einfluss auf den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen in Gemüse haben. Wird eine großzügige Düngung an N, K, P –Dünger aufgebracht, kommt es laut Forschern zwar zu gesteigerten Erträgen, jedoch sinken die Gehalte an sekundären Pflanzenstoffen rapide.

8.5.1. Blumenkohl (5)

Eine Studie mit italienischem Blumenkohl hat einen Vergleich der Auswirkungen von unterschiedlichen biologischen Düngemethoden auf den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen untersucht. Es wurden 3 biologische und eine konventionelle Düngemittelzusammensetzungen als Kontrolle verwendet:

- Or= Organischer Dünger = 152 Einheiten/ha Stickstoff aus organischen Pellets

- Or + F1(Düngerzusatz 1)= 152 Einheiten/ha Stickstoff aus organischen Pellets + 7 Einheiten/ha Stickstoff aus Kohlgemüsemehl
- Or +F2(Düngerzusatz 2)= 152 Einheiten/ha Stickstoff aus organischen Pellets + 7 Einheiten/ha Stickstoff aus Kohlgemüsemehl + 4 Einheiten/ha Stickstoff aus wasserlöslichen, hydrolysierten Tierresten und Ammonium Komplexen.
- Conv= Konventionell = 189 Einheiten/ha Stickstoff + 45 Einheiten/ha P₂O₅ + 171 Einheiten/ha K₂O

Die Ergebnisse bekräftigen die seit langem von Forschern angestellten Mutmaßungen, dass der Gehalt an sekundären Inhaltsstoffen je nach Art der Düngung und sortenabhängig variiert. Siehe Tabelle 43 für die Unterschiede der Gehalte an sekundären Pflanzenstoffen in 2 Blumenkohlsorten bei 4 Methoden der Düngung.

Tabelle 43: Einfluss von verschiedenen Düngemethoden auf den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen in Blumenkohlsorten (5)

| Italienischer Blumenkohl | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|----------|------------|----------|------------------------|----------|------------------------|----------|
| Vergleichs Parameter | Konventionell | | Biologisch | | Biologisch + Düngung 1 | | Biologisch + Düngung 2 | |
| | Magnifico | Emeraude | Magnifico | Emeraude | Magnifico | Emeraude | Magnifico | Emeraude |
| Ertrag (kg) | 0,85 | 0,87 | 0,72 | 0,68 | 0,61 | 0,68 | 0,68 | 0,81 |
| Glucosinolat (µg/g TS) | 1,3 | 1,49 | 1,35 | 1,1 | 1,45 | 1,29 | 1,18 | 0,84 |
| Isothiocyanat (µmol/ g TS) | 0,023 | 0,093 | 0,074 | 0,043 | 0,014 | 0,048 | 0,018 | 0,039 |
| Sulfid (µmol/ g TS) | 1,021 | 0,994 | 2,513 | 0,596 | 2,542 | 1,017 | 2,214 | 0,658 |
| Polyphenole (mg/100 g TS) | 254,5 | 212,2 | 283 | 182,2 | 275,7 | 238,8 | 300,8 | 205 |
| Carotinoide (mg/100 g TS) | 6,6 | 7 | 6,9 | 6,3 | 7,8 | 8 | 7,5 | 7 |

In Abbildung 34 ist ersichtlich, dass es je nach Art der Düngung Unterschiede im Ertrag gibt. Die biologische Düngung bringt hier eindeutig einen geringeren Ertrag ein als die konventionelle Methode. Die Sorte Emeraude weißt bei allen Düngungen, bis auf bei der rein biologischen Anbauweise, einen etwas höheren Ertrag auf als Magnifico.

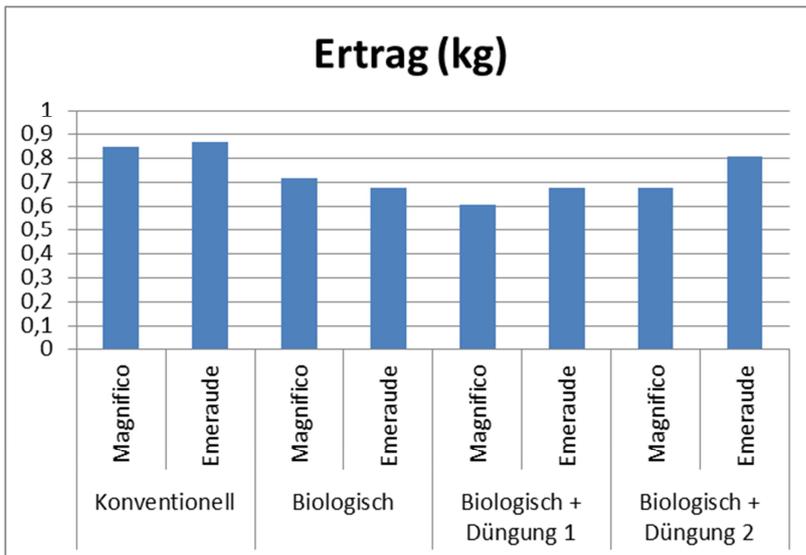


Abbildung 34: Sortenvergleich italienischer Blumenkohl bei biologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich Ertrag (5).

Aus Abbildung 35 geht hervor, dass die Sorte Magnifico im Vergleich zu Emeraude bei allen 4 Düngungen einen geringeren Gehalt an Polyphenolen aufweist. Außerdem kann man erkennen, dass Magnifico einen gesteigerten Polyphenolgehalt durch die biologischen Düngungen hat. Bei Emeraude steigt der Polyphenolgehalt, im Vergleich zur konventionellen Düngung, nur bei der biologischen Anbauart + Düngung 1.

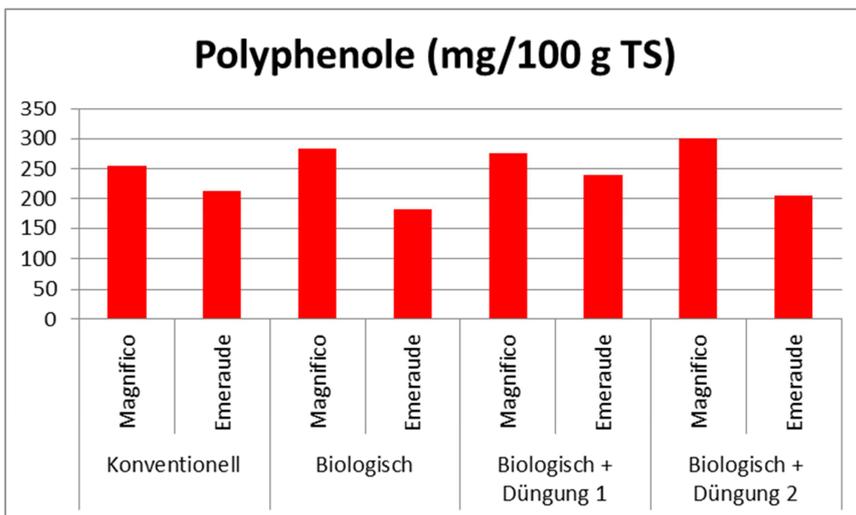


Abbildung 35: Sortenvergleich italienischer Blumenkohl bei biologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich Polyphenolgehalt (5).

In Abbildung 36 kann man sehen, dass der Gehalt an Carotinoiden bei beiden Sorten bei Düngungsmethode 3 am höchsten ist. Die anderen Düngungsmethoden werden von den beiden Sorten unterschiedlich, ohne erkennbares Muster aufgenommen.

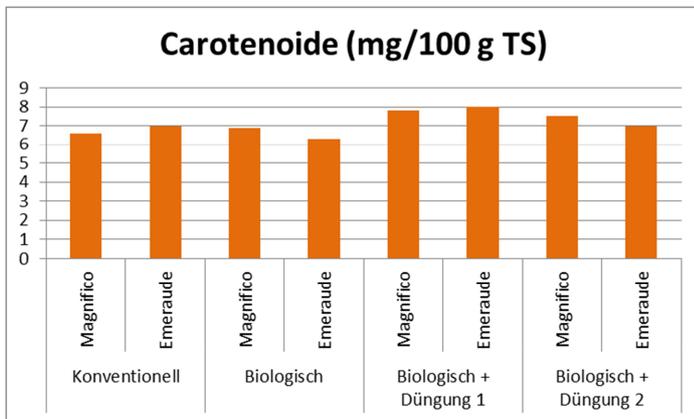


Abbildung 36: Sortenvergleich italienischer Blumenkohl bei biologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich Carotinoidgehalt (5).

Der Glucosinolatgehalt von Blumenkohl der Sorten Emerald und Magnifico variiert sehr stark. Der Gehalt ist bei Magnifico bei den beiden ersten biologischen Düngungsmethoden höher als bei der konventionellen NPK Düngung und bei der biologisch + Düngung 2 ist er geringfügig niedriger. Bei Emerald ist der Gehalt bei der konventionellen Methode am höchsten, siehe Abbildung 37. Dies weist darauf hin, dass bei dieser Sorte die biologische Anbauweise bei dem Ziel, einen höheren Glucosinolatgehalt zu erhalten, nicht ideal ist.

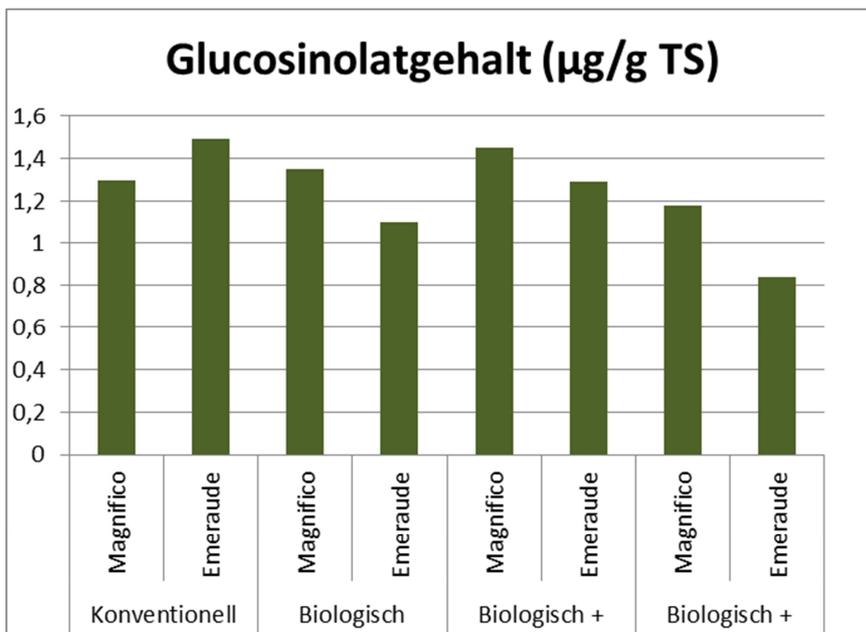


Abbildung 37: Sortenvergleich italienischer Blumenkohl bei biologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich Glucosinolatgehalt (5).

Der Gehalt an Isothiocyanaten, den biologisch wirksamen Abbauprodukten der Glucosinolate, ist um ein vielfaches kleiner verglichen mit den Glucosinolatgehalten. In Abbildung 38 ist ersichtlich, dass die Sorte Emeraude bei den beiden biologischen Düngungen + Zusatzdüngung einen wesentlich höheren Gehalt aufweist als Magnifico, wobei Magnifico wiederum bei der rein biologischen Düngung dominiert. Bei der konventionellen Düngung übertrifft Emeraude die Sorte Magnifico wieder bei weitem und weist auch den höchsten Gehalt an Isothiocyanaten auf.

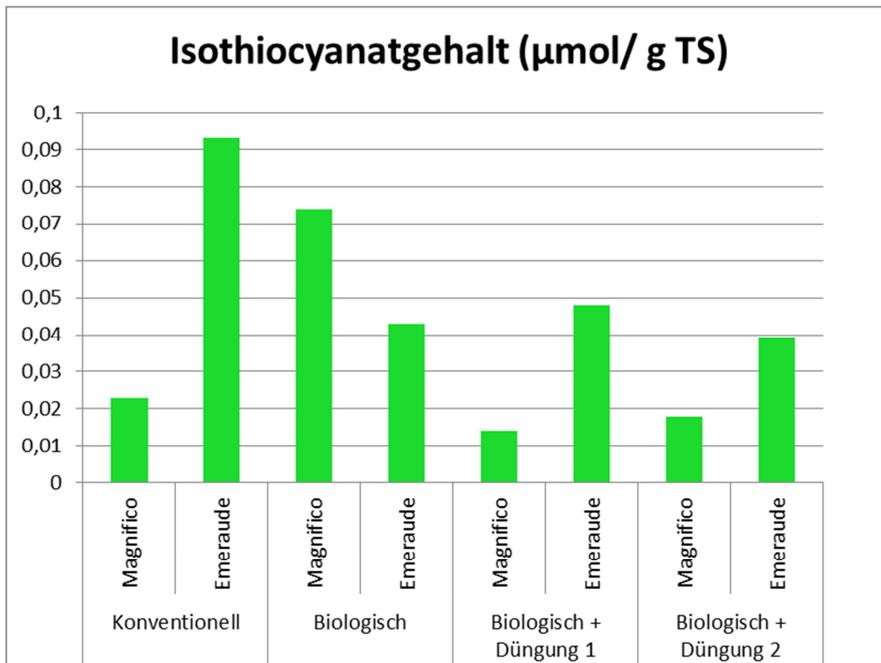


Abbildung 38: Sortenvergleich italienischer Blumenkohl bei biologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich Isothiocyanatgehalt (5).

Bezüglich des Sulfidgehaltes gibt es ein sehr eindeutiges, schönes Ergebnis welches besagt, dass die Sorte Magnifico hinsichtlich des Sulfidgehaltes, positiv auf die biologische Düngung anspricht. In Abbildung 39 ist zu erkennen, dass die rein biologische und die biologische mit Zusatzdüngung 1 die höchsten Gehalte an Sulfiden bei der Sorte Magnifico bewirken. Bei der konventionellen Düngung gibt es keinen Unterschied zwischen den beiden Sorten. Emeraude spricht jedoch in Bezug auf den Sulfidgehalt nicht auf die biologische Anbauweise an, das sich der Gehalt verringert oder gleich bleibt.

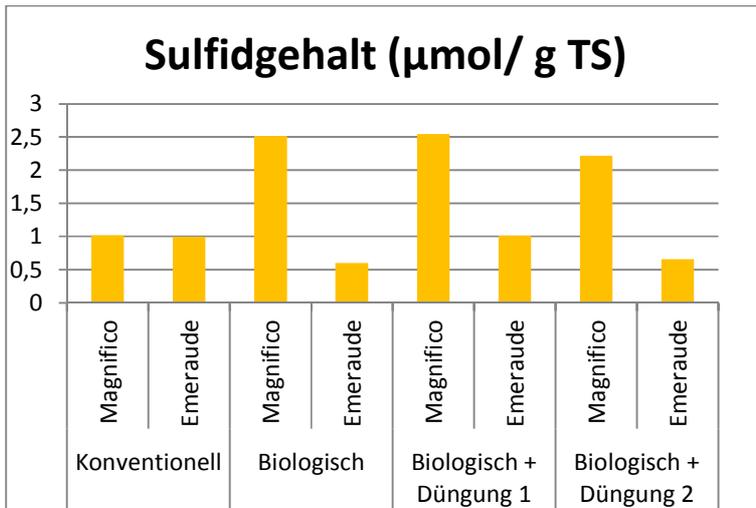


Abbildung 39: Sortenvergleich italienischer Blumenkohl bei biologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich des Sulfidgehaltes (5).

8.5.2. Brokkoli (28)

8.5.2.1. Glucosinolatgehalt (28)

Einige Arbeiten zum S (Schwefel) - bzw. N (Stickstoff)-Haushalt der Pflanze in Zusammenhang mit deren Glucosinolat-Synthese zeigen, dass der Gehalt an aliphatischen und aromatischen [Glucosinolaten](#) bei moderater N-Ernährung und gesteigerter S-Gabe maximiert werden kann.

Das beruht vermutlich darauf, dass einige Glucosinolate aus der [Aminosäure](#) Methionin hergestellt werden und Methionin ist eine von zwei schwefelhaltigen, proteinbildenden Aminosäuren.

Bei gesteigerter N-Düngung kommt es zu einer erhöhten Bildung der indolischen [Glucosinolaten](#). Indolische Glucosinolate werden aus Tryptophan, einer weiteren Aminosäure synthetisiert.

8.5.2.2. Polyphenol-, Glucosinolat-, und Flavonoidgehalt (57)

In einer Studie in Kairo wurden 2 Brokkolisorten hinsichtlich des Effekts von konventioneller NPK zu NPK-organischer und NPK-organisch-biologischer Düngung auf den Gehalt an ausgewählten sekundären Pflanzenstoffen untersucht. Es hat sich herausgestellt, dass beide Sorten positiv auf die Beimengung von organisch-biologischem Dünger reagieren. In Tabelle 44 sind die Ergebnisse dieses Versuchs dargestellt. Man kann erkennen, dass eine NPK in Kombination mit organischer Düngung den höchsten Anstieg an Polyphenolen, Glucosinolaten und Flavonoiden bewirkt hat. Außerdem sieht man auch, dass die Düngung

mit NPK + organisch-biologischem Dünger einen höheren Gehalt an den oben genannten Inhaltsstoffen erzielt, verglichen mit der konventionellen, reinen NPK Düngung.

Tabelle 44: Vergleich von 2 Brokkolisorten bezüglich ihres Polyphenol-, Glucosinolat-, und Flavonidgehalts abhängig von verschiedenen Düngungsmethoden (57).

| Brokkolisorten | Dünger | Polyphenole [mg/g TS] | Polyphenole Anstieg % |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Calabrese | 100 % NPK | 9.15c ±0.35 | 100% |
| | 50 % NPK + 50 % Organisch | 13.82f ±0.42 | 151% |
| | 50 % NPK + 50 % Organisch + Bio | 11.56e ±0.19 | 126% |
| Southern Star | 100 % NPK | 7.68a ±0.34 | 100% |
| | 50 % NPK + 50 % Organisch | 10.86d ±0.50 | 141% |
| | 50 % NPK + 50 % Organisch + Bio | 8.45b ±0.51 | 110% |
| Brokkolisorten | Dünger | Glucosinolate [mg/g TS] | Glucosinolat Anstieg % |
| Calabrese | 100 % NPK | 5.46b ±0.21 | 100% |
| | 50 % NPK + 50 % Organisch | 9.27f ±0.16 | 170% |
| | 50 % NPK + 50 % Organisch + Bio | 7.18e ±0.15 | 132% |
| Southern Star | 100 % NPK | 4.52a ±0.17 | 100% |
| | 50 % NPK + 50 % Organisch | 6.76d ±0.17 | 150% |
| | 50 % NPK + 50 % Organisch + Bio | 5.91c ±0.27 | 131% |
| Brokkolisorten | Dünger | Flavonoide [mg/g TS] | Flavonoid Anstieg % |
| Calabrese | 100 % NPK | 48.72b± 0.19 | 100% |
| | 50 % NPK + 50 % Organisch | 71.34f± 0.14 | 146% |
| | 50 % NPK + 50 % Organisch + Bio | 57.35d± 0.14 | 118% |
| Southern Star | 100 % NPK | 44.04a ±0.18 | 100% |
| | 50 % NPK + 50 % Organisch | 62.11e± 0.14 | 141% |
| | 50 % NPK + 50 % Organisch + Bio | 53.01c± 0.09 | 120% |

8.5.2.3. Flavonidgehalt (20)

In einer Studie, in welcher der Einfluss von Schwefel Düngung auf Brokkoli Pflanzen untersucht wurde hat sich herausgestellt, dass eine Düngung von 150 kg/ha im Vergleich zu 15 kg/ha in einem 3-fach höheren Flavonidgehalt resultierte.

8.6. Bewässerung

Bis auf die Änderung des Glucosinolatgehalts in verschiedenen Gemüsearten bei mäßiger Bewässerung, konnten keine Ergebnisse gefunden werden, die auf eine Änderung des Gehaltes an sekundären Pflanzenstoffen durch Bewässerung hinweisen. Siehe auch Abbildung 32.

8.7. Umwelttechnischer Stress (58) (20)

Sekundäre Pflanzenstoffe sind ein natürlicher Schutzmechanismus der Pflanzen gegen Fressfeinde, Verletzungen oder extreme Umweltbedingungen wie erhöhte Temperatur oder Strahlung etc. Sind Pflanzen einem solchen „Stress“ ausgesetzt, schütten sie entsprechende Stoffe, die sekundären Pflanzenstoffe, aus, die sie vor diesen Gefahren schützen sollen.

8.7.1. Polyphenolgehalt (58)

In Abbildung 40 kann man erkennen, welchen Einfluss ein Hitzeschock, Kälteschock und extremer Lichteinfluss auf Salatpflanzen hat. Die Pflanzen waren 5 Wochen alt und wurden für 3 Tage lang diesen Extremsituationen ausgesetzt. Man hat nach 10 min bis 1h, 1 Tag und 3 Tagen Proben genommen und auf ihren Polyphenolgehalt untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass im Vergleich zu Kontrollpflanzen wo keine Beeinflussung vorgenommen wurde, der Gehalt an Polyphenolen anstieg.

Nach dem Hitzeschock stieg der Gehalt an, sank nach einem Tag geringfügig und hat am 3. Tag einen Höhepunkt erreicht.

Der Kälteschock hatte einen Anstieg zur Folge, der nach 1h und einem Tag in etwa gleich war, nach 3 Tagen jedoch ebenfalls seinen Höhepunkt erreichte.

Die Bestrahlung mit Licht führte nach einer Stunde zu einem leichten Anstieg an Polyphenolen und stieg nach einem Tag rasant an um am 3. Tag den Höhepunkt zu erreichen.

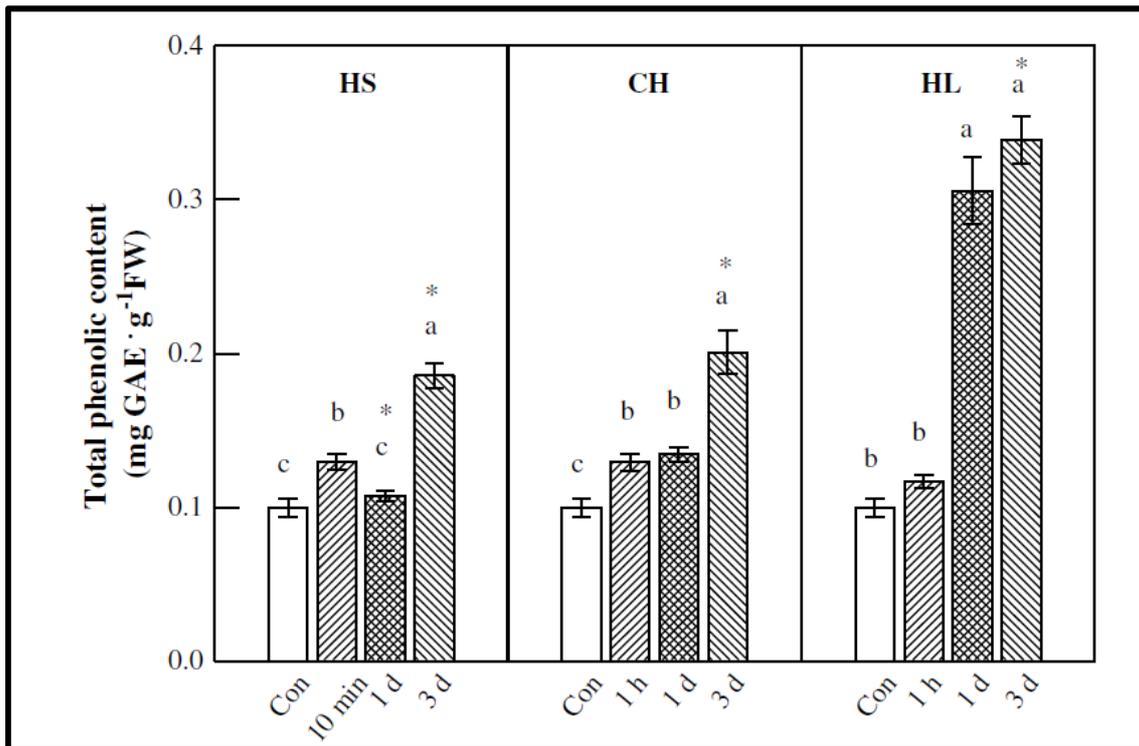


Abbildung 40: Auswirkungen von Hitze (HS), Kälte (CH) und Strahlung (HL) auf den Gehalt an Polyphenolen (58).

8.8. Ernte (28) (27) (18) (8) (20)

8.8.1. Glucosinolatgehalt

8.8.1.1. Beispiel Brokkoli (28) (27) (18) (20)

Brokkoli stellt aufgrund seines hohen Gehaltes an Glucoraphanin eine ideale Quelle für das daraus gebildete ITC (Isothiocyanat) Sulforaphan dar. Hierbei gilt jedoch zu beachten, dass sich das Glucosinolatprofil über den Wachstumszeitraum der Pflanze weg von Glucoraphanin, welches v. a. im Schössling dominiert, zu indolischen Glucosinolaten wie Glucobrassicin oder Neoglucobrassicin in der adulten Pflanze ändert. Generell ist der Glucosinolatgehalt in den Brokkolisprossen um das 10- 100fache höher als in der erntereifen Pflanze.

8.8.2. Polyphenolgehalt (8)

In Versuchen mit verschiedenen Krautsorten und deren Subtypen aus Kroatien wurde festgestellt, dass der Gehalt an Polyphenolen 6 Wochen nach der Pflanzung ins freie Feld am höchsten ist und sich ca. 4 Wochen vor der Ernte auf einen geringeren Gehalt als 4 Wochen

nach Pflanzung stabilisiert. Kurz gesagt, der höchste Gehalt an Polyphenolen ist in der halbreifen Pflanze zu finden. Zusätzlich konnte man feststellen, dass verschiedenen Sorten auch unterschiedliche Gehalte an Polyphenolen aufweisen.

8.8.2.1. Flavonoidgehalt (33)

Im August geerntet, enthalten Kopfsalat oder Endivien 3-bis 5-mal mehr Flavonoide als im April.

8.9. Konservierung und Lagerung (33) (32)

8.9.1. Polyphenolgehalt (33) (32) (9)

8.9.1.1. Lagerung im Kühlschrank (9) (33)

Der Gehalt an Polyphenolen in Kreuzblütlern verringert sich nur unwesentlich durch die Lagerung im Keller oder Kühlschrank. Es hängt jedoch davon ab, ob das Gemüse verpackt oder unverpackt aufbewahrt wird. Mit Polyethylene Folie verpacktes Gemüse zeigt eine bessere Haltbarkeit hinsichtlich Polyphenolen wobei sich der Gehalt bei unverpacktem Gemüse leicht verringert.

8.9.1.2. Einfrieren (9) (59)

Der Polyphenolgehalt von Kohl und Blumenkohl verringert sich durch Einfrieren um 12 % der von Brokkoli um ganze 58%.

Eine andere Studie, welche den idealen Prozess zur Haltbarmachung und einfrieren von Brokkoli bei möglichst hohem verbleibendem Gehalt an Polyphenolen untersuchte ergab, dass langsames Einfrieren bei -20 °C und atmosphärischem Druck die schonendste Methode ist.

Flavonoide (33)

Durch geeignete Lagerung, auch über mehrere Monate, ändert sich der Gehalt an Flavonoiden in Obst- und Gemüse nur sehr wenig.

Phenolsäure (32)

Während der Gefrierlagerung von Obst und Gemüse wird der Gehalt der Phenolsäure Hydroxybenzoesäure nicht herabgesetzt.

8.10. Thermische Behandlung vor Verzehr (27) (9) (19) (60) (61) (29) (55)

8.10.1. Vitamingehalt (19) (55)

8.10.1.1. Kraut (19)

Dieses zur Familie der Kreuzblütler gehörende Gemüse enthält Ascorbigen, eine Vorstufe von Vitamin C, welche beim Kochen zu Vitamin C umgewandelt wird. Dies ist eine Besonderheit, da Vitamin C normalerweise beim Kochen zu großen Teilen zerstört wird.

8.10.1.2. Rote Rübe (55)

Dieses Gemüse sollte man nur kurz dämpfen, da zu lange Hitzeeinwirkung bis zu 80 % der extrem hitzeempfindlichen Folsäuremoleküle zerstören kann.

Kochen: 15 Minuten mit wenig Wasser idealerweise im Schnellkochtopf oder Dampfgarer.

8.10.2. Glucosinolatgehalt (27) (60) (61) (29)

8.10.2.1. Kohlgemüse (27)

Beim Kochen reduziert sich der Gehalt an Glucosinolaten in Kohlgemüse um 30-60 %, was in erster Linie an der Auswaschung in das Kochwasser und des Weiteren am Abbau der thermisch instabilen Moleküle zu Indolverbindungen. Die antikanzerogene Wirkung dieser Indolverbindungen ist um ein vielfaches geringer, was Versuche an Ratten zu Tage brachten.

Die antikanzerogen wirksamen Isothiocyanate, die Abbauprodukte der Glucosinolate werden von dem Enzym Myrosinase durch Spaltung der Glucosinolate hergestellt. Jedoch wird dieses Enzym durch Hitzeeinwirkung inaktiviert und somit enthält frisches Kohlgemüse eine um ein vielfaches höhere Konzentration an diesen gesundheitsförderlichen Inhaltsstoffen als gekochtes Kohlgemüse. Zum Beispiel frischer Krautsalat anstatt gekochtes Dadurch ist auch die Bioverfügbarkeit um einiges höher.

8.10.3. Carotinoidgehalt (9)

Carotine haben eine sehr viel höhere Hitzestabilität als Xanthophylle, welche bei länger andauernder Hitzeeinwirkung Verluste von bis zu 50% verzeichnen

8.10.3.1. Kraut, Blumenkohl und Brokkoli (9)

Studien haben gezeigt, dass das Kochen oder das Erhitzen mit der Mikrowelle von Kohl, Kraut, Blumenkohl oder Brokkoli nach einer thermischen Einwirkzeit von 5 Minuten bereits eine Reduktion an Carotinoiden von 23 % zur Folge hatte. Des Weiteren wurde aber festgestellt, dass vor allem der Gehalt an β -Carotin stark abnahm wohingegen der Gehalt an Lutein anstieg.

In diversen anderen Studien wurde ermittelt, dass die Änderungen der Carotinoidgehalte verschiedener Gemüsesorten sich unterschiedlich verhalten. Es steht jedoch fest, dass durch das Kochen und andere thermische Behandlungen eine strukturelle Veränderung vor sich geht, die den Gehalt an Carotinoiden beeinflussen.

8.10.4. Polyphenolgehalt (30) (9) (60) (59)

Beim Kochen, Entsaften und Konservieren von polyphenolhaltigem Gemüse kommt es zu großen Verlusten der thermisch instabilen Verbindungen. Verluste von 50% (Kochen) bis zu 80% (Entsaften) können auftreten.

Beim Kochen beruht der Verlust großteils auf der Auswaschung in das Kochwasser. Die Reduktion von Polyphenolen durch Entsaften ist auf den hohen Gehalt dieser Stoffe in der Schale und der organischen Matrix von Gemüse zurückzuführen. Mit der Schale und einem Teil der organischen Matrix wird der Großteil der Polyphenole abgetrennt. Je mehr der Trübstoffe in den Saft übergehen, desto höher ist auch sein Polyphenolgehalt.

8.10.4.1. Kohlgemüse (9)

Durch Dünsten wurden in einem Experiment mit Kreuzblütlern folgende Reduktionen an Polyphenolgehalten ermittelt:

- Brokkoli: 58 %
- Kohl und Blumenkohl: 12 %

Durch Kochen wurde in Brokkoli eine Reduktion von 65-72 % nachgewiesen.

8.10.4.2. Brokkoli (59)

Eine andere Studie hat ergeben, dass Kochen von Brokkoli bei 70 °C für eine Minute den Gehalt an Polyphenolen signifikant erhöht. Auch Kochen für 5 Minuten hat einen Anstieg des Gehalts an Polyphenolen bewirkt. Jedoch wurde nach 10 Minuten eine Reduktion an Polyphenolen nachgewiesen. Somit kann man annehmen, dass es allgemein auf die Dauer und Höhe der Hitzeeinwirkung ankommt, ob der Gehalt ansteigt oder absinkt.

8.10.4.3. Karotte, Brokkoli, Weißkraut und Zwiebel (56)

Dieses Experiment hat sich damit befasst herauszufinden, ob eine thermische Behandlung (Kochen, Mikrowelle od. Dampfgaren) einen Einfluss auf den Gehalt an Polyphenolen hat. Dabei wurde zusätzlich analysiert, ob die Anbauweise auch hier ein entscheidender Faktor ist.

In Abbildung 41 und Abbildung 42 sind die Ergebnisse in einem Diagramm zusammengefasst.

Man kann erkennen, dass durch Hitzeeinwirkung beim biologischen Gemüse unterschiedliche Effekte auftreten. Bei der Karotte steigt der Gehalt bei den ersten 2 Anwendungen leicht an und sinkt beim Dampfgaren leicht ab. Dies kann man damit erklären, dass die Hitzeeinwirkung beim Dampfgaren länger andauerte. Durch die thermische Behandlung von Brokkoli stieg der Gehalt an Polyphenolen von Anwendung 1-3 kontinuierlich an. Weißkohl reagierte in allen 3 Anwendungen mit einer Reduktion wobei diese beim Dampfgaren am geringsten war. Zwiebel zeigte einen Anstieg an Polyphenolen für alle 3 Anwendungen.

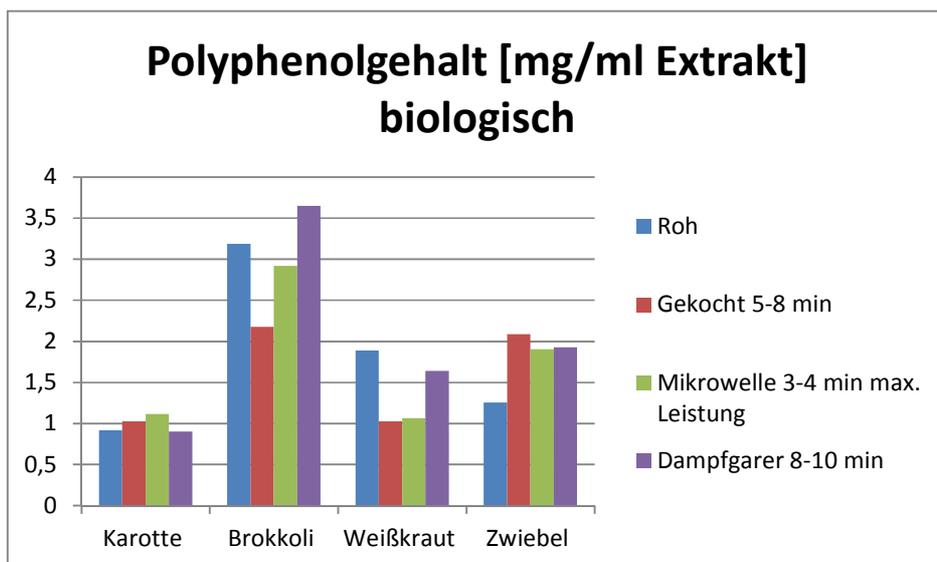


Abbildung 41: Polyphenolgehalt von Karotte, Brokkoli, Weißkraut und Zwiebel abhängig von der thermischen Behandlung bei biologischer Anbauweise (51).

In Abbildung 42 sieht man, dass es wesentliche Unterschiede zum biologischen Gemüse gibt. Karotten, Brokkoli und Weißkraut zeigen alle eine Verringerung des Polyphenolgehalts durch Hitzeeinwirkung wohingegen bei Zwiebel bei allen 3 Anwendungen ein Anstieg des Polyphenolgehalts bewirkt werden konnte. Dies könnte darauf hinweisen, dass die Polyphenole in konventionell angebautem Gemüse empfindlicher gegen Hitze sind als jene aus biologischem Anbau.

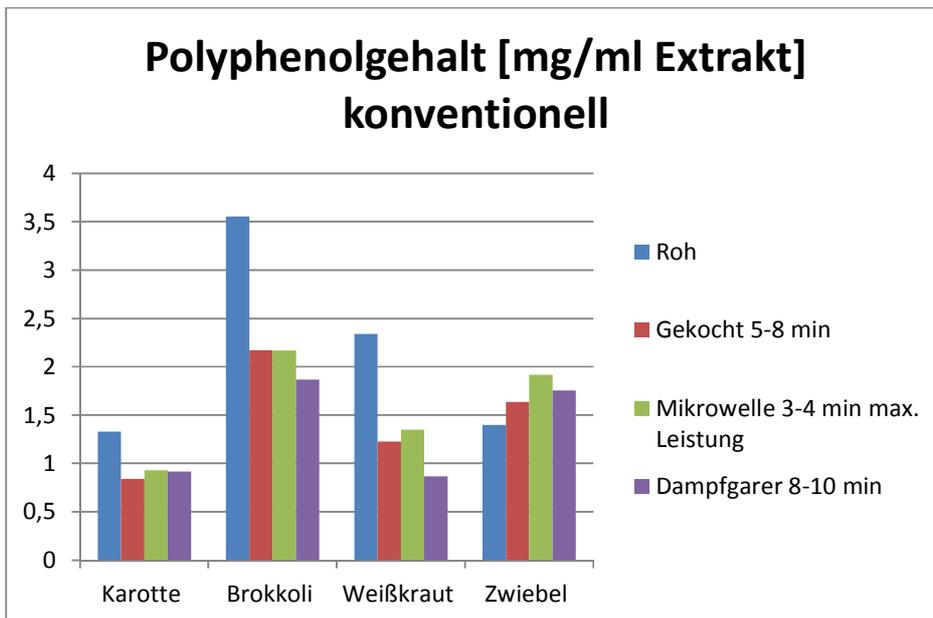


Abbildung 42: Polyphenolgehalt von Karotte, Brokkoli, Weißkraut und Zwiebel abhängig von der thermischen Behandlung bei konventioneller Anbauweise (56).

8.10.4.4. Sellerie (60)

Eine andere Studie hat ergeben, dass das Kochen, Dünsten oder Dampfkochen von Sellerie etwa, in Verlusten an Polyphenolen von bis zu 43 % beim Kochen resultierte wohingegen beim Dampfkochen nur eine Reduktion von 1,9 % auftrat. Dies unterstützt die Annahme, dass Polyphenole ins Kochwasser ausgewaschen werden, ein Effekt der beim Dampfkochen nicht so stark auftritt.

Dies lässt uns schlussfolgern, dass es beim Gehalt dieser antioxidativ wirksamen Inhaltsstoffe darauf ankommt, wie lange man Gemüse welchen Temperaturen aussetzt. Warum der Gehalt nach einer Kochzeit bis zu 5 Minuten ansteigt ist damit zu erklären, dass es durch die Hitzeeinwirkung zu einem erhöhten Aufschluss der Zellen kommt, d.h. die Zellen „zerplatzen“ und geben ihre Inhaltsstoffe frei. Wird die Hitzeeinwirkung jedoch 10 Minuten und länger durchgeführt, kommt es zur Zerstörung der hitzeinstabilen Polyphenole und somit zu einer Senkung des Gehaltes in Gemüse.

Flavonoidgehalt (60)

Durch Kochen oder Dampfkochen von Sellerie wurde festgestellt, dass sich der Gehalt beim Kochen signifikant verringert, wobei beim Dampfkochen festgestellt wurde dass es zu einem leichten Anstieg des Flavonoidgehalts kam.

Phenolsäuregehalt (60)

Auch der Gehalt an Phenolsäuren wurde durch Kochen, Dünsten oder Dampfkochen gesenkt. Es stellte sich aber heraus, dass das Dampfkochen hinsichtlich des Phenolsäuregehalts die schonendste Zubereitungsmethode ist.

8.10.5. Phytosterinegehalt (24)

In einer Studie in der der Einfluss von 30 minütigen Kochen auf den Gehalt an Phytosterin in Sellerie, Kohl, Karotte und Karfiol untersucht wurde, stellte man fest, dass in allen Gemüsearten außer Karfiol der Gehalt an Phytosterinen angestiegen ist. Somit kann für Phytosterine gesagt werden, dass 30 minütiges Kochen einen durchwegs positiven Einfluss auf den Phytosterinegehalt in Gemüse hat.

8.10.6. Saponinegehalt (47)

Durch Kochen werden ca. 50 % der Saponine aus den Nahrungsmitteln ausgespült, bereits ein Einweichen vor dem Kochen reduziert den Gehalt der oberflächenaktiven Stoffe um bis zu 10 %.

Weitere Studien auf diesem Gebiet sind notwendig, um eine klare Aussage treffen zu können, inwieweit die Hitzeeinwirkung beim Kochen einen negativen/positiven Effekt auf den Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen hat. Es sollte der Zeit und Temperaturfaktor betrachtet werden.

ACHTUNG: Allgemein gilt die Grundregel, Nitrathaltige Gemüsesorten nicht zweimal aufzuwärmen! Das Nitrat kann in Nitrit abgebaut werden und so zur Bildung von kanzerogenen Nitrosaminen führen. Zu nitratreichen Gemüsesorten gehören Kohlrabi, Rote Rübe, Spinat (konventioneller Anbau), Spargel, Rucola, Rettich, Radieschen und Salat (konventioneller Anbau).

9. Erklärung Krankheitsbilder und Wirkungsweisen zum besseren Verständnis (4) (46)

9.1. Zivilisationskrankheiten

9.1.1. Diabetes mellitus (54) (52) (53) (4)

9.1.1.1. Entstehung der Erkrankung (52) (54) (4)

Diabetes ist eine chronische Stoffwechselerkrankung die durch erhöhten Blutzucker und unzureichende [Insulinwirkung](#) gekennzeichnet ist.

Unsere Nahrung besteht aus [Eiweiß](#), [Fett](#), [Kohlenhydraten](#), Vitaminen und Mineralstoffen. Durch die Verdauungssäfte im Magen und Darm wird die Nahrung in ihre kleinsten Bausteine zerlegt. Aus Kohlenhydraten entsteht dabei Traubenzucker. Dieser wird über die Darmzellen aufgenommen und über das Blut zu den verschiedenen Körperzellen transportiert wo er z.B. in Wärme oder Muskelkraft umgewandelt wird. Zucker kann aber nicht direkt in die Zellen des Körpers hinein, sondern es benötigt [Insulin](#), welches ihm die „Tür“ öffnet. Insulin hat somit eine Schlüsselfunktion und ohne diesen Schlüssel kann Zucker nicht in die Zellen gelangen. Insulin wird vom Körper in der Bauchspeicheldrüse produziert. Treten bei der Produktion Fehler auf und es wird nicht ausreichend [Insulin](#) produziert, bzw. das Insulin kann durch eine bestehende Erkrankung wie [Adipositas](#) (Übergewicht) nicht richtig wirken, steigt der Blutzuckerspiegel rapide an.

Es gibt zwei Arten von Diabetes, Typ 1 und Typ 2. Bei Diabetes vom Typ 1 zerstört das Immunsystem die insulinproduzierenden Zellen der Bauchspeicheldrüse. In dieser Studie befassen wir uns nur mit Typ 2, bei dem der Körper nicht in der Lage ist, [Insulin](#) richtig zu nutzen oder die Bauchspeicheldrüse produziert nicht ausreichend Insulin.

Bei beiden Formen der Diabetes sammelt sich der nicht verwertbare Zucker in gefährlich großen Mengen im Körper an. Da das Werkzeug [Insulin](#) nicht ausreichend produziert wird bzw. zerstört wurde, kann der Zucker nicht in Energie umgewandelt werden,

Dies führt im Laufe der Zeit zu immensen Schäden der Niere, der Nerven, des Herzkreislaufsystems und kann auch zu Blindheit führen. Es ist daher immens wichtig, als Diabetiker auf seine Ernährung zu achten.

Diabetes Typ 2 entwickelt sich vor allem im fortgeschrittenen Alter, bei übergewichtigen Menschen die sich kaum bewegen. Wird Prädiabetes, ein Frühstadium des Diabetes Typ 2,

festgestellt, so kann man dieses mit einer ausgewogenen Ernährung, viel Bewegung und bei Übergewicht durch Abnehmen wieder rückgängig machen.

Diabetes mellitus, [Fettsucht](#) und Fettstoffwechselstörungen stehen in engen Zusammenhang mit einer energiereichen und ballaststoffarmen Ernährung sowie einer erhöhten Aufnahme von isolierten Kohlenhydraten wie Süßigkeiten und zuckerhaltigen Erfrischungsgetränken.

Kohlenhydrathaltige Lebensmittel werden im [Darmtrakt](#) mit unterschiedlicher Geschwindigkeit verdaut und in den Körper aufgenommen, klicken sie [hier](#) um sich ein Bild zu machen, wie Stoffe in den Körper aufgenommen werden. Wie sich diese Lebensmittel auf den Blutzuckerspiegel auswirken, wird folgendermaßen ermittelt: Man verabreicht Testpersonen zuerst reine Glucose und nimmt die resultierende Blutzuckerkonzentration als 100 % an. Danach vergleicht man, wie sich eine Mahlzeit von Lebensmitteln mit einem gleichen Kohlenhydratgehalt wie die zuvor verabreichte Glucose auf den Blutzuckerspiegel auswirkt. Im Vergleich führt der Verzehr von Obst, Joghurt oder Milch zu einem Blutzuckergehalt der 50 % des Gehalts beim Verzehr von Glucose ausmacht. Vollkornbrot erreicht 70% und Weißbrot führt zu 90 %. Ein hoher Blutzuckerspiegel führt zu einer erhöhten Insulinausschüttung was die Sensibilität der Insulinrezeptoren beeinflusst und zu Resistenzen führen kann. Dies scheint für die Entstehung von Diabetes mellitus Typ 2 und [Fettsucht](#) verantwortlich zu sein.

Die hohen Blutinsulinkonzentrationen führen außerdem zu einem Anstieg der Plasmatriglyceride, da der überschüssige Zucker in Fett umgewandelt wird. Erhöhte Plasmatriglyceridkonzentrationen gehen mit einem erhöhten Risiko von [Herz-Kreislauferkrankungen](#) einher.

9.1.2. Adipositas (Krankhaftes Übergewicht) (62) (63)

Krankhaftes Übergewicht gehört in der westlichen Welt seit geraumer Zeit zu den Zivilisationskrankheiten. Diese Erkrankung hat erhebliche Auswirkungen auf die Betroffenen und führt zu zahlreichen Folgeerkrankungen. In Österreich sind 40 % der Bevölkerung übergewichtig. Die Ursachen sind sowohl in genetischen Faktoren als auch in falscher Ernährung und zu wenig Bewegung zu finden.

Eine Adipositas setzt kaskadenartig eine Vielzahl von Adaptionen im kardiovaskulären System in Gang.

9.1.3. Herz-Kreislauferkrankungen (24) (4) (17) (62)

Sind in Österreich noch immer Todesursache Nummer 1. Risikofaktoren wie Rauchen, falsche Ernährung, Übergewicht und zu wenig Bewegung führen über Jahre hinweg schleichend zu hohem Blutdruck, steigendem Cholesterinspiegel und Diabetes und damit oft zur Verkalkung der Blutgefäße.

Die Gefahr eine kardiovaskuläre Erkrankung zu erleiden, steigt mit dem Alter. Vor allem bei Frauen ist die Gefahr nach der Menopause größer als davor, da sich das [Lipid](#)profil, die Blutgerinnung, die Fibrinolyse (Gerinnung auflösende Biomoleküle) und die Blutgefäße verändern.

Die Ursachen für Herzkreislauferkrankungen heutzutage sind zahlreich. Die wichtigsten, welche meist Hand-in Hand gehen sind unten stehend beschrieben.

Erhöhter Cholesterinspiegel (4)

Cholesterin erfüllt im Körper als Ausgangssubstanz für die Synthese von primären Gallensäuren und Steroidhormonen sowie als Bestandteil von Zellmembranen zahlreiche Funktionen. Kommt es jedoch zu einem erhöhten Plasmacholesterinspiegel, so kann dies zu einem erhöhten Risiko für Herz-Kreislaufferkrankung sowie zu negativen Auswirkungen auf den Organismus führen.

Bei erhöhten Blutwerten für schlechtes Cholesterin, sogenanntes [LDL](#)-Cholesterin, kann mehr von dem LDL-Cholesterin durch freie [Radikale](#) oxidiert werden. Dieses oxidierte LDL-Cholesterin ist „klebrig“ und bleibt leicht an den Arterienwänden haften, wodurch diese mit der Zeit enger werden = Arteriosklerose, siehe auch Abbildung 43.

Tierische Nahrungsmittel sind reich an Substanzen die zu einem Anstieg des Gesamtcholesterinspiegels führen, wohingegen pflanzliche Nahrungsmittel kein Cholesterin enthalten und nur geringe Mengen an Gesamtfett, gesättigten Fettsäuren und einem hohen Gehalt an ungesättigten Fettsäuren enthalten.

Arteriosklerose (24) (62)

Häufigste Ursache von Herz-Kreislaufferkrankungen ist die Arteriosklerose oder Arterienverkalkung. Sie ist die wichtigste krankhafte Veränderung der Arterien.

Sie entsteht durch Ablagerungen von Cholesterin, [Fettsäuren](#) und Kalk in den Gefäßwänden der Blutgefäße, siehe Abbildung 43. Diese verkalken, verlieren ihre Elastizität und der Gefäßdurchmesser verengt sich zunehmend. In der Folge kann das Blut nicht mehr ungehindert fließen und es kann – wie bereits erwähnt – zum Beispiel zu einem Herzinfarkt kommen. Der Vorgang der Arteriosklerose entwickelt sich über Jahre. Der natürliche Alterungsprozess wird durch einen ungesunden Lebensstil krankhaft beschleunigt. Bereits bei 15- bis 19-Jährigen treten erste Gefäßveränderungen auf. Und im Alter zwischen 30 und 40 können sich schon ausgeprägte Formen zeigen.

Die Hauptfaktoren, welche die Bildung einer Arteriosklerose positiv beeinflussen sind Rauchen, Übergewicht bzw. Adipositas, Bluthochdruck, Diabetes mellitus, hohe LDL- und [Triglycerid](#)werte und niedrige HDL (High Density Lipoproteins)-Werte.

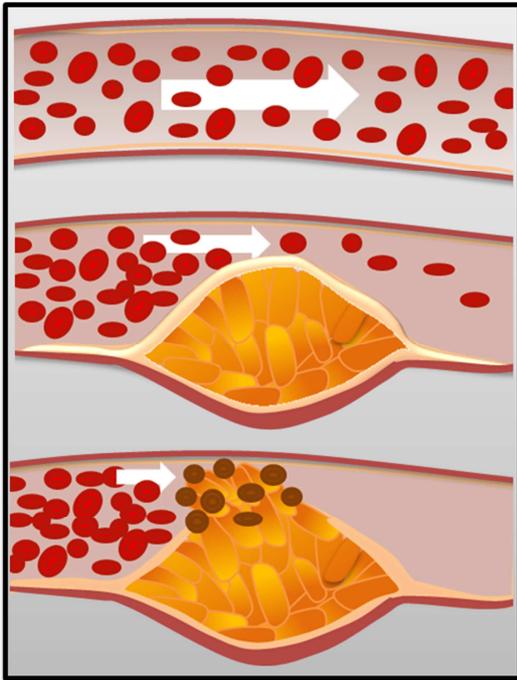


Abbildung 43: Entstehung einer Arterienverkalkung durch Einlagerung von Cholesterin, Fettsäuren und Kalk.

Oxidativer Stress (24) (17)

Werden freie [Radikale](#) nicht in ausreichendem Maße deaktiviert, kommt es zur Schädigung von [Proteinen](#), [Lipiden](#), [Kohlenhydraten](#) und [Nukleinsäuren](#). Die Oxidation von [Lipiden](#) kann in einer Konsequenz zur Arterienverkalkung führen. Durch die Oxidation von „Low Density Lipoproteins“ (LDL-Lipoproteine bzw. [Lipoproteine](#) geringer Dichte) etwa, werden diese von sogenannten „Schaumzellen“ der Blutgefäßzellen aufgenommen und lagern sich dann im Endothel der Blutgefäßzellen ab. Je geringer die Dichte von Lipoproteinen, desto schlechter wirken sie sich auf den Körper bzw. die Blutgefäße aus.

Bluthochdruck (4)

In Mitteleuropa leidet etwa jede fünfte Person an Bluthochdruck.

Es gibt zahlreiche Faktoren, welche einen Einfluss auf die Regulation des Blutdrucks haben. Man unterscheidet hierbei endogene (innerkörperliche) und exogene (außerkörperliche) Faktoren:

- Endogene
 - Geschlecht
 - Alter
 - Körpergewicht
 - Rasse

- Veranlagung
- Nervensystem
- Depressorhormone
- Nebennierenhormone
- Elektrolytkonzentrationen
- Viskosität des Blutes
- Elastizität der Gefäßwand
- Gefäßvolumen (ändert sich durch Anlagerungen)
- Exogene
 - Psychosozialer Stress
 - Emotionaler Stress
 - Körperliche Aktivität
 - Ernährung

z.B. kann eine Verkalkung der Arterien der Grund für die Entstehung von Bluthochdruck sein. Bluthochdruck wird als Kraft pro Fläche die das Blut auf die Gefäßwand ausübt bezeichnet.

Bluthochdruck (Hypertonie) zählt zu den Hauptursachen für Herzinfarkt, Schlaganfall und andere Herz-Kreislaferkrankungen.

Entscheidend für den Blutdruck ist das Verhältnis von Natrium zu Kalium. Die in den Zellwänden der meisten tierischen Lebewesen vorhandenen [Natrium/Kaliumkanäle](#) pumpen Natrium aus der Zelle hinaus und Kalium in die Zelle hinein. Dieser Mechanismus ist auch für den Wassertransport zur intrazellulären Flüssigkeitsregulation verantwortlich und dieser Flüssigkeitstransport reguliert das Blutvolumen, welches wiederum den Blutdruck beeinflusst.

Thrombose (4)

Das Blutgerinnungssystem veranlasst, dass Thrombozyten (Blutplättchen) ihre Form ändern und Faktoren produzieren, die Ausgangsstoffe für weitere an der Gerinnung beteiligte Faktoren sind. Kurz gesagt kommt es durch die Umwandlung einiger inaktiver Stoffe in ihre aktive Form zur Bildung eines Blutkuchens. Die Fibrinolyse (Fibrin auflösender Prozess) wird von speziellen Enzymen verursacht, sobald die Gerinnung ihre Wirkung getan hat.

Die Blutgerinnung und die Fibrinolyse befinden sich normalerweise im Gleichgewicht, ist das nicht der Fall, kommt es aufgrund der Gefahr einer Verstopfung von Blutgefäßen zu einem erhöhten Herzinfarkttrisiko.

Herzinfarkt (54)

Ein Herzinfarkt wird meist durch eine Vielzahl anderer Erkrankungen ausgelöst, die sich über Jahre bilden. Solche sind etwa, Arteriosklerose, Bluthochdruck, Erhöhter Cholesterinspiegel,

Thrombosebildung und Übergewicht um nur einige zu nennen. Alarmzeichen, die auf einen Herzinfarkt hinweisen:

- Angina pectoris = Entsteht bei schlechter Versorgung des Herzens mit Blut. Sie deutet darauf hin, dass die Blutgefäße durch Ablagerungen in den Arterien nur noch eine mittelmäßige Versorgung gewährleisten können.
- Angst bis hin zur Todesangst
- Brustenge und Atemnot
- Schmerz hinter dem Brustbein, kann aber ausstrahlen
- Blässe und kalter Schweiß deuten auf akuten Schockzustand hin.
- Übelkeit mit Schmerz im Oberbauch ist vor allem bei Frauen und Diabetikerinnen ein Infarktsymptom.
- Wichtig ist der rasche Hilferuf über 144!

9.2. Andere Krankheitsbilder

9.2.1. Krebs

9.2.1.1. Mechanismus der hormonunabhängigen Krebsentstehung (Kanzerogenese) (4) (46)

Die Krebsentstehung ist ein komplizierter Vorgang der im Allgemeinen in 3 Phasen unterteilt wird:

- Auslösung (Initiation)
- Förderung (Promotion)
- Tumorwachstum bzw. Metastasenbildung (Progression)

Man weiß heute, dass diese 3 Phasen nur eine sehr grobe Beschreibung der Krebsentstehung darstellen und dass der eigentliche Mechanismus dahinter weitaus komplexer ist. Es ist jedoch noch nicht ausreichend erforscht und bei weitem noch nicht verstanden.

Jede Zelle hat in ihrem Zellkern eingelagert den genetischen Code ([Erbgut](#)), siehe Abbildung 44, der in einzelne zig-tausende Gene unterteilt ist. In jeder Zelle liegen Gene vor, die für die Krebsentstehung verantwortlich sind und zwar im gesunden Menschen. Diese Gene werden aber unter normalen Umständen blockiert, das heißt sie werden nicht abgelesen und es werden keine Kanzerogene im Körper produziert. Man kann sich das wie eine inaktive Bombe vorstellen. Die Krebsentstehung wird nun dadurch ausgelöst, dass Kanzerogene entweder auf das Erbgut, die [DNS](#) direkt wirken und dieses schädigen oder indem sie als

Startsubstanzen wirken welche die Zelle so in ihrer Funktion ändern, dass diese zu einer Tumorzelle wird.

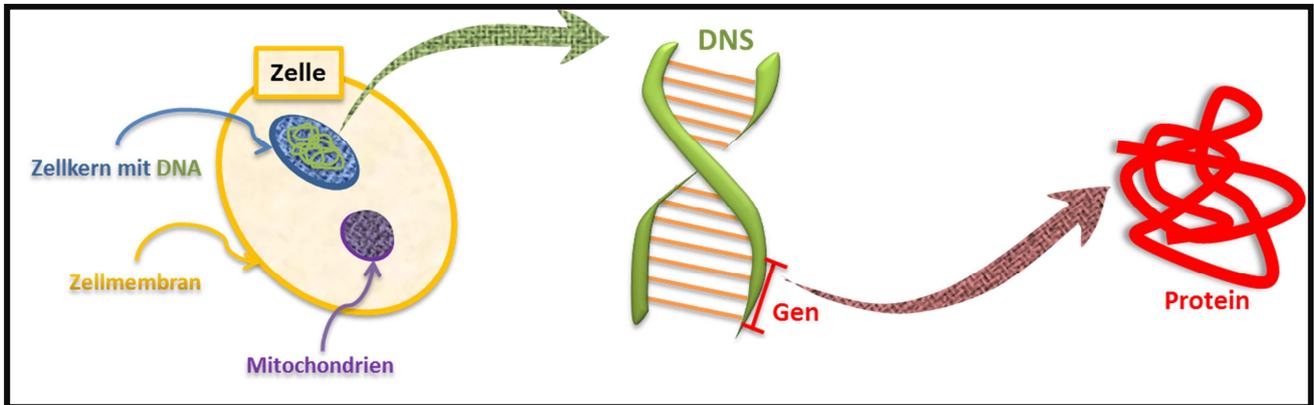


Abbildung 44: Die DNS also das Erbgut des Menschen befindet sich im Zellkern der Zelle. Sie ist in Chromosome verpackt. Auf der DNS befinden sich unzählige Gene, welche für Proteine kodieren, die im Körper wichtige Funktionen über haben.

Auslösung (Initiation)

Strahlen, Viren oder chemische Substanzen (z.B. Nitrosamine) können einen Schaden an der DNS anrichten, der zu einer bleibenden Mutation führen kann. Dass es zu einer Zerstörung kommt setzt voraus, dass das Kanzerogen in den Körper aufgenommen wurde, in die Zelle eingedrungen ist, in der Zelle aktiviert wurde, in den Zellkern eindringen und dort mit der DNS reagieren konnte. Der Körper kann sich jedoch durch Schutzmechanismen gegen Kanzerogene wehren, indem er sie ausschaltet oder indem die DNS durch Reparaturmoleküle gerichtet wird. Der Schaden ist nur dann irreversibel, wenn er bis zur nächsten Zellteilung nicht mehr repariert werden konnte. Dies allein macht jedoch noch keine Krebszelle aus, da der DNS Schaden, sofern nichts weiter passiert, bei der nächsten Zellteilung normal entfernt wird.

Förderung (Promotion)

Wird eine durch DNS-Schädigung veränderte Zelle durch Kanzerogene in ihrer Zellregulation beeinflusst, so kann es zur Tumorbildung kommen. Die Kanzerogene, die auf der „Krebsförderungs- bzw. Promotionsebene“ wirksam sind sorgen dafür, dass die geschädigte Erbinformation verstärkt abgelesen wird und schlussendlich einen Tumor bildet. Von der Auslösung bis zum sichtbaren Tumor kann es 10 -20 Jahre dauern. Damit eine sich exzessiv teilende Krebszelle entsteht, muss das krebsfördernde Kanzerogen ständig anwesend sein, bis die Zelle sich unkontrolliert teilen kann. Beispiele für solche Kanzerogene sind Alkohol, Nitrosamine, Viren, Strahlung oder Toxine. In der Nahrung sind jedoch auch krebshemmende Substanzen vorhanden wie Vitamine, Mineralstoffe und sekundäre Pflanzenstoffe, die die Krebsentstehung aktiv verhindern.

Die Krebsentstehung hängt im Wesentlichen davon ab, ob die folgenden Kontrahenten in einem einigermaßen Gleichgewicht im Körper vorhanden sind:

- Kanzerogen aktivierende Substanzen – Kanzerogen entgiftende Substanzen
- Bildung von freien [Radikalen](#) – Zufuhr von [Antioxidantien](#)
- [DNS](#)-Schäden – DNS –Reparatur
- Krebsfördernde Stoffe – Krebshemmende Stoffe

Sekundäre Pflanzenstoffe wurden neben antioxidativen Vitaminen und anderen Nährstoffen als jene Substanzen identifiziert, die in die verschiedenen Phasen der Kanzerogenese eingreifen können. Die bekannten Mechanismen sind:

- Inaktivierung von Kanzerogenen
 - Phenolsäuren (Polyphenole)
- Verhindern der Entstehung eines [DNS](#)-Schadens
 - Phenolsäuren (Polyphenole)
 - Sulfide
 - Flavonoide (Polyphenole)
 - Protease-Inhibitoren
 - Glucosinolate
- Verhinderung, dass Zelle mit einem [DNS](#)-Schaden durch Kanzerogene zu einer Tumorzelle wird.
 - Carotinoide
 - Flavonoide (Polyphenole)
 - Monoterpene
 - Phytosterine
 - Protease-Inhibitoren
 - Sulfide
 - Lignane (Phytohormone)
 - Isoflavonoide (Phytohormone)

Wachstumsphase bzw. Metastasenbildung (Progression)

Diese folgt direkt nach der Förderphase und ist durch exzessives Wachstum und eventueller Metastasenbildung gekennzeichnet.

Ausgelöst durch Viren, Strahlung oder chemische Substanzen wie Nikotin, freie Radikale, Nitrosamine etc. kann in der Entstehungsphase eine Schädigung der [DNS](#) auftreten. Dieser Schaden kann durch entsprechende [Enzyme](#) in der Zelle wieder repariert werden. Passiert dies nicht, entsteht eine veränderte Zelle, welche bei weiterer Einwirkung von Kanzerogenen zu einer Krebszelle wird, die sich unkontrolliert vermehrt, siehe Abbildung 45.

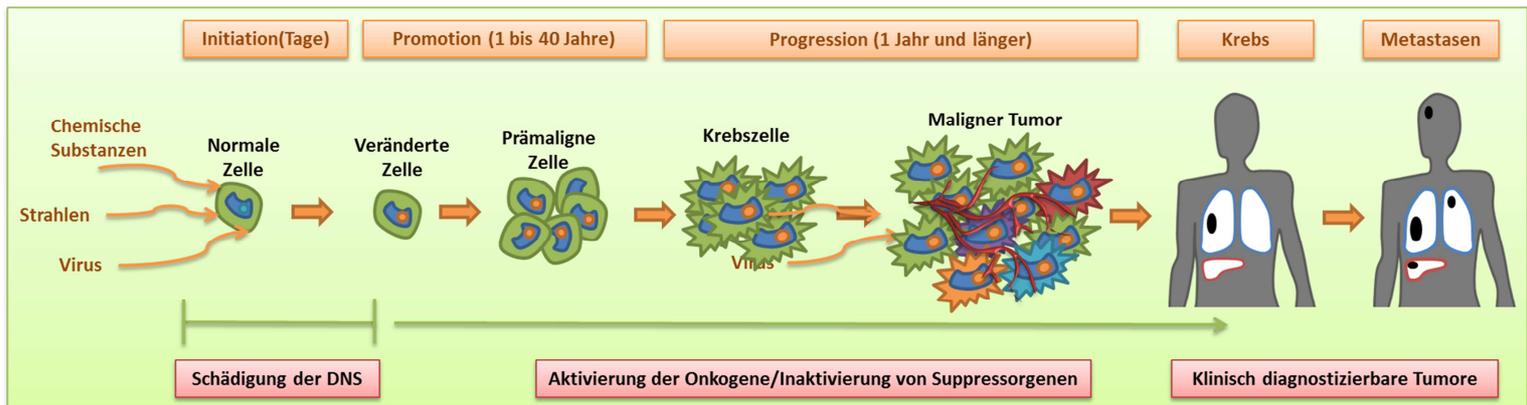


Abbildung 45: Im groben die Entstehung von einem Tumor (46).

9.2.1.2. Mechanismus der hormonbezogenen Kanzerogenese (35)

Ein Stoffwechselweg, welcher zu hormoninduziertem Krebs führen kann ist die durch [Phase-I -Enzyme](#) verursachte Umwandlung von Östrogen zu Hydroxyöstrogen oder 16- α -Hydroxyöstrogen. Nennen wir diese zwei Verbindungen der Einfachheit halber Östrogenstoffwechselprodukte und lassen die chemische Bedeutung außen vor.

Je nach dem welches C-[Atom](#) (Kohlenstoffatom) von Östrogen [hydroxyliert](#) wird, ergibt sich das für den Organismus positive Hydroxyöstrogen (Hydroxyllierung am C 2 Atom, d.h. eine funktionelle –OH Gruppe wurde in das Molekül eingebaut) oder das für den Organismus negative 16- α -Hydroxyöstrogen (Hydroxyllierung am C 16 Atom, d.h. eine funktionelle –OH Gruppe wurde in das Molekül eingebaut, aber an einer anderen Position).

16- α -Hydroxyöstrogen führt zu verstärkter Östrogenwirkung und dadurch zu einem erhöhten Brust-, und Gebärmutterhalskrebs wobei Hydroxyöstrogen eine reduzierte Östrogenwirkung aufweist und dadurch das Krebsrisiko senkt. Welches dieser Stoffwechselprodukte produziert wird hängt auch vom Lebensstil der entsprechenden Person ab. [Adipositas](#) (Fettleibigkeit) unterdrückt die Bildung von Hydroxyöstrogen wobei Bewegung an der frischen Luft sich positiv auf die Bildung dieser Substanzen auswirken. Die Bildung von 16- α -Hydroxyöstrogen wird vor allem durch eine fettreiche Nahrung gesteigert.

9.2.2. Oxidativer Stress (4)

Freie Radikale sind aggressive, sehr reaktive Moleküle die in unserem Körper bei verschiedenen biochemischen Reaktionen entstehen. Diese Radikale greifen Biomoleküle wie Fette, Proteine und auch das Erbgut an und schädigen diese durch Oxidation. Dadurch treten folgende negative Effekte auf:

- Erbgut Veränderungen (Mutationen)
- Funktionsstörungen von Enzymen (z.B. daraus resultieren Allergien)

- Schäden der Zellmembran (Zellwand)

Antioxidantien sind Substanzen, die diese aggressiven Moleküle aufhalten und unschädlich machen können. Sie verhindern die Oxidation von im Körper vorhandenen Biomolekülen. Dies erfolgt entweder durch [Elektronen](#) Abgabe oder Wasserstoffaufnahme ohne selbst zu einem reaktiven Molekül, einem sogenannten [Radikal](#), umgewandelt zu werden.

Solche [Radikale](#) sind sauerstoffreiche Verbindungen (Oxidantien), [molekularer](#) Sauerstoff und andere reaktive [Atome](#) oder [Moleküle](#). Freie [Radikale](#) entstehen durch alltägliche Vorgänge wie Atmung, Nahrungsaufnahme, Arzneimittel, Luftverunreinigung, Zigarettenrauch, oxidative [Enzyme](#) oder Fresszellen des Immunsystems.

Die durch [Radikale](#) entstehenden Schäden infolge von [Peroxydation](#) können folgende sein:

- Zerstörung von [Zellmembranrezeptoren](#)
- Veränderung der selektiven Membrandurchlässigkeit
- Oxidation von LDL (Low Density Lipoproteins od. [Lipoproteine](#) mit geringer Dichte) und dadurch Begünstigung von Arteriosklerose
- Beeinflussung der Makrophagenfunktion (Fresszellen des Immunsystems)
- Beeinflussung der Thrombozyten (Blutplättchen) Funktion
- Proteinpolymerisation (Verbindung von z.B. 2 oder mehr [Proteinen](#) zu einem komplexeren biologisch aktivem Proteinmolekül).
- [DNS](#)- Schädigung
- Beeinflussung der Arachidonsäurekaskade (Schmerzempfinden)

Die wichtigsten essentiellen Nährstoffe mit antioxidativer Wirkung sind Vitamin C & E sowie Selen. Außerdem wirken die Mineralstoffe Eisen, Kupfer, Zink und Mangan auf antioxidativ wirksame Enzyme, da sie ihnen als Kofaktor dienen.

Unter den sekundären Pflanzenstoffen haben vor allem die folgenden einen antioxidativen Effekt im Körper:

- [Carotinoide](#)
- [Polyphenole](#)
- [Phytoöstrogene](#)
- [Sulfide](#)

9.2.3. Immunsystem (4)

Die wesentlichen Bestandteile des Immunsystems sind die Makrophagen (Fresszellen) und Lymphozyten. Diese beiden Moleküle haben zahlreiche Untergruppen wie die Killerzellen und anderen, die unterschiedliche Aufgaben erfüllen.

Das Immunsystem ist auf die Versorgung mit essentiellen Nährstoffen angewiesen, um die für die Abwehr notwendigen biochemischen Stoffwechselfvorgänge ablaufen zu lassen. Sowohl ein Mangel dieser Nährstoffe als auch ein Überschuss an Fett, mehrfach ungesättigten Fettsäuren und Eisen kann die Immunfunktion des Körpers unterdrücken. Sekundäre Pflanzenstoffe haben die Fähigkeit, das Immunsystem anzukurbeln. Diese bioaktiven Substanzen sind vor allem [Carotinoide](#), [Flavonoide](#), [Saponine](#) und [Sulfide](#).

9.2.4. Entzündungen

Entzündungen sind natürliche Prozesse, mit denen schädliche Eindringlinge, zumeist Mikroorganismen wie Bakterien, Pilze oder Viren, abgewehrt werden und eine Infektion verhindert wird.

Eine Entzündung ist ein komplexer Vorgang, an dem viele Zellen des Immunsystems beteiligt sind. Eine Fehlsteuerung in den Abläufen kann zu chronischen Entzündungen oder Allergien führen, die den Körper beträchtlich schädigen können. Auslöser für eine Entzündungsreaktion kann neben Infektionen auch eine Verletzung des Gewebes und das unkontrollierte Absterben von Zellen sein.

Einer der wichtigsten intrazellulären Regulatoren von Entzündungsreaktionen ist beispielsweise der [Transkriptionsfaktor](#) NF- κ B welcher für die Produktion von Biomolekülen, welche an der Entzündungsreaktion teilnehmen entscheidend ist. Solche Biomoleküle sind z.B. die Zytokine und Zelladhäsionsmoleküle, die für eine Verbreitung der Entzündung auf andere Zellen und deren Verstärkung sorgen.

Sekundäre Pflanzenstoffe wirken teilweise hemmend auf die Produktion von z.B. dem Transkriptionsfaktor NF- κ B und unterbrechen so die Entzündungssignalkaskade. Vor allem [Carotinoide](#), [Polyphenole](#) und [Saponine](#) haben eine entzündungshemmende Wirkung.

9.2.5. Mikrobielle Infektionen (4)

Schon seit Jahrtausenden werden Pflanzen zur Behandlung von Infektionen mit Viren, Bakterien oder Pilzen verwendet. Durch die Entdeckung der Sulfonamide und den mikrobiellen Antibiotika verlor man bald das Interesse an Pflanzenstoffen mit antimikrobieller Wirkung.

Sekundäre Pflanzenstoffe können antimikrobielle Wirkungsweisen haben, da sie teilweise in der Lage sind, sich durch Bindung an Membranproteine von Bakterien oder Viren, diese zu inaktivieren oder durch aktives eingreifen in die [Nukleinsäure](#) Synthese von Bakterien, diese unschädlich zu machen.

9.2.6. Osteoporose

Osteoporose oder auch Knochenschwund ist eine häufige Alters-Erkrankung des Knochens, die ihn für Brüche (Frakturen) anfälliger macht. Die auch als Knochenschwund bezeichnete Krankheit ist gekennzeichnet durch eine Abnahme der Knochendichte durch den übermäßig raschen Abbau der Knochensubstanz und -struktur. Die erhöhte Frakturanfälligkeit kann das ganze Skelett betreffen.

Sekundäre Pflanzenstoffe bzw. die [Phytohormone](#) sind Knochenstärkend.

10. Glossar

Atom

Atome sind die Grundbausteine der Materie. Ein Atom ist die kleinste Einheit, in die sich Materie mit mechanischen oder chemischen Mitteln zerlegen lässt.

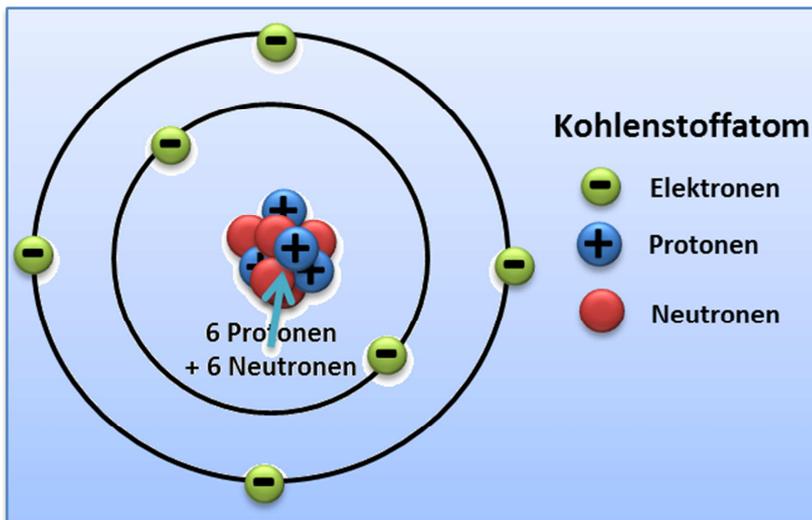


Abbildung 46: Das Kohlenstoffatom und seine Zusammensetzung. Es besteht aus 6 Protonen, 6 Neutronen und wird in der Elektronenhülle mit 6 Elektronen umgeben.

Elektron

Ist ein negativ geladenes Elementarteilchen. In Atomen und in Ionen bilden Elektronen die Elektronenhülle; daher basiert die gesamte Chemie im Wesentlichen auf den Eigenschaften und Interaktionen von Elektronen.

Singulett Sauerstoff

Sauerstoff besitzt zwei unterschiedliche angeregte Zustände, die beide eine deutlich größere Energie als der Grundzustand besitzen. Das bedeutet, dass er reaktiver ist, also leichter mit einem Molekül wie Proteinen reagiert und diese dadurch zerstören kann. Chemisch wird er als $^1\text{O}_2$ dargestellt.

Triplett Sauerstoff

Ist die energieärmste und somit stabilste Form in der Sauerstoff auftritt. Chemisch wird er als $^3\text{O}_2$ dargestellt.

Radikale

Als Radikale bezeichnet man Atome oder Moleküle mit mindestens einem ungepaarten Elektron, die meist besonders reaktionsfreudig sind. Radikale werden mit einem 'Punkt' dargestellt, zum Beispiel Stickstoffmonoxid ($\text{NO}\bullet$), der das freie Elektron symbolisiert.

Molare Masse

Ein Mol eines Stoffes ist das Gewicht, das ein Teilchen dieser Verbindung ausmacht. Zum Beispiel nehmen wir Wasser, die chemische Formel für Wasser ist H_2O . Das bedeutet, ein Teilchen Wasser besteht aus 2 H-Atomen (Wasserstoffatomen) und einem O-Atom (Sauerstoff Atom). Nun hat Wasserstoff H die molare Masse 1 g/Mol und Sauerstoff O hat die molare Masse 16 g/Mol. Summiert man nun $2 \cdot 1 + 1 \cdot 16$ so erhält man 18 g/Mol als Gewicht eines Wasserteilchens. 100 ml Wasser bestehen aus einer Vielzahl dieser Teilchen und so ergibt sich das Gewicht von Wasser.

Bei sekundären Pflanzenstoffen handelt es sich um weitaus komplexere Verbindungen die zum Beispiel eine chemische Formel von $C_{40}H_{56}$ besitzen wie es bei dem Carotinoid β -Carotin der Fall ist. Dadurch ergibt sich etwa eine Molare Masse von 536,88 g/Mol.

Chemische Struktur - Strukturformel

Die chemische Struktur gibt den Aufbau von Stoffen wieder. Sie gibt an, wie Atome (kleinste Bausteine von Substanzen), Atomgruppen (Verbindungen von Atomen), Ionen (Negativ und positiv geladene Atome oder Atomgruppen) und Bindungen (Zwischen einzelnen Atomen, Atomgruppen, Molekülen oder Substanzen) bzw. freie Elektronenpaare räumlich angeordnet sind. Nehmen wir wieder das Beispiel Wasser. Es hat eine chemische Formel von H_2O wie wir wissen. Das sagt aber noch nichts darüber aus, wie diese beiden Bausteine zusammengebaut sind. Im Fall von Wasser sieht das wie folgt aus:

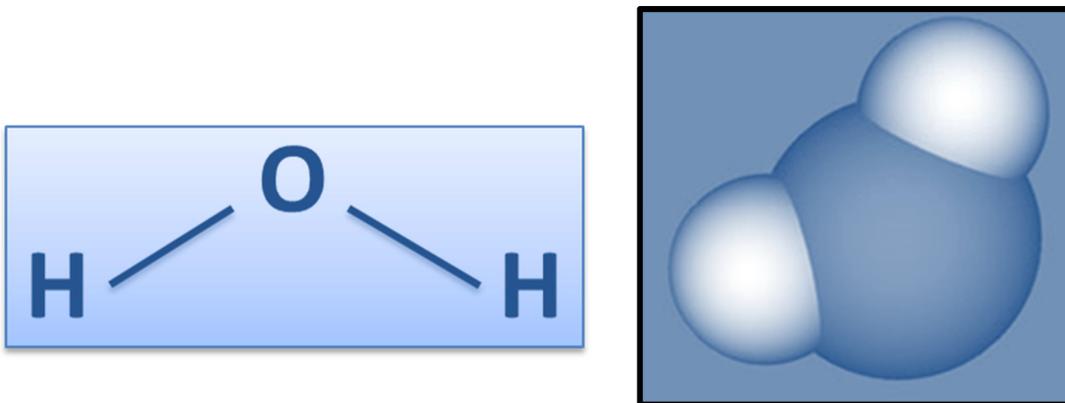


Abbildung 47: Links die chemische Struktur des Wassermoleküls . Rechts eine bildnerische Darstellung. Die weißen Kugeln stellen die Wasserstoffatome dar, die rote Kugel das schwerere Sauerstoffatom.

Bindungsaffinität

Ist die relative Anziehungskraft die Substanzen zu einem [Rezeptor](#) oder einer anderen Substanz haben, mit der sie Bindungen eingehen d.h. neue Substanzen bilden oder aber zeitlich begrenzte Bindungen mit einem [Rezeptor](#) eingehen um eine bestimmte biologische Reaktion auszulösen.

Wird auch als Maß für die Fähigkeit eines Stoffes bezeichnet mit einer anderen Substanz ([Rezeptor](#), [Transport Proteine](#), [Lipoproteine](#), [Enzyme](#) etc.) eine Bindung einzugehen.

Hydroxyliert

Als Hydroxyllierung bezeichnet man in der Chemie eine Reaktion zur Einführung einer oder mehrerer Hydroxylgruppen. Die Hydroxylgruppe besteht aus einem Wasserstoff- und einem Sauerstoff-Atom, vereinfacht dargestellt -OH, und ist eine funktionelle Gruppe in einer organisch-chemischen Verbindung.

Peroxidation

Ist die oxidative (mittels reaktivem Sauerstoff) stattfindende Degradation von [Lipiden](#), [Proteinen](#) oder DNS.

Lipide

Ist die Sammelbezeichnung für gänzlich oder größtenteils wasserunlösliche Substanzen. Dazu gehören Fettsäuren und Triglyzeride (Fette und fette Öle), Wachse, Phospholipide (Schicht der Zellmembran) und Isoprenoide (Cholesterin, Steroide, Carotinoide etc.).

Um die Rolle der Lipide für unsere Gesundheit und in der Lebensmittelproduktion zu verstehen, sollte man die Chemie der Lipide kennen. Über 90 Prozent der Lipide in der Nahrung und im Körper sind Triglyzeride (Fette und flüssige Fette (Öle)), Cholesterin, Wachse und Phospholipide teilen sich die restlichen zehn Prozent.

Triglyzeride

Sie bestehen aus einem Molekül Glycerin (Alkohol) und 3 Molekülen Fettsäure.

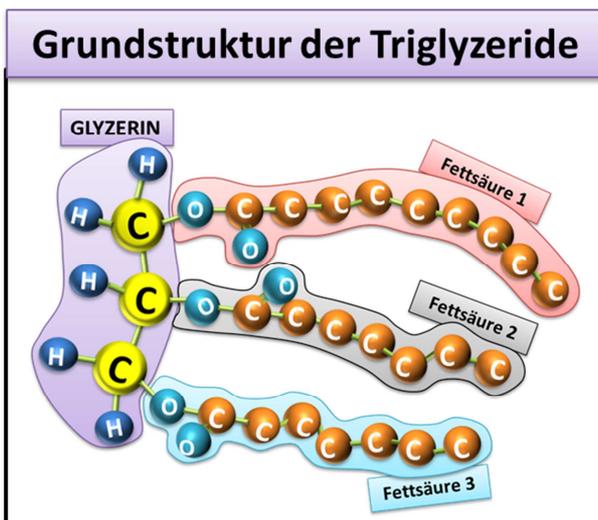


Abbildung 48: Grundstruktur der Fette auch Triglyzeride genannt, da ein Molekül Glycerin mit 3 Molekülen Fettsäure gekoppelt ist.

Fettsäuren

Fettsäuren variieren in der Länge ihrer Kohlenstoffkette (von 4 bis 22 Bausteinen) und in der Anzahl ihrer Doppelbindungen. Die meisten Fettsäuren in unserer Ernährung und unserem Körper enthalten 16 bis 18 Kohlenstoffatome. Fettsäuren werden nach der Anzahl ihrer

Doppelbindungen klassifiziert. Gesättigte Fette enthalten keine, einfach ungesättigte Fette enthalten eine und mehrfach ungesättigte Fette enthalten zwei oder mehr Doppelbindungen.

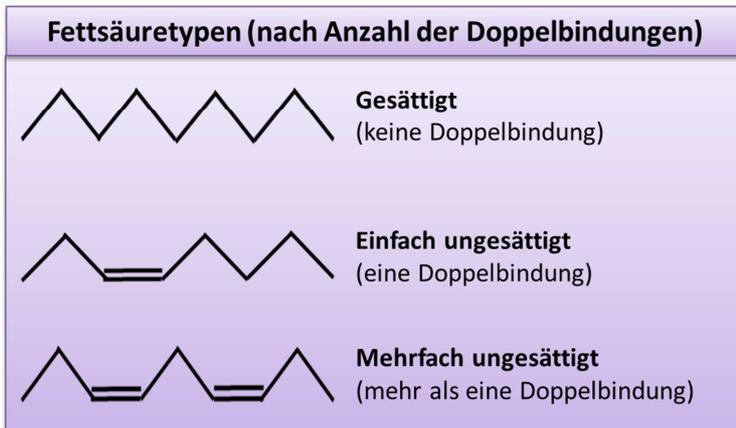


Abbildung 49: Arten an Fettsäuren, die in unserer Nahrung enthalten sind. Gesättigte Fettsäuren enthalten keine Doppelbindungen wohingegen ungesättigte Fettsäuren ein bis mehrere Doppelbindungen enthalten.

Kohlenhydrate

Kohlenhydrate oder Saccharide, zu denen vor allem die Zucker und die Stärken gehören, bilden eine biologisch und chemisch bedeutsame Stoffklasse. Als Produkt der Photosynthese machen Kohlenhydrate den größten Teil der Biomasse aus. Einfach-, Zweifach-, Mehrfach-, und Vielfachzucker (u. a. Stärke) stellen zusammen mit den Fetten und Proteinen den quantitativ größten verwertbaren Anteil an der Nahrung dar.

Neben ihrer zentralen Rolle als Energieträger spielen sie als Stützsubstanz vor allem im Pflanzenreich und in biologischen Signal- und Erkennungsprozessen (z. B. Zell-Zell-Erkennung, Blutgruppen) eine wichtige Rolle. Die Monosaccharide (Einfachzucker, z. B. Traubenzucker, Fruchtzucker), Disaccharide (Zweifachzucker, z. B. Kristallzucker, Milchzucker, Malzzucker) und Oligosaccharide (Mehrfachzucker, z. B. Raffinose) sind in der Regel wasserlöslich, haben einen süßen Geschmack und werden im engeren Sinne als Zucker bezeichnet. Die Polysaccharide (Vielfachzucker, z. B. Stärke, Cellulose, Chitin) sind hingegen oftmals schlecht oder gar nicht in Wasser löslich und geschmacksneutral.

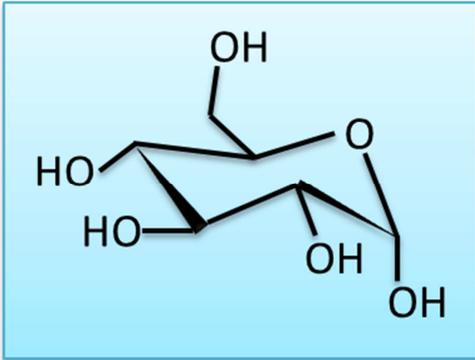


Abbildung 50: Strukturformel des Einfachzuckers Glukose.

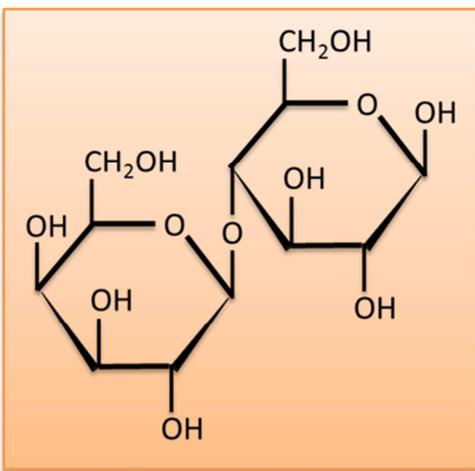


Abbildung 51: Strukturformel des Zweifachzuckers Laktose, auch Milchzucker genannt, welcher aus Galaktose und Glukose besteht.

Proteine

Oder auch Eiweiße sind Stoffe welche in unserem Körper eine sehr wichtige Aufgabe haben. Sie werden aus Aminosäuren zusammengebaut und sind sogenannte biologische Makromoleküle (sehr große Moleküle). Proteine haben im Körper eine Vielzahl an Funktionen, ohne die ein Leben nicht möglich wäre. Sie sind Bestandteil der Strukturelemente von Zellen, transportieren Stoffwechselprodukte, machen biochemische Reaktionen möglich (Enzyme), können Signalstoffe erkennen und pumpen Ionen (wie Natrium oder Kalium) in und aus den Zellen.

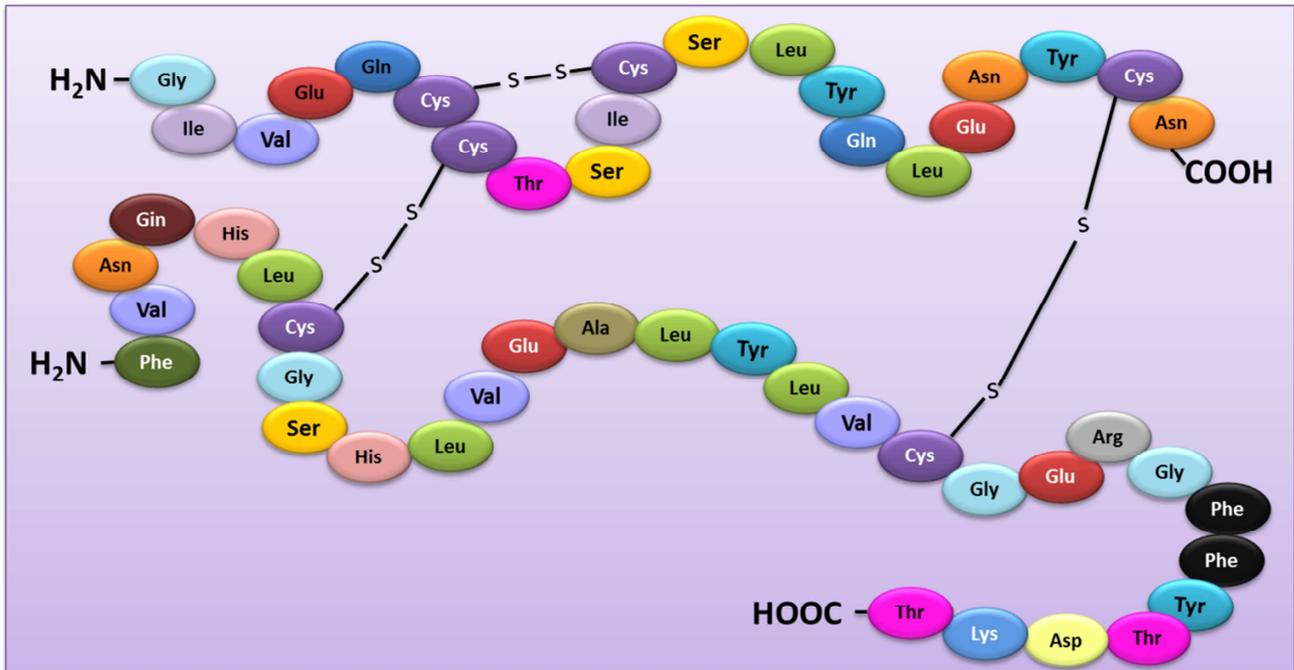


Abbildung 52: Das Protein Humaninsulin in einer einfachen Darstellungsweise. Die runden Kugeln mit Buchstaben sind die einzelnen Aminosäuren. In diesem Fall sind 2 Aminosäureketten mittels Schwefelatombriücken miteinander verbunden.

Aminosäuren

Sind die Bausteine der Proteine (Eiweiß). Aktuell sind 21 Aminosäuren bekannt, welche also proteinaufbauend sind. Sie bilden lange Ketten von bis zu mehreren tausend Aminosäuren welche dann, je nach Zusammenbau, ein bestimmtes Protein ergeben.

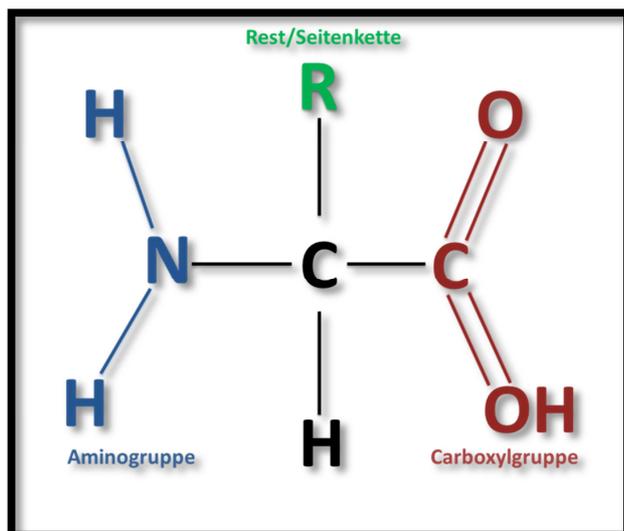


Abbildung 53: Die allgemeine Strukturformel von Aminosäuren. Das R steht für den variierenden Rest.

Nukleinsäuren

Nukleinsäuren bilden neben Proteinen, Kohlenhydraten und Lipiden die vierte große Gruppe der Biomoleküle. Ihr bekanntester Vertreter ist Desoxyribonukleinsäure (DNS oder DNA), der Speicher der Erbinformation. Neben ihrer Aufgabe als Informationsspeicher können Nukleinsäuren auch als Signalüberträger dienen oder biochemische Reaktionen katalysieren.

Gap junctions

Sind die für die Zell-Zell Kommunikation sehr wichtige Proteinkanäle, ohne die Zellen nicht überlebensfähig sind. Verlieren sie die Fähigkeit miteinander zu kommunizieren, können sie sich zu Tumorzellen entwickeln.

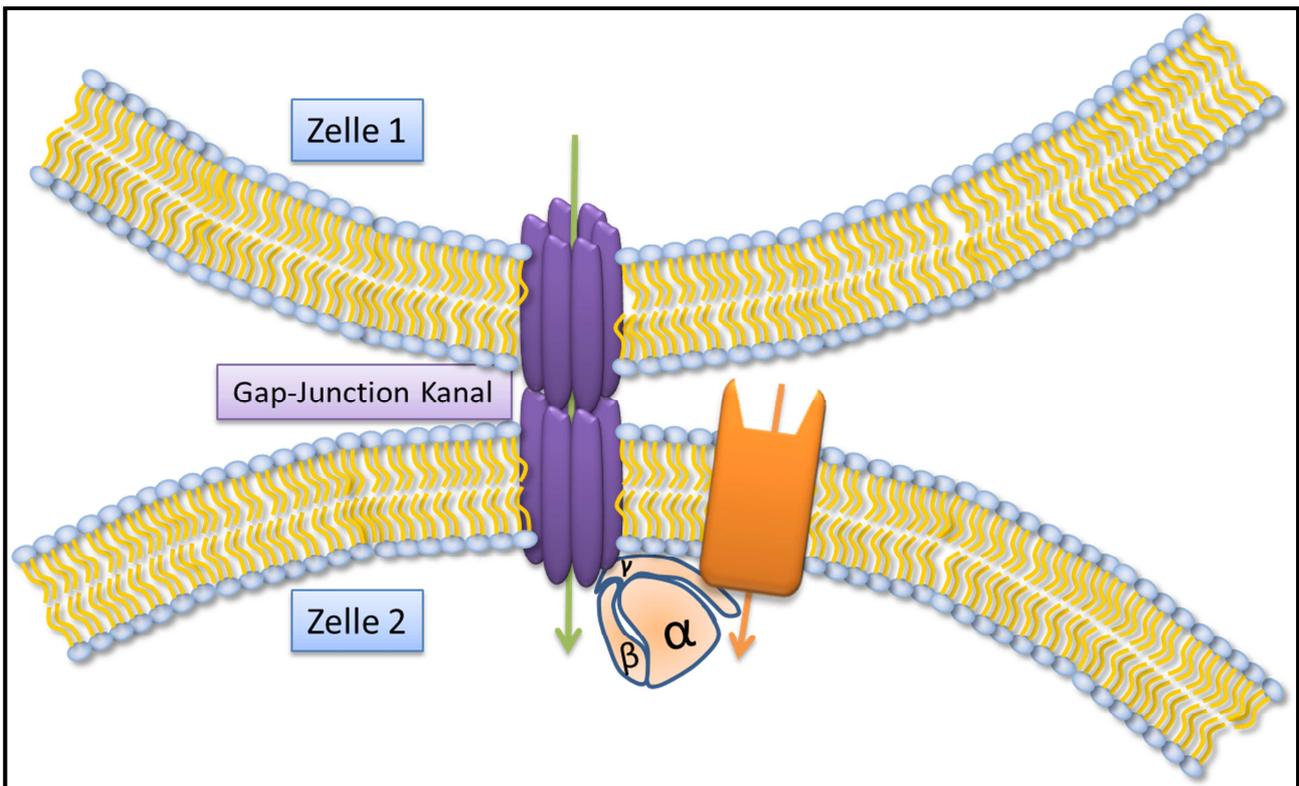


Abbildung 54: Gap junction zwischen 2 Zellen. Die violetten, miteinander verbundenen Proteinmoleküle (Connexin genannt) bilden die Kommunikationskanäle von Zellen.

Insulin

Ist ein fettunlösliches Protein mit Hormonwirkung weshalb diese Klasse der Proteine als Proteohormone bezeichnet wird.

Die Regulation der Konzentration von Glukose im Blut erfolgt durch einen Regelkreis aus zwei Hormonen, die abhängig von der Blutzuckerkonzentration ausgeschüttet werden. Insulin ist das einzige Hormon, das den Blutzuckerspiegel senken kann. Sein Gegenspieler ist das Glukagon, dessen Hauptaufgabe es ist, den Blutzuckerspiegel zu erhöhen. Auch Adrenalin, Kortisol und Schilddrüsenhormone haben blutzuckersteigernde Wirkungen.

Hormone

Diese biochemischen Botenstoffe werden von spezialisierten Zellen produziert und abgegeben. Sie haben im menschlichen Körper spezifische Wirkungen oder Regulationsfunktionen an den Zellen der Erfolgsorgane (z.B.: Leber, Niere, Galle, Haut etc.) zu verrichten.

Transkriptionsfaktor

Ein Transkriptionsfaktor ist ein Protein, das für das Ablesen von Informationen aus den Genen der DNS von Bedeutung ist. Transkriptionsfaktoren können an die DNS binden und dadurch die Produktion von Biomolekülen (Enzymen, Proteinen, Hormonen etc.) intensivieren bzw. erhöhen oder unterdrücken.

DNS

DesoxyriboNukleinSäure ist ein in allen Lebewesen vorkommendes Biomolekül und Träger der Erbinformation, also der Gene die für unsere Eigenschaften verantwortlich sind. Im Normalzustand ist DNS in Form einer Doppelhelix organisiert. Chemisch gesehen handelt es sich um Nukleinsäuren, lange Kettenmoleküle die aus vier verschiedenen Bausteinen, den Nucleotiden aufgebaut sind.

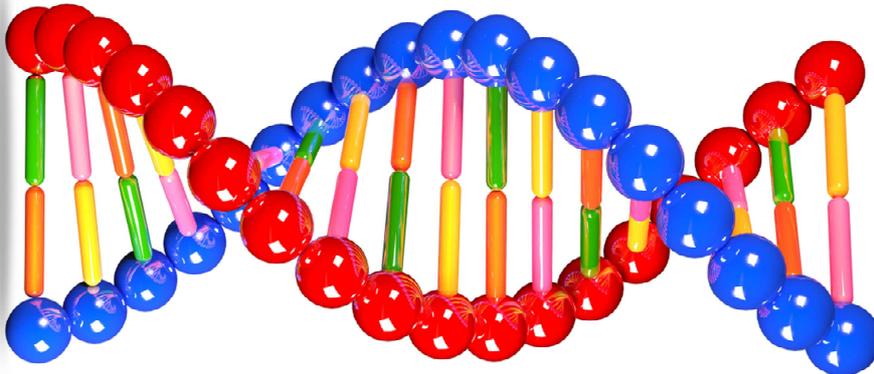


Abbildung 55: Bildnerische Darstellung der Struktur eines DNS Moleküls. © www.wikipedia.org

Nukleotide

Ein Nucleotid ist ein Grundbaustein von Nucleinsäuren (z.B. DNS). Es ist ein Molekül mit einem Phosphat-, einem Zucker- und einem Basenbestandteil. Viele Arten von Nucleotiden haben lebensnotwendige regulatorische Funktionen in Zellen, beispielsweise das ATP welches der wichtigste Energielieferant im Körper ist.

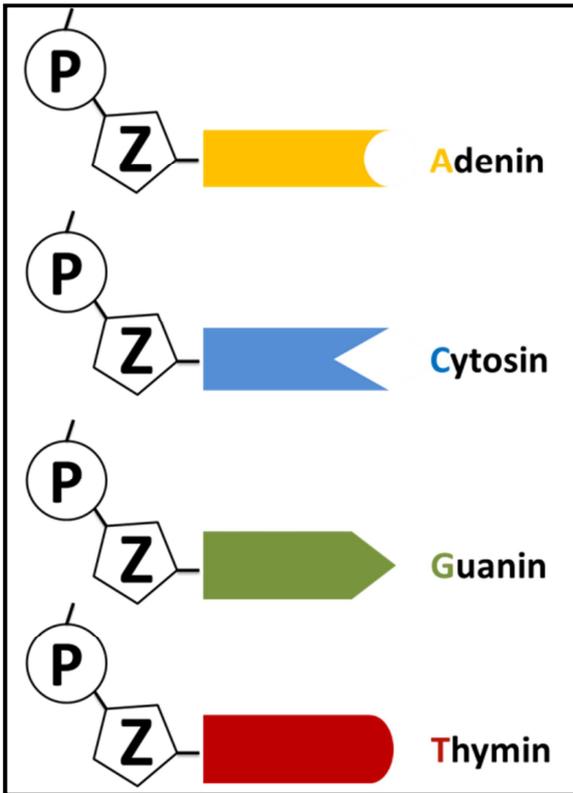


Abbildung 56: Die 4 Nukleotide, die Bausteine der DNS, dem genetischen Code.

LD₅₀

Tödliche Dosis bei 50% der Bevölkerung.

In vivo

Im Lebewesen getestet.

In vitro

Im Reagenzglas getestet. D.h., dass z.B. Darmzellen angezüchtet werden und mit diesen „in vitro Modellen“ die Situation im Körper nachgebaut wird.

Mikronährstoffe

In sehr geringen Konzentrationen in Nahrungsmitteln vorkommend und in kleinen Konzentrationen im Körper wirksam.

Nervenreizsignal

Im menschlichen Körper werden ununterbrochen Signale übertragen, um Reize zum Gehirn bzw. Befehle in andere Teile des Organismus zu übertragen. Dies geschieht mithilfe einer Spannungsänderung an der Membran (Zellschutzschicht) von Nervenzellen, sogenannten Neuronen. Diese Spannungsänderung, das Aktionspotential, erfolgt durch Ionendiffusion (wie

Natrium oder Kalzium die in die Zelle hinein oder aus der Zelle heraus wandern bzw. diffundieren) an der Membran und wird von Nervenzelle zu Nervenzelle weitergeleitet.

Was ist Bioverfügbarkeit?

Unter Bioverfügbarkeit versteht man die Menge von einem Nährstoff (etwa Mineralstoffe, Vitamine oder Sekundäre Pflanzenstoffe) die aus einem Nahrungsmittel tatsächlich in den Körper aufgenommen wird. Diese Menge entspricht nicht der Menge die in einem Lebensmittel enthalten ist z.B. wenn 100 g Karotte 18,3 mg Carotinoide enthalten, werden nicht alle 18,3 mg vom Körper vollständig aufgenommen.

Die Höhe der Aufnahme ist abhängig davon, über welchen Aufnahmemechanismus einzelne Substanzen aus dem Darm aufgenommen werden. Während des gesamten Verdauungsweges, vom Kauen über den Magen bis in den Darm, durchläuft ein Nahrungsmittel zahlreiche Veränderungen und kommt mit einer Vielzahl an anderen Stoffen in Berührung. Diese Stoffe können in der Nahrung enthalten sein oder werden über die Verdauungssäfte mit der Nahrung in Berührung gebracht. Dies kann sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die Bioverfügbarkeit haben. Oft ist die Kombination verschiedener Lebensmittel notwendig, um für bestimmte Substanzen die Bioverfügbarkeit zu erhöhen z.B. sind die meisten Carotinoide oder auch Vitamin A fettlöslich und können nur dann in den Körper aufgenommen werden, wenn auch Fett im Nahrungsbrei anwesend ist. Einen weiteren entscheidenden Einfluss auf die Bioverfügbarkeit hat die Vorbehandlung vor dem Verzehr. Kochen und backen machen zum Beispiel Mineralstoffe erst zugänglich wobei wiederum hitzeempfindliche Substanzen wie manche Polyphenole oder manche Vitamine zerstört werden

Wie funktioniert die Aufnahme von Nährstoffen in den Körper?

Im Magen wird der Speisebrei mit Magensäure angereichert, wodurch die organische Matrix der Nahrung aufgelöst wird. Der Speisebrei wird dann nach und nach in den Dünndarm abgegeben. Siehe Abbildung 57 für den detaillierten Aufbau der Darmschleimhaut.

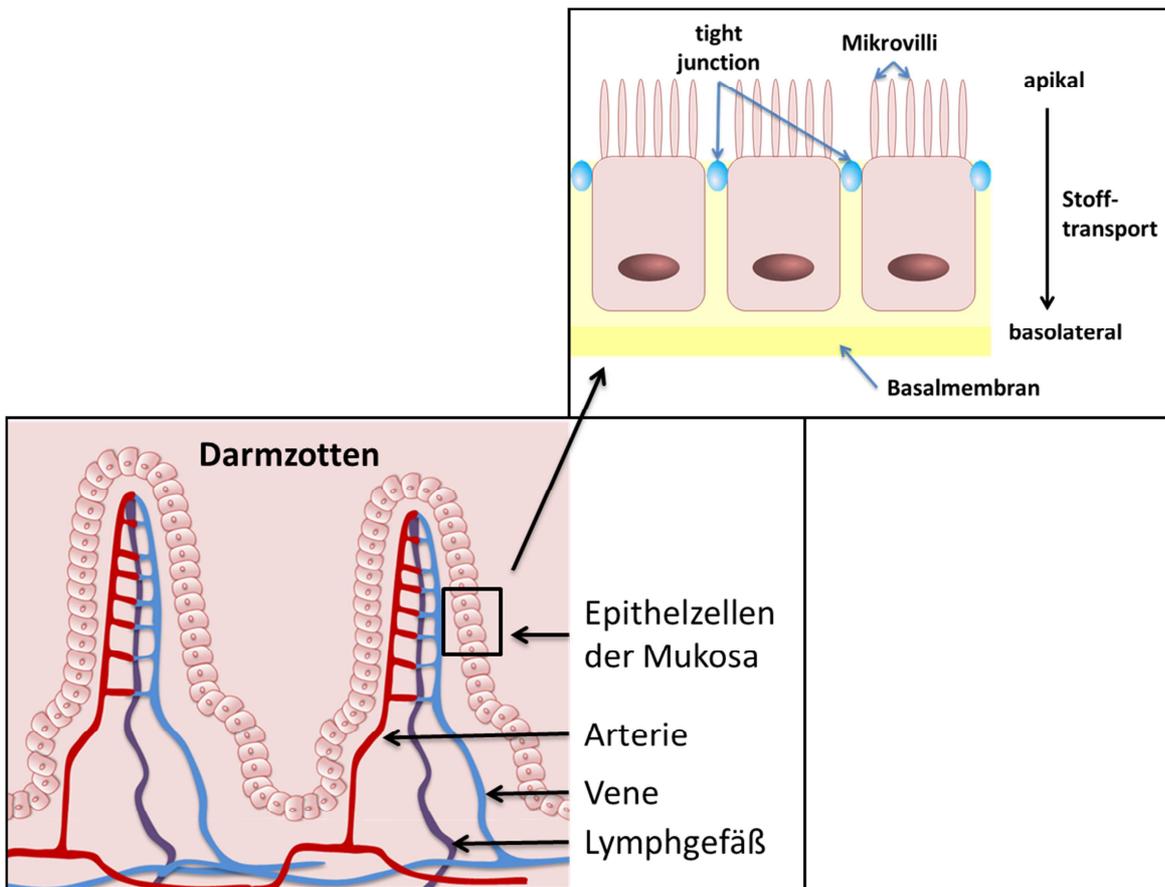


Abbildung 57: Aufbau des Darmlumens.

In Abbildung 57 kann man sehr gut erkennen, wie komplex das Darmepithel aufgebaut ist. Die Epithelzellen der Darmmukosa bilden eine Schicht über die Darmzotten. Diese Schicht ist nur ein „Monolayer“, was so viel bedeutet wie, dass eine Zelle neben der anderen Zelle liegt, jedoch keine darüber oder darunter.

Über diese Darmzellschicht werden Nährstoffe aus dem Darm aufgenommen und dann entweder direkt in die Blutbahn abgegeben oder über die das Lymphsystem in die Blutbahn eingeleitet.

Im Darm liegen die Nährstoffe als Makromoleküle vor, also als Eiweiße, Kohlenhydrate und Fette. Eiweiß und Kohlenhydrate werden von den Enzymen (biochemische Helferlein) Protease (Eiweißspaltung) und Amylase (Kohlenhydratspaltung), in ihre Bausteine zerlegt. Im Fall von Eiweiß sind das Aminosäuren und im Fall von Kohlenhydraten Monosacharide oder Einfachzucker z.B. Glukose, Fruktose oder Galaktose. Einfachzucker und Aminosäuren werden mittels aktiven Transports in die Darmzellen aufgenommen, d.h. sie müssen nicht mehr umgewandelt werden. Sie werden aus den Darmzellen auch direkt ins Blut abgegeben, siehe Abbildung 58. Fette liegen im Darm als Triglyzeride vor. Diese Fetttropfchen können in dieser Form nicht in die Darmzellen aufgenommen werden. Sie müssen in eine verwertbare

Form umgewandelt werden. Fette sind wasserunlöslich und Lipasen, die Enzyme welche Fette aufspalten sind wasserlöslich. Damit die Lipasen an die Fette heran kommen, bilden Triglyzeride und Gallensalze sogenannte Mizellen (Abbildung 61). Gallensalze haben eine wasser-, und eine fettlösliche Seite, wodurch sie in der Lage sind einerseits Triglyzeride und andererseits Lipasen zu binden, welche dann die Triglyzeride in Fettsäuren und Monoglyzeride spalten (Abbildung 58).

Kurzkettige Fettsäuren und Monoglyzeride können nun in die Darmzellen aufgenommen werden und werden teilweise ins Blut abgegeben. Längerkettige Fettsäuren und Monoglyzeride werden ebenfalls aufgenommen, jedoch werden sie in der Zelle wieder zu Triglyzeriden aufgebaut. Diese werden in weiterer Folge mit Cholesterin und Proteinen (Eiweißstoffen) zu Lipoproteinen (Chylomikronen = Eine Substanz die aus Fetten und Eiweiß aufgebaut ist) zusammengebaut. Chylomikronen werden in die Lymphkapillaren abgegeben. Von dort gelangen sie später in die Blutbahn, siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..** Die Aufnahme von Vitaminen, Mineralstoffen und sekundären Pflanzenstoffen erfolgt in ähnlicher Manier.

Was sind Enzyme?

Enzyme sind die biochemischen Werkzeuge des Stoffwechsels. Sie sind an jedem Vorgang im menschlichen Organismus beteiligt und ohne Sie würde das Wunderwerk Mensch nicht funktionieren.

Enzyme sind per Definition Eiweißmoleküle welche aus den zahlreichen Aminosäuren zusammengebaut werden. Sie wirken quasi als die „Zündkerzen“ von biochemischen Reaktionen. Es gibt zahlreiche verschiedene Enzyme die abhängig von ihrer Zusammensetzung auch unzählige an unterschiedlichen Aufgaben haben.

Enzyme liegen im Körper aktiv oder inaktiv vor. Sie enthalten spezielle Bindungsstellen für Substrate (Substanzen die sie spalten, zusammenfügen etc. siehe Abbildung 60) und solche wo Inhibitoren (hemmende Substanzen) binden können und so verhindern, dass ein Substrat binden kann, siehe Abbildung 59.

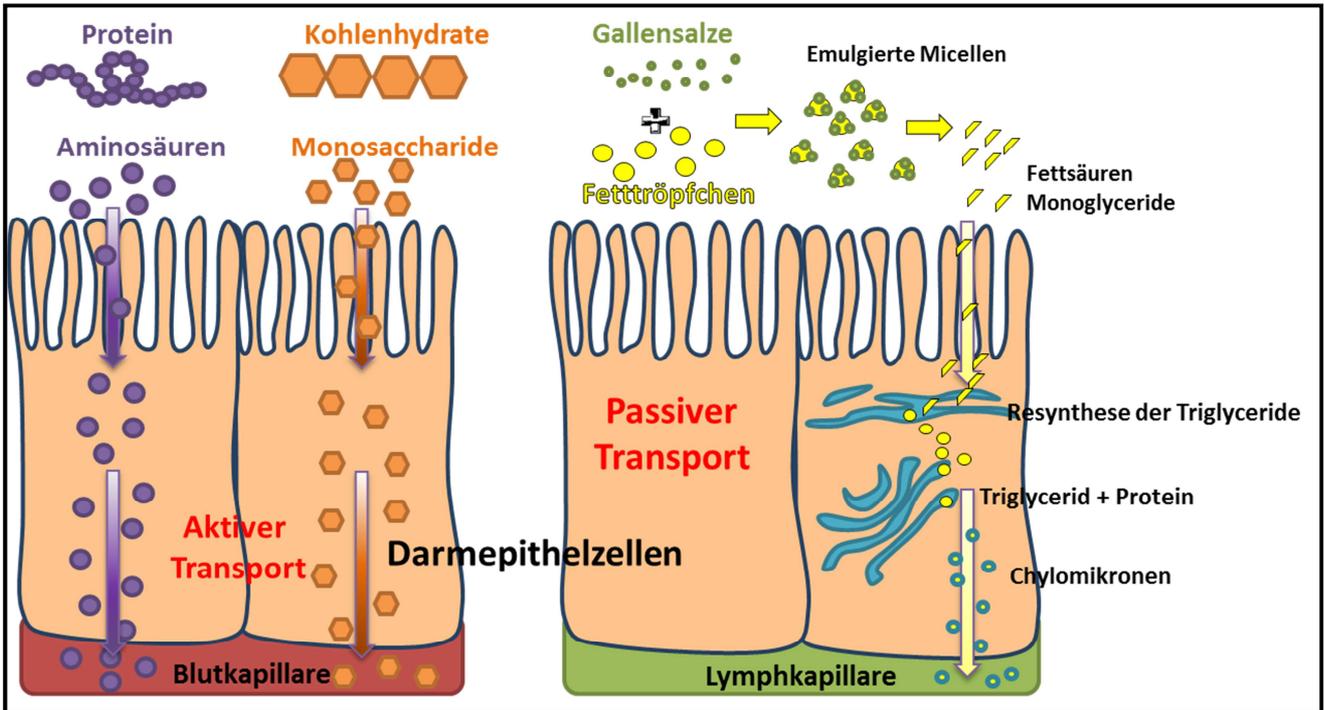


Abbildung 58. Aufnahme von Proteinen, Kohlenhydraten und Fetten in die Darmzellen und Abgabe in die Blutbahn oder das Lymphsystem

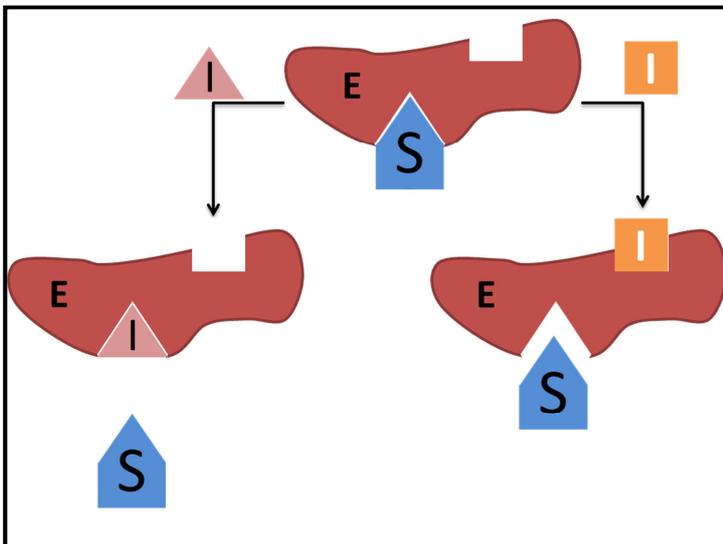


Abbildung 59: Die 2 Möglichkeiten einer Enzymhemmung. Links sieht man, wie ein Inhibitor (rotes Dreieck mit I) die Substratbindungsstelle belegt, sodass dieses nicht mehr binden kann. Rechts sieht man, dass der Inhibitor (oranges Rechteck mit I) eine andere Bindungsstelle bindet und so die Form der Substratbindungsstelle derart verändert, dass das Substrat (blauer Spitz mit S) nicht mehr am Enzym (grau) binden kann.

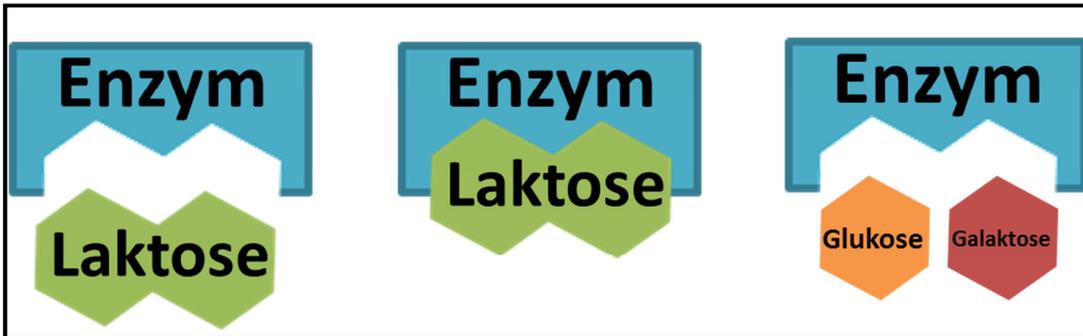


Abbildung 60: Substrat (Grün) z.B. Laktose (Milchzucker) bindet an das Enzym Laktase, welches dieses in 2 neue Substanzen aufspaltet, in diesem Fall Galaktose und Glukose.

Gallensäuremizelle

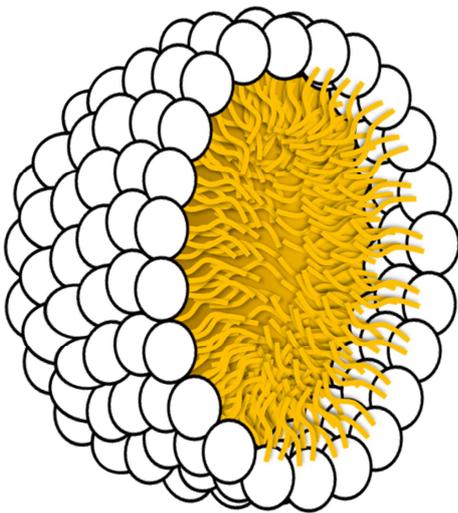


Abbildung 61: Das Transportsystem für Fette und Carotinoide, sogenannte Mizellen. Sie bestehen aus Cholesterin (weiße Kügelchen) und Fettsäureketten (gelbe Linien).

Chylomikronen

In Abbildung 62 ist ein Chylomikron auch Lipoprotein genannt dargestellt.

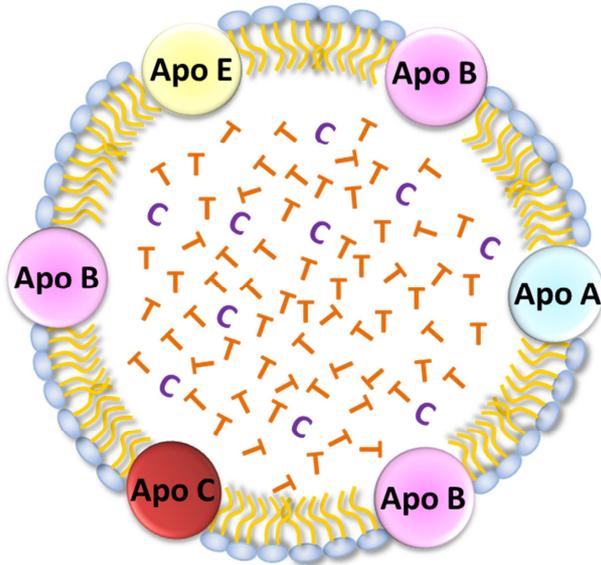


Abbildung 62: Chylomikron. Der Transport von Carotinoiden aus den Dünndarmzellen über das Lymphsystem in die Blutbahn und schließlich in die Leber wird mit diesen "Transportsystemen" durchgeführt. ©

Es besteht aus folgenden Komponenten:

- C=Cholesterin
- T=Triglyzeride
-  = Gallensäure mit Fettsäureketten
- Apo A, B, C und E = Strukturapoproteine (dienen der Festigkeit des Transportproteins).

Man unterscheidet im Allgemeinen 4 Unterarten an Lipoproteinen:

- HDL = Lipoproteine hoher Dichte
- IDL = Lipoproteine mittlerer Dichte
- VDL = Lipoproteine geringer Dichte
- VLDL = Lipoproteine sehr geringer Dichte

Was ist Albumin?

Es handelt sich um ein globuläres im Blut vorkommendes Protein. Es regelt den kolloidosmotischen Druck. Ausschlaggebend für diesen Druck, sind die in Lösung befindlichen Makromoleküle (Proteine, Fette etc.). Indem Albumin in den Blutgefäßen Wasser an sich bindet, verhindert es dessen Austritt in die Zellzwischenräume und somit ins Gewebe. Da Albumine für 80 Prozent des kolloidosmotischen Druckes des Plasmas verantwortlich sind, lässt ihr Mangel den Druck automatisch sinken und führt zu Ödemen (Wasseransammlungen im Gewebe). Albumine wirken auch stabilisierend auf den pH Wert des Blutes.

Außerdem ermöglicht Albumin wasserunlöslichen Substanzen den Transport über die Blutbahn. Es kann eine Vielzahl von Substanzen an sich binden und so im Körper verteilen.

Was sind Rezeptoren?

Rezeptoren sind Einheiten der Zellmembran, welche für den aktiven Transport von Stoffen durch die Membran sorgen oder durch binden eines Substrats an den Rezeptor eine Signalkaskade auslösen, welche z.B. zur erhöhten Produktion eines bestimmten Enzyms führen kann.

Es gibt eine Unmenge an unterschiedlichen Rezeptorarten die je nach Gewebe variieren können. Außerdem unterscheidet man noch Substratspezifische Unterarten an Rezeptoren. So gibt es etwa welche, an die nur Östrogene und östrogenähnliche Strukturen, wie die Phytoöstrogene binden können. Je nachdem wie passend die Struktur des entsprechenden Hormons ist, desto stärker werden diese an den Rezeptor gebunden.

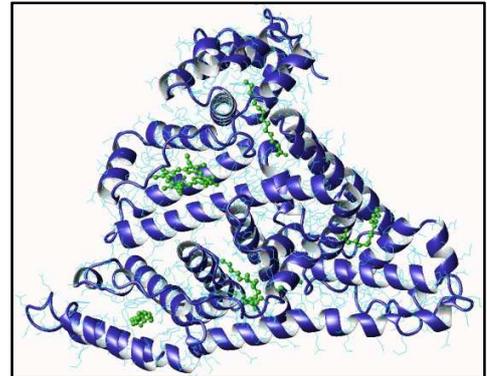


Abbildung 63: Albumin, ein globuläres Protein, welches hauptsächlich im Blut vorkommt.

http://withfriendship.com/user/svaruna/serum_albumin.php ©

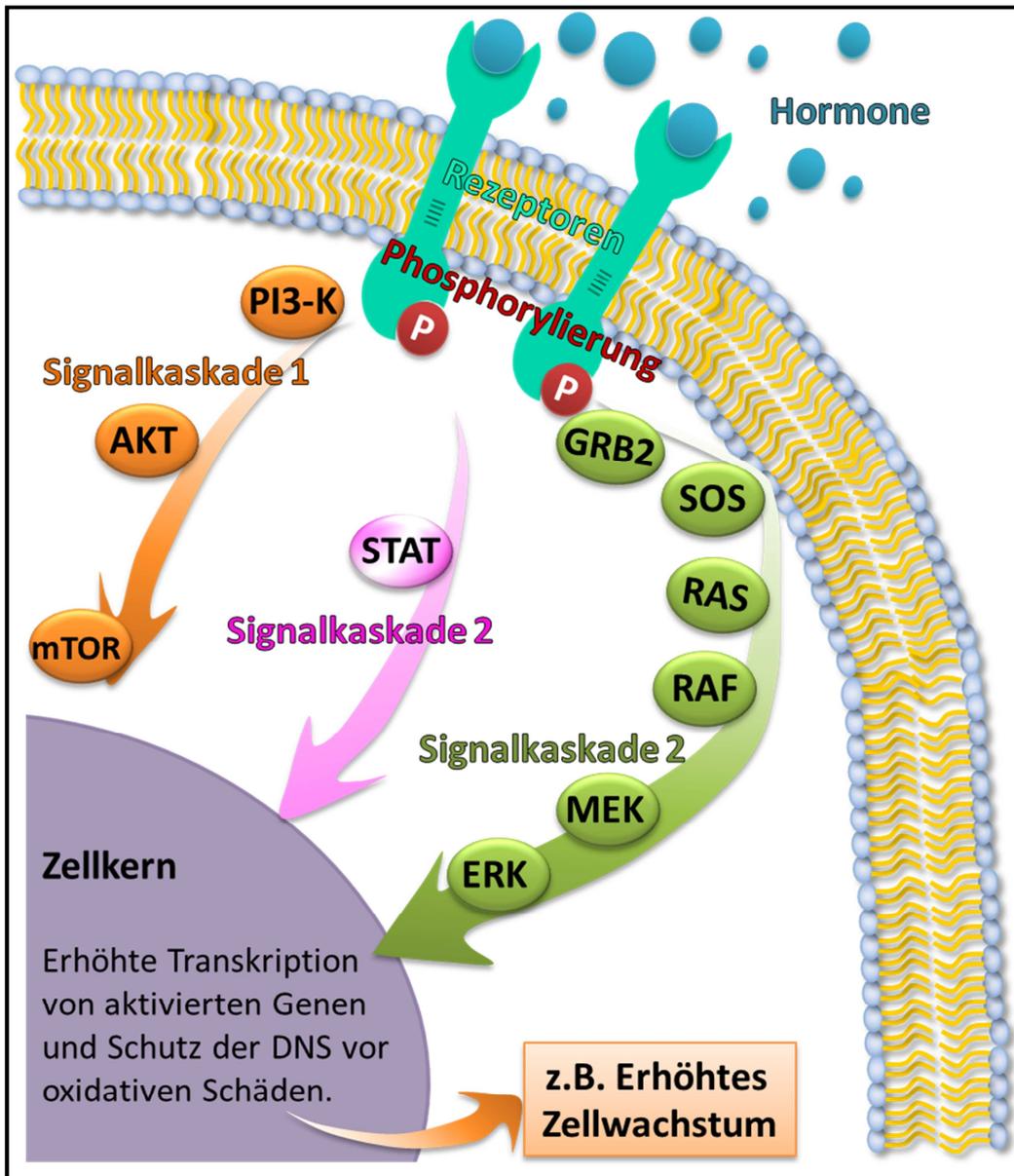


Abbildung 64: Mechanismus von Rezeptoren erklärt anhand von Hormonrezeptoren. Man sieht, dass wie durch die Bindung eines Hormons am Rezeptor, dieser phosphoryliert wird. Dadurch ist der Rezeptor aktiviert und aktiviert wiederum eine Signalkaskade, welche Substanzen aktiviert, die in den Zellkern wandern und dort die Transkription von Genen für Enzyme, welche z.B. für ein verstärktes Zellwachstum verantwortlich sind. Diese werden dadurch verstärkt produziert.

Im Körper gibt es 2 Arten an Östrogenrezeptoren, ER- α und ER- β . Phytohormone binden stärker an den ER- β Rezeptor, weisen jedoch allgemein eine verringerte Bindungsaffinität (= die Stärke mit der Substanzen an den Rezeptor gebunden werden) von nur 0,1 % im Vergleich zu humanen Östrogenen auf. Dennoch können sie sowohl das Zellwachstum als auch die Hemmung desselbigen in hormonabhängigen Zelllinien (Brust, Prostata, Gebärmutter etc.) bewirken. Siehe Abbildung 64 für eine grobe Idee, wie Hormone auf die Zelle wirken können.

Was versteht man unter Phase-I- und Phase-II-Reaktionen?

Diese Reaktionen werden auch als Entgiftungsreaktionen bezeichnet. Fettlösliche Substanzen werden dabei in wasserlösliche umgewandelt um sie aus dem Körper ausscheiden zu können. Dies passiert hauptsächlich in der Leber, dem Entgiftungsorgan des Körpers.

Bei Phase-I-Reaktionen werden funktionelle Gruppen an Substanzen gekoppelt um deren chemische Eigenschaften zu verändern. Dies reicht oft aus, um bestimmte Stoffe ausscheiden zu können oder im Körper zu verteilen oder aber es dient als Zwischenschritt um die Substanzen für die Phase-II-Reaktionen zugänglich zu machen. Bei dieser Reaktion können auch reaktive Substanzen entstehen, die z.B. eine kanzerogene Wirkung haben.

Durch Phase-II-Reaktionen wird ein extrem wasserlöslicher Stoff an die auszuscheidende oder zu verteilende Substanz gebunden. Dies kann zum Beispiel die Bindung von Glukoron an sekundäre Pflanzenstoffe sein.

Phase-I-Enzyme

Sind Monooxygenasen und Hydroxylasen ([Enzyme](#) die Sauerstoff und funktionelle Hydroxylgruppen in Substanzen einbauen), von denen mehr als 50 verschiedene Subtypen existieren, welche jeweils eine unterschiedliche Substrat-, und Wirkungsspezifität haben. Diese Enzyme sind in den meisten Geweben vorhanden, liegen aber am häufigsten in der Leber vor.

Ein paar dieser Enzyme sind auch am oxidativen Östrogenstoffwechsel und somit an der hormonabhängigen Kanzerogenese beteiligt. .

Phase-II-Enzyme

Zu dieser Klasse zählen unter anderen die Glutathion-S-Transferase, Epoxidhydrolase, Glucuronosyltransferase, Sulfotransferase und Quinon-Reduktase. Diese [Enzyme](#) wandeln Kanzerogene in inaktive, wasserlösliche Substanzen wie Glukuronide, Sulfate oder Glutathionverbindungen um. Sekundäre Pflanzenstoffe steigern die Aktivität dieser Enzyme und fördern so die Entgiftung von Kanzerogenen.

Biomembrane

Unsere Zellen werden vor äußeren Einflüssen durch eine erstaunliche Hülle geschützt, die Zellmembran oder auch Phospholipiddoppelschicht. Sie besteht aus einer Doppelschicht an Phospholipiden, Substanzen, welche an einem Ende wasserlöslich (rosarot gekennzeichnet in Abbildung 65) und am anderen Ende fettlöslich sind (längliche Fäden unterhalb der rosaroten Punkte in Abbildung 65). Die fettlöslichen zeigen zueinander und bilden so eine für die meisten Substanzen unüberwindbare Barriere.

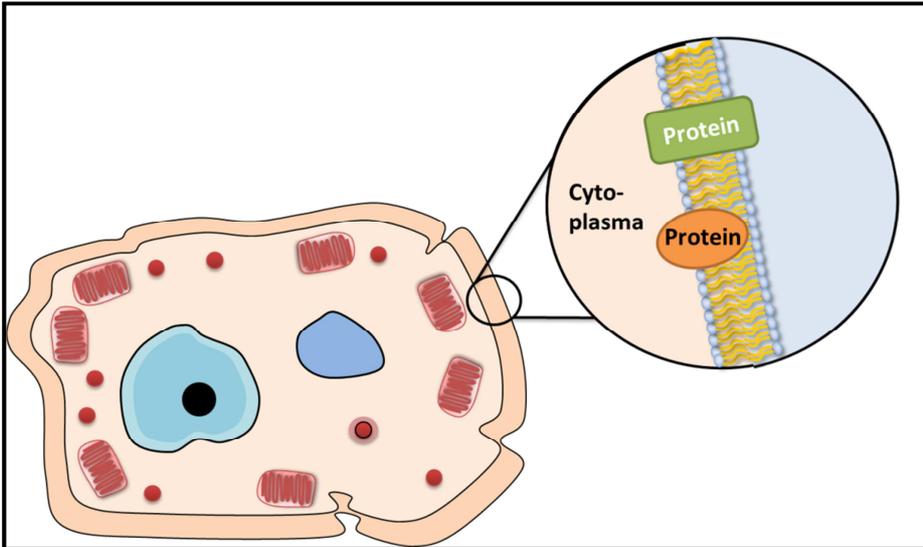


Abbildung 65: Links ist eine menschliche Zelle zu sehen. Rechts, vergrößert dargestellt, sieht man, wie die Zellhülle aufgebaut ist. Sie besteht aus Phospholipiden die in einer Doppelschicht angeordnet sind. Des Weiteren enthält diese Schicht zahlreiche Proteine, welche für den Transport von fettunlöslichen Stoffen verantwortlich sind.

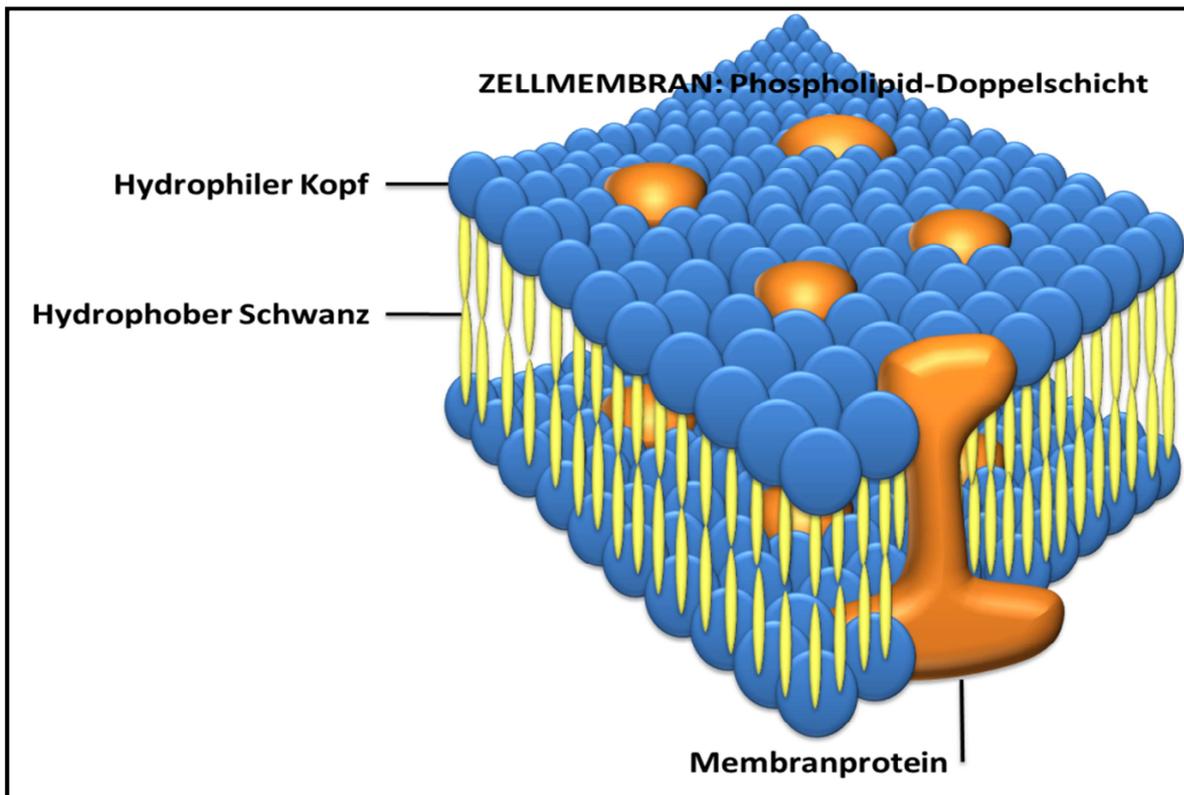


Abbildung 66: Detaillierte Ansicht der Zellmembran. Hydrophil heißt wasserlöslich und hydrophob wasserunlöslich bzw. fettlöslich. Die Gelb-braunen Unterbrechungen, die Membranproteine sind [Transport Systeme](#) für Stoffe in und aus der Zelle.

Transport Proteine

Transportproteine sind im weiteren Sinn [Proteine](#), die einen Transport von bestimmten Substanzen durchführen oder erleichtern, wobei der Zielort innerhalb derselben Zelle, direkt außerhalb der Zelle oder sogar ein anderer Ort innerhalb eines vielzelligen Organismus sein kann. Im engeren Sinn bezeichnet Transportprotein ein [Protein](#), welches stationär in der Zellmembran sitzt und den Transport durch die Zellmembran passiv erleichtert oder aktiv mittels Energieaufwand bewerkstelligt. In Abbildung 67 ist der Transport einer Substanz in eine Zelle vereinfacht dargestellt.

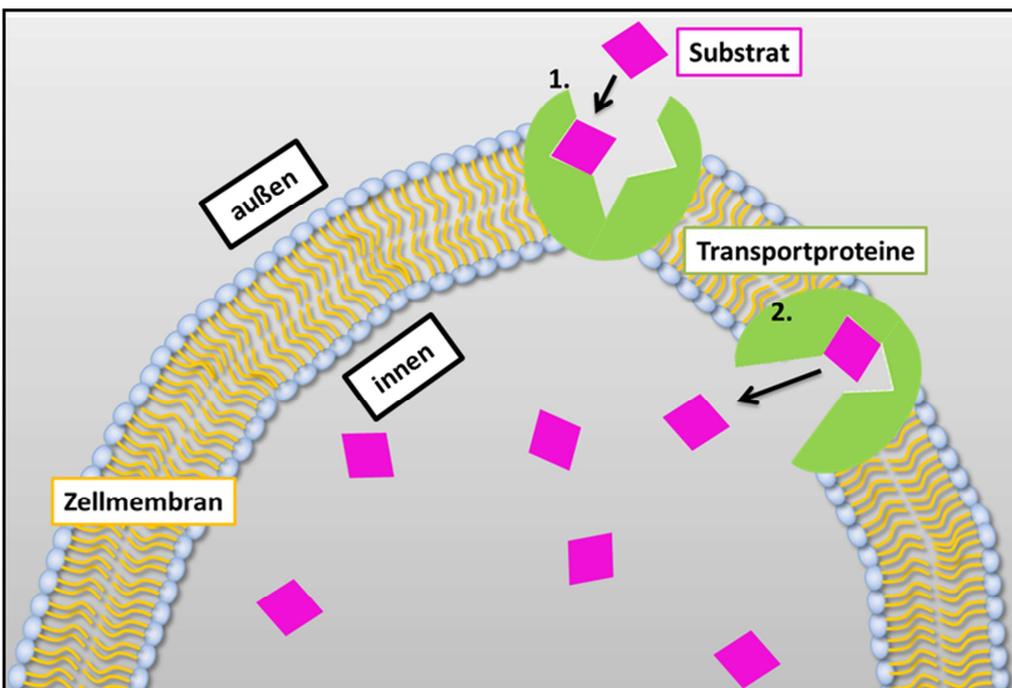


Abbildung 67: Die Zellmembran (Schutzhülle) und ein Beispiel für ein Transport Protein, welches in grün dargestellt ist. Das pinke Viereck stellt die Substanz dar, die in die Zelle hineintransportiert werden soll. Diese bindet im Transportprotein und wird durch Verwendung von Energie in die Zelle befördert.

Epidemiologie

Ist jene wissenschaftliche Disziplin, die sich mit den Ursachen und Folgen sowie der Verbreitung von gesundheitsbezogenen Zuständen und Ereignissen in Populationen beschäftigt. Eine der wichtigsten Kennzahlen stellt die Lebenserwartung einer Population dar, denn dies ist der am sichersten erfassbare Wert. Die Epidemiologie untersucht somit jene Faktoren, die zu Gesundheit und Krankheit von Individuen und Populationen beitragen, und ist deshalb die Basis aller Maßnahmen, die im Interesse der Volksgesundheit unternommen werden.

11. Literaturverzeichnis

1. **Petter, Katharina und Pohlmann, Tobias.** *Die große vegane Nährwerttabelle.* 2007.
2. **Bertil Kluthe.** www.staff.uni-mainz.de. [Online] Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1995. [Zitat vom: 19. Juli 2012.] <http://www.staff.uni-mainz.de/goldinge/vitamink.htm>.
3. **Oberbeil, Klaus.** *Obst und Gemüse als Medizin -Das Kochbuch.* München : südwest, 2011. ISBN 978-3-517-08666-8.
4. **Watzl, Bernhard und Leitzmann, Claus.** *Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln.* s.l. : Hippokrates , 2005.
5. **Picchi, Valentina, et al., et al.** Phytochemical content in organic and conventionally grown Italian cauliflower. *Food Chemistry.* 2012.
6. **Bellitz, H.-D., W.Grosch und Schieberle, P.** *Lehrbuch der Lebensmittel Chemie.* Stuttgart : Springer, 2008. ISBN 978-3-8304-5308-6.
7. **Cies'lik, Ewa, Greda, Anna und Adamus, Wiktor.** Content of Polyphenols in fruit and vegetables. *Food Chemistry.* 94, 2006, S. 135-142.
8. **Heimler, Daniela, et al., et al.** Antiradical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties. *Food Chemistry.* 99, 2006, S. 464–469.
9. **Podsędek, Anna.** Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT - Food Science and Technology.* 40, 2007, 1, S. 1-11.
10. **Ciza, Milan, et al., et al.** Different methods for control and comparison of the antioxidant properties of vegetables. *Food Control.* 21, 2010, S. 518–523.
11. **Jagdish Singh, A.K. Upadhyay, Kundan Prasad, Anant Bahadur, Mathura Rai.** Variability of carotenes, vitamin C, E and phenolics in Brassica vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis.* 20, 2007, S. 106–112.
12. **Ben-Amotz, Ami und Fishler, Rachel.** Analysis of carotenoids with emphasis on 9-k p-carotene in vegetables and fruits commonly consumed in Israel. *Food Chemistry.* 62, 1998, 4, S. 515-520.
13. **Bhaskarachary Kandlakunta, Ananthan Rajendran, Longvah Thingnganing.** Carotene content of some common (cereals, pulses, vegetables, spices and condiments) and unconventional sources of plant origin. *Food Chemistry.* 108, 2008, S. 85-89.
14. **Leitzmann, Claus, et al., et al.** *Ernährung in Prävention und Therapie.* s.l. : Hippokrates, 2003.

15. **Winkhoff, Dipl.-Ing. Jochen.** <http://www.gemuesebau.org>. [Online] [Zitat vom: 17. Juli 2012.]
16. **Dickhuth, Hans-Hermann, et al., et al.** *Sportmedizin für Ärzte*. s.l. : Deutscher Ärzte Verlag, 2010. ISBN 978-3-7691-0611-4.
17. **N.I. Krinsky, E.J. Johnson.** Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Molecular Aspects of Medicine*. 26, 2005.
18. **Shivapriya Manchalia, Kotamballi N., Chidambara Murthyb, Bhimanagouda S. Patilb.** Crucial facts about health benefits of popular cruciferous. *Journal of Functional Food*. 4, 2012.
19. **Hofer, Dr. Martin.** www.wien.gv.at. [Online] Magistrat der Stadt Wien. [Zitat vom: 20. Juli 2012.] <http://www.wien.gv.at/lebensmittel/lebensmittel/uebersicht/gemuese/weisskraut/inhalt>.
20. **U. Tiwari, E. Cummins.** Factors influencing levels of phytochemicals in selected fruit and vegetables during pre- and post-harvest food processing operations. *Food Research International*. 2011.
21. **Deutsche Gesellschaft für Ernährung.** *Sekundäre Pflanzenstoffe und ihre Wirkung auf die Gesundheit*. 2010.
22. **Watzl, Bernhard und Bub, Achim.** Carotinoide. [Hrsg.] Institut für Ernährungsphysiologie Bundesforschungsanstalt für Ernährung. *Ernährungsumschau*. 48, 2001, 2.
23. **You CS, Parker R, Goodman KJ, et al.** Evidence of cis-trans isomerization of 9-cis-beta-carotene during absorption in humans. *Am J Clin Nutr*. 64, 1996.
24. **Kristandl, Eva.** *Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe in der Prävention von Herz-Kreislauf Erkrankungen*. Wien : s.n., 2009.
25. **P. Kanagaraj · M. R. Vijayababu, B. Ravisankar, J. Anbalagan, M. M. Aruldhas, J. Arunakaran.** Effect of lycopene on insulin-like growth factor-I, IGF binding protein-3 and IGF type-I receptor in prostate cancer cells. *J Cancer Res Clin Oncol*. 2007.
26. **Metz, Dr. Gunter.** www.pharmazeutische-zeitung.de. „Scharfmacher mit Profil“. [Online] 2000. [Zitat vom: 21. Juli 2012.] <http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=22018>.
27. **Watzl, Dr. Bernhard.** Glucosinolate. *Ernährungsumschau*. 48, 2001, 8.
28. **Kübler, Dipl. oec. troph. Kerstin.** *Analyse von Glucosinolaten und Isothiocyanaten mittels Flüssigkeitschromatographie- bzw. Gaschromatographie-Massenspektrometrie*. Biologie und Chemie, Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Ernährungswissenschaft. Gießen : s.n., 2010. Dissertation.

29. **Ingrid Herr, Markus W. Büchler.** Dietary constituents of broccoli and other cruciferous vegetables: Implications for prevention and therapy of cancer. *Cancer Treatment Reviews.* 36, 2010.
30. **Döll, Dr. Michaela.** Polyphenole-bioaktive Pflanzenstoffe mit vielseitigem protektivem Potential. *Neue Wege zur Gesundheit.* 33, 2006, 5.
31. **Watzl, Bernhard, Briviba, Karlis und Rechkemmer, Gerhard.** Anthocyane. *Ernährungsumschau.* 49, 2002, 4.
32. **Watzl, Bernhard und Rechkemmer, Gerhard.** Phenolsäuren. *Ernährungs Umschau.* 48, 2001, 10.
33. —. Flavonoide. *Ernährungsumschau.* 48, 2001, 12.
34. **Netzel, Gabriele.** *Untersuchungen zur Bioverfügbarkeit und antioxidativen Kapazität von antioxidativ wirksamen Substanzen aus Rotwein, rotem Traubensaftkonzentrat, sortenreinem Apfelsaft und einem „Antiox“-Getränk beim Menschen.* Universität Gießen : s.n., 2011.
35. **Winston J. Craig, PhD.** Phytochemicals: Guardians of our Health. *Journal of the American Dietetic Association.* 1996.
36. **João R. Araújo, Pedro Gonçalves, Fátima Martel.** Chemopreventive effect of dietary polyphenols in colorectal cancer cell lines. *Nutri Research.* 31, 2011.
37. **Watzl Bernhard, Rechkemmer Gerhard.** Phytosterine. *Ernährungs Umschau.* 48, 2001, 4.
38. **Risikobewertung, Bundesinstitut für.** *Fragen und Antworten zu Pflanzensterinen.* Deutschland : Bundesinstitut für Risikobewertung, 2007.
39. **I. Kiefer, Ch. Haberzettl, Ch. Panuschka, A. Rieder.** Phytosterine und ihre Bedeutung in der Prävention von Herz-Kreislaufkrankungen. *Österreichische Zeitschrift für Kardiologie.* 9, 2002, 2.
40. **Cos, Paul, et al., et al.** Isoflavones -Recent Developments. *Planta Med.* 69, 2003, S. 589-599.
41. **Watzl Bernhard, Kulling Sabine E.** Phytoöstrogene. *Ernährungs Umschau.* 50, 2003, 6.
42. **RISHI, R.K.** PHYTOESTROGENS IN HEALTH AND ILLNESS. [Hrsg.] Central Drugs Laboratory Kalkutta Department of Pharmacology. *Indian Journal of Pharmacology.* 34, 2002, S. 311-320.
43. **Landete, J.M.** Plant and mammalian lignans: A review of source, intake, metabolism, intestinal bacteria and health. *Food Research International.* 46, 2012, 1.

44. **H.Adzersen, K. und Strowitzki, T.** Phytoöstrogene- Welche Effekte haben sie auf hormonmodulierte Krankheiten. *Gynäkologische Endokrinologie*. 1, 2003.
45. **Suk Hyung Kwon, Myung Joo Kang, Jin Seo Huh, Kyung Wok Ha, Jeong Rai Lee, Sang Kil Lee, Bong Sang Lee, In Hee Han, Min Suk Lee, Min Won Lee, Jaehwi Lee, Young Wook Choi.** Comparison of oral bioavailability of genistein and genistin in rats. *International Journal of Pharmaceutics*. 337, 2007, 1-2.
46. **Beliveau Richard Prof.Dr.med, Gingras Denis Dr.med.** *Krebszellen mögen keine Himbeeren*. s.l. : Kösel, 2008. ISBN 978-3-466-34502-1.
47. **Watzl, Bernhard.** Saponine. *Ernährungs Umschau*. 48, 2001, 6.
48. —. Sulfide. *Ernährungs Umschau*. 49, 2002, 12.
49. —. Monoterpene. *Ernährungs Umschau*. 49, 2002, 8.
50. **Jana Müller; Simon Schumacher; Peggy Olschewski; Anna Kühnert; Prof. Dr. Winfried Mann; Denis Rothe; Daniel Wagner; Daniel Engelmann.** *Bioaktive Substanzen im Gemüse*. Studienrichtung Gartenbau FH-Erfurt .
51. **J.L., Weihrauch und J.M, Gardner.** "Sterol content of foods of plant origin". *J. American Dietary Association*. 73, 1978, S. 39-47.
52. **AUVA- Allgemeine Unfallversicherungsanstalt.** *Ernährung bei Diabetes ohne Insulintherapie*. Wien : AUVA.
53. **Earl S. Ford M.D.+ M.P.H., Ali H. Mokdad Ph.D.** Fruit and Vegetable Consumption and Diabetes Mellitus Incidence among U.S. Adults. *Preventive Medicine*. 32, 2001.
54. **Duke, Dr. James A.** *Heilende Nahrungsmittel*. USA : Goldmann, 2010. ISBN 978-3-442-21919-3.
55. **Klaus Oberbeil, Dr.med. Christiane Lentz.** *Obst & Gemüse als Medizin*. München : südwest°, 2011. ISBN 978-3-517-08383-4.
56. **A.L.K. Faller, E. Fialho.** The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic cooking. *Food Research International*. 42, 2009.
57. **Abd El-Moniem M. Naguib, Farouk K. El-Baz, Zeinab A. Salama,H. Abd El Baky Hanaa , Hanaa F. Ali, Alaa A. Gaafar.** Enhancement of phenolics, flavonoids and glucosinolates of Broccoli (*Brassica oleracea*, var. *Italica*) as antioxidants in response to organic and bio-organic fertilizers. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 11, 2012.

58. **Oh, Myung-Min, Carey, Edward E. und Rajashekar, C.B.** Environmental stresses induce health-promoting phytochemicals in lettuce. *Plant Physiology and Biochemistry*. 47, 2009.
59. **Andrea Mahn, Mauricio Zamorano, Herna Barrientos, Alejandro Reyes.** Optimization of a process to obtain selenium-enriched freeze-dried broccoli Optimization of a process to obtain selenium-enriched freeze-dried broccoli. *LWT - Food Science and Technology*. 47, 2012.
60. **Yao, Yang und Ren, Guixing.** Effect of thermal treatment on phenolic composition and antioxidant activities of two celery cultivars. *LWT - Food Science and Technology*. 44, 2011.
61. **D.A. Moreno, M. Carvajal, C. L´opez-Berenguer, C. Garcia-Viguera.** Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 41, 2006.
62. **gespag-OÖ.** Zivilisationskrankheiten . *Visite*. 02, 2010.
63. **Tanja Kaiser, Heribert Schunkert.** Kardiovaskuläre Veränderungen bei Adipositas. *Herz* 2001. 26, 2001.
64. **Cabello-Hurtado, Francisco, Gicquel, Morgane und Esnault, Marie-Andrée.** Evaluation of the antioxidant potential of cauliflower (*Brassica oleracea*) from a glucosinolate content perspective. [Hrsg.] Elsevier Ltd. *Food Chemistry*. 132, 2012, S. 1003-1009.
65. **Jeffery, E.H., et al., et al.** Variation in content of bioactive components in broccoli. *Journal of Food Composition and Analysis*. 16, 2003.
66. **Elwan, M.W.M. und El-Hamed, K.E. Abd.** Influence of nitrogen form, growing season and sulfur fertilization on yield and the content of nitrate and vitamin C of broccoli. *Scientia Horticulturae*. 127, 2011.
67. **Hasperuúa, Joaquín H., Chavesa, Alicia R. und Martínezb, Gustavo A.** End of day harvest delays postharvest senescence of broccoli florets. *Postharvest Biology and Technology*. 59, 2011.
68. **Bell Simone, Kannengiesser Sven.** *EuroFIR eSearch*. [Online] EuroFIR AISBL. All rights reserved., 2010-2011. [Zitat vom: 31. Juli 2012.] <http://esearch.eurofir.org>. 20110523.
69. **W. Schalch, L.T.Chylack.** Antioxidative Mikronährstoffe und Katarakt. *Der Ophthalmologe*. 3, 2003.
70. **T.E. Dorner, D. Genser, G. Krejs, J. Slany, B. Watschinger, C. Ekmekcioglu, A. Rieder.** Hypertonie und Ernährung. [Hrsg.] Urban & Vogel. *Herz* 2012. 2012.

71. **Lyn Patrick- Thorne Research, Inc.** Beta-Carotene:The Controversy Continues. *Alternative Medicine Review*. 5, 2000, 6.

Für Konsumenten

2. **Bertil Kluthe.** www.staff.uni-mainz.de. [Online] Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1995. [Zitat vom: 19. Juli 2012.] <http://www.staff.uni-mainz.de/goldinge/vitamink.htm>.

3. **Oberbeil, Klaus.** *Obst und Gemüse als Medizin -Das Kochbuch.* München : südwest, 2011. ISBN 978-3-517-08666-8.

4. **Watzl, Bernhard und Leitzmann, Claus.** *Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln.* s.l. : Hippokrates , 2005.

14. **Leitzmann, Claus, et al., et al.** *Ernährung in Prävention und Therapie.* s.l. : Hippokrates, 2003.

15. **Winkhoff, Dipl.-Ing. Jochen.** <http://www.gemuesebau.org>. [Online] [Zitat vom: 17. Juli 2012.]

19. **Hofer, Dr. Martin.** www.wien.gv.at. [Online] Magistrat der Stadt Wien. [Zitat vom: 20. Juli 2012.] <http://www.wien.gv.at/lebensmittel/lebensmittel/uebersicht/gemuese/weisskraut/inhalt>.

21. **Deutsche Gesellschaft für Ernährung.** *Sekundäre Pflanzenstoffe und ihre Wirkung auf die Gesundheit.* 2010.

22. **Watzl, Bernhard und Bub, Achim.** Carotinoide. [Hrsg.] Institut für Ernährungsphysiologie Bundesforschungsanstalt für Ernährung. *Ernährungsumschau.* 48, 2001, 2.

26. **Metz, Dr. Gunter.** www.pharmazeutische-zeitung.de. „Scharfmacher mit Profil“. [Online] 2000. [Zitat vom: 21. Juli 2012.] <http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=22018>.

27. **Watzl, Dr. Bernhard.** Glucosinolate. *Ernährungsumschau.* 48, 2001, 8.

30. **Döll, Dr. Michaela.** Polyphenole-bioaktive Pflanzenstoffe mit vielseitigem protektivem Potential. *Neue Wege zur Gesundheit.* 33, 2006, 5.

31. **Watzl, Bernhard, Briviba, Karlis und Rechkemmer, Gerhard.** Anthocyane. *Ernährungsumschau.* 49, 2002, 4.

32. **Watzl, Bernhard und Rechkemmer, Gerhard.** Phenolsäuren. *Ernährungs Umschau.* 48, 2001, 10.

33. —. Flavonoide. *Ernährungsumschau*. 48, 2001, 12.
34. **Netzel, Gabriele**. *Untersuchungen zur Bioverfügbarkeit und antioxidativen Kapazität von antioxidativ wirksamen Substanzen aus Rotwein, rotem Traubensaftkonzentrat, sortenreinem Apfelsaft und einem „Antiox“-Getränk beim Menschen*. Universität Gießen : s.n., 2011.
37. **Watzl Bernhard, Rechkemmer Gerhard**. Phytosterine. *Ernährungs Umschau*. 48, 2001, 4.
38. **Risikobewertung, Bundesinstitut für**. *Fragen und Antworten zu Pflanzensterinen*. Deutschland : Bundesinstitut für Risikobewertung, 2007.
39. **I. Kiefer, Ch. Habertzettl, Ch. Panuschka, A. Rieder**. Phytosterine und ihre Bedeutung in der Prävention von Herz-Kreislaufkrankungen. *Österreichische Zeitschrift für Kardiologie*. 9, 2002, 2.
41. **Watzl Bernhard, Kulling Sabine E**. Phytoöstrogene. *Ernährungs Umschau*. 50, 2003, 6.
46. **Beliveau Richard Prof.Dr.med, Gingras Denis Dr.med**. *Krebszellen mögen keine Himbeeren*. s.l. : Kösel, 2008. ISBN 978-3-466-34502-1.
47. **Watzl, Bernhard**. Saponine. *Ernährungs Umschau*. 48, 2001, 6.
48. —. Sulfide. *Ernährungs Umschau*. 49, 2002, 12.
49. —. Monoterpene. *Ernährungs Umschau*. 49, 2002, 8.
50. **Jana Müller; Simon Schumacher; Peggy Olschewski; Anna Kühnert; Prof. Dr. Winfried Mann; Denis Rothe; Daniel Wagner; Daniel Engelmann**. *Bioaktive Substanzen im Gemüse*. Studienrichtung Gartenbau FH-Erfurt .
52. **AUVA- Allgemeine Unfallversicherungsanstalt**. *Ernährung bei Diabetes ohne Insulintherapie*. Wien : AUVA.
54. **Duke, Dr. James A**. *Heilende Nahrungsmittel*. USA : Goldmann, 2010. ISBN 978-3-442-21919-3.
55. **Klaus Oberbeil, Dr.med. Christiane Lentz**. *Obst & Gemüse als Medizin*. München : südwest°, 2011. ISBN 978-3-517-08383-4.