



Einfluss des Reiskonsums auf die Gesundheit

Verfasserin

Birgit Walter, Dipl. Lm. Ing. ETH

Leitung

Paolo Colombani, Dr. sc. nat. Dipl. Lm. Ing. ETH

Im Auftrag von

RISO – Reisförderung Schweiz, Bern

Zürich, September 2007

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	3
2	EINLEITUNG.....	5
3	REISSORTEN	7
4	VERARBEITUNG DES REISES.....	8
5	INHALTSSTOFFE VON BRAUNEM UND WEISSEM REIS.....	9
5.1.	Kohlenhydrate	9
5.2.	Proteine.....	10
5.3.	Fette.....	11
5.4.	Mineralstoffe	12
5.5.	Vitamine	12
5.6.	Sekundäre Pflanzenstoffe	14
6	INHALTSSTOFFE VON PARBOILED REIS.....	15
6.1.	Mineralstoffe	15
6.2.	Vitamine	16
7	ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGISCHE BEDEUTUNG VON REIS	17
7.1.	Gesundheitsfördernde Wirkungen der Inhaltsstoffe von braunem und weissem Reis	17
7.1.1.	Kohlenhydrate.....	17
7.1.2.	Nahrungsfasern	18
7.1.3.	Proteine.....	19
7.1.4.	Fette	20
7.1.5.	Mineralstoffe.....	21
7.1.6.	Vitamine.....	24
7.1.7.	Sekundäre Pflanzenstoffe	26
7.2.	Gesundheitsfördernde Wirkung von Parboiled Reis.....	27
7.3.	Einfluss des Reiskonsums auf verschiedene gesundheitliche Aspekte	28
7.3.1.	Glykämischer Index.....	28
7.3.2.	Antioxidative Wirkung	29
7.3.3.	Hypoallergene Eigenschaften und Unverträglichkeitsreaktionen	29
7.3.4.	Weitere Eigenschaften	30
7.4.	Einfluss des Konsums von Reiskleie und Reiskeimöl auf die Gesundheit	30
7.4.1.	Gesundheitsfördernde Wirkung der Inhaltsstoffe von Reiskleie und Reiskeimöl.....	31
7.4.2.	Cholesterinsenkender Effekt.....	32
7.5.	Negative Wirkungen eines erhöhten einseitigen Reiskonsums.....	32

7.6.	Tabellarische Zusammenfassung.....	33
7.6.1.	Positive ernährungsphysiologische Wirkungen von braunem Reis.....	33
7.6.2.	Positive ernährungsphysiologische Wirkungen von weissem Reis	34
7.6.3.	Positive ernährungsphysiologische Wirkungen von Parboiled Reis	35
8	LITERATURVERZEICHNIS	37
9	ANHANG.....	41

1 ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund: In dieser Arbeit wurde anhand einer Literaturrecherche die ernährungsphysiologische Bedeutung des Reiskonsums in der europäischen Kost untersucht. In Hauptteil der Arbeit stand die Nährstoffbetrachtung in Vordergrund, d.h. es wurde die Zusammensetzung des Reises sowie die Gesundheitsbeeinflussende Wirkung der einzelnen in weissem, braunen und Parboiled Reis enthaltenen Nährstoffe behandelt (ohne direkt zu berücksichtigen, dass diese Nährstoffe aus dem Reis stammten). Zusätzlich wurde dann auch die Perspektive auf die Betrachtung von Reis als ganzes Lebensmittel gelegt.

Ergebnisse: Innerhalb der verschiedenen Sorten aber auch aufgrund unterschiedlichen Anbaubedingungen und Verarbeitungsprozessen liegt eine gewisse Streubreite in der Menge der Inhaltsstoffe vor, die im Falle der Vitamine und insbesondere der Mineralstoffe enorm gross sein kann. Absolute, verallgemeinernde Angaben zum Mineralstoff- und Vitamingehalt von Reis sind deshalb praktisch nicht möglich. Der braune Reis, auch Vollreis genannt, hat einen deutlich höheren Nährwert als der geschälte weisse Reis. Der beim Mahlvorgang entfernte Keimling sowie das Silberhäutchen sind reich an Vitaminen, Mineralstoffen, Nahrungsfasern und sekundären Pflanzenstoffen. All diese Stoffe, die einen Beitrag zu einer gesunden Ernährungsweise liefern können, gehen somit beim Mahlen verloren. Dementsprechend enthält brauner Reis etwa 70 % mehr Mineralstoffe als weisser Reis und verfügt über bedeutende Mengen an B-Vitaminen, Niacin, Biotin sowie Pantothenensäure. Um den erwähnten Verlust der Nährstoffe beim Mahlen zu reduzieren, wird das Parboiling-Verfahren eingesetzt, bei dem vor dem Mahlvorgang ein Teil der sich in den äusseren Schichten des Reiskorns sich befindenden Mineralstoffe und Vitamine unter Druck ins innere des Korns gepresst werden. Dies führt beim weissen Parboiled Reis verglichen mit dem weissen Reis zu einem höheren Gehalt der Vitamine B₁, B₂ und Niacin sowie einiger Mineralstoffe.

Die Reiskleie fällt beim Mahlen des braunen Reises an und enthält alle Nährstoffe des Keimes und des Silberhäutchens. Die Reiskleie ist daher reich an Proteinen, Fetten, Nahrungsfasern, Mineralstoffen, B-Vitamine sowie sekundären Pflanzenstoffen zu denen unter anderem das γ -Oryzanol gehört. Die Reiskleie und das daraus hergestellte Reiskeimöl wirken antioxidativ, haben einen positiven Einfluss auf den Magendarmtrakt, den Cholesterinspiegel, den Zuckerkreislauf und geht bei einem genügend hohen Verzehr mit einem verminderten Risiko von Herzkreislauf-Erkrankungen und Krebs einher. Daher können die Reiskleie als Nahrungsergänzung, Zusatz zu Frühstückscerealien und Backwaren sowie das Reiskeimöl als nährstoffreiches Öl einen wichtigen Beitrag zur gesunden Ernährung liefern.

Schlussfolgerung: Reis als stärkehaltiges, fett- und proteinarmes Lebensmittel hat im Sinne der Lebensmittelpyramide als Bestandteil einer gesunden, ausgewogenen und präventiven Ernährung seinen Platz in einer sinnvollen Lebensweise. Der weisse Reis verfügt über einen bedeu-

tend tieferen Nährwert als der braune Reis. Ergänzt durch Gemüse, Fleisch und Fisch ist er jedoch ein wertvolles und fettarmes Lebensmittel. Der braune Reis enthält hochwertige Proteine, bedeutende Mengen an Vitamin B₁, B₆, Niacin, Biotin und Pantothenensäure, sowie an den Mineralstoffen Magnesium, Phosphor, Kupfer, Zink, Mangan und Selen. Zudem sind im braunen Reis Nahrungsfasern und sekundäre Pflanzenstoffe enthalten. Alle diese Inhaltsstoffe tragen zu einer gesunden Ernährungsweise bei. Eine weitere ernährungsphysiologische Bedeutung kommt dem Reis zudem bei der glutenfreien Ernährung zu. Im Gegensatz zu den meisten anderen Getreidesorten wie Weizen, Roggen und Gerste ist Reis glutenfrei und eignet sich daher auch zum Verzehr für Personen, die an Zöliakie leiden. Reis ist allgemein als hypoallergenes Lebensmittel anerkannt und wird daher für die Entwicklung von hypoallergenen Rezepturen eingesetzt. Insgesamt kann Reis somit als sinnvoller Bestandteil einer ausgewogenen Ernährung betrachtet werden und hat sicherlich seinen Platz in einer präventiven Ernährungsweise. Es gilt jedoch, wie bei allen anderen Lebensmitteln, dass auch beim Reis bei einem übermäßigen Konsum negative gesundheitliche Auswirkungen zu erwarten sind. Diese sind aber weniger mit dem Reis per se zu verbinden, als von der resultierenden Verdrängung anderer Lebensmittel aus der Ernährung. Eine Beurteilung des Reises sollte somit immer mit entsprechender Berücksichtigung der konsumierten Menge einhergehen, was aufgrund der starken Streubreite aber bei den Mineralstoffen und Vitaminen jedoch nicht einfach ist.

2 EINLEITUNG

Die Gesundheit des Menschen hängt von vielen Faktoren ab und die Lebensweise spielt dabei eine zentrale Rolle. Neben dem Nicht-Rauchen und einer ausreichenden körperlichen Aktivität ist eine sinnvolle Ernährungsweise massgeblich an der Aufrechterhaltung eines gesunden Stoffwechsels beteiligt, sie ist somit für das Wohlbefinden des Menschen elementar.

Die Schweizer Lebensmittelpyramide stellt eine ausgewogene Mischkost dar, welche eine ausreichende Zufuhr an Energie sowie lebensnotwendigen Nähr- und Schutzstoffen gewährleistet (Abbildung 1). Gemäss ihrer Empfehlung sollen Getreide wie beispielsweise der Reis sowie Hülsenfrüchte zu jeder Hauptmahlzeit konsumiert werden. Reis wird somit als Bestandteil einer gesunden, ausgewogenen und präventiven Ernährungsweise betrachtet.

Empfehlungen zum gesunden und genussvollen Essen und Trinken für Erwachsene Lebensmittelpyramide



Abbildung 1: Lebensmittelpyramide der Schweizerischen Gesellschaft für Ernährung (1)

Die Ernährungsweise kann sich einerseits präventiv auf die Entwicklung von Krankheiten auswirken, aber auch einen Risikofaktor für deren Entstehung darstellen. Verschiedene epidemiologische Studien konnten aufzeigen, dass der Konsum von Vollkorngetreide mit einem reduzierten Risiko von chronischen Krankheiten einher geht (2-8). Reis ist weltweit eines der wichtigsten Getreide und für mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung das wichtigste Grundnahrungsmittel. Laut Verbrauchsstatistiken der FAO wird in Süd- und Südostasien der Energiebedarf zu ca. 50 % durch Reis gedeckt (9). Weltweit ist der Verbrauch an Reis mit einer durch-

schnittlichen Deckung des Energiebedarfs von 20 % deutlich kleiner, während es in Europa gar nur noch etwa 1 bis 2 % sind (10). Zu beachten ist, dass die oben erwähnten Verbrauchsstatistiken die jeweils verfügbare Menge an Reis darstellt, welche nicht dem effektiven Verzehr entspricht. Sie zeigen jedoch deutlich den unterschiedlichen Stellenwert von Reis in der asiatischen und europäischen Kost auf.

In dieser Arbeit wurde der Einfluss des Reiskonsums auf die Gesundheit des Menschen anhand einer Literaturrecherche untersucht. Der Fokus wurde dabei auf seine Bedeutung in der europäischen Kost gelegt, in der der Reis als Teil einer ausgewogenen und abwechslungsreichen Ernährung zum Speiseplan gehört. Im ersten Teil wurde die Zusammensetzung der verschiedenen Reissorten zusammengetragen, um darauf aufbauend im zweiten Teil die gesundheitsfördernde Wirkung der einzelnen Nährstoffe zu diskutieren. Im Weiteren wurde zusätzliche gesundheitsrelevante Aspekte wie der Glykämische Index oder die hypoallergenen Eigenschaften behandelt, auf die der Reiskonsum einen Einfluss hat. Ein kurzes Kapitel werden auch der Reiskleie und dem Reiskeimöl gewidmet, da es hierzu verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen gibt, die einen direkten Zusammenhang zwischen deren Konsum und einem reduzierten Cholesterinspiegel aufzeigen. Abschliessend sind die gesundheitsrelevanten Aspekte des Reiskonsums tabellarisch zusammengefasst.

3 REISSORTEN

Reis gehört zu der Graspflanzengattung *Oryza* und die Kulturform *Oryza sativa* L. lässt sich grob in zwei Hauptgruppen unterteilen. Die Indica-Sorten sind besonders an die tropischen Bedingungen angepasst, gegen Trockenheit, Schädlinge und Krankheiten recht resistent und besitzen schmale, lange Körner (Langkornreis). Die Japonica-Sorten hingegen bringen Reis mit ovalen bis runden Körnern hervor und werden vor allem in den gemäßigten Zonen sowie in den tropischen Hochländern angebaut (Mittel- und Rundkornreis). Japonica-Reis nimmt beim Kochen mehr Flüssigkeit auf, quillt und wird leicht klebrig. Der Indica-Reis nimmt dagegen nur wenig Flüssigkeit auf und verklebt nicht. Weltweit gehören 80 % der Produktion der Indica-Sorten an (11). Sowohl die Indica- als auch die Japonica-Sorten werden wiederum in verschiedenen Sorten aufgeteilt, sodass es global über hunderttausend Reissorten gibt (10). Diese enorme Artenvielfalt ist auf die über 5000jährige Anbautradition, die unterschiedlichen Anbaubedingungen in den verschiedenen klimatischen Zonen sowie auf die Züchtungen zurückzuführen.

4 VERARBEITUNG DES REISES

Der Reis wird als so genannter Rohreis oder Paddyreis geerntet und anschliessend getrocknet. In einem nächsten Schritt werden die Spelzen in der Reismühle entfernt. Das Korn ist nur noch vom Keimling und dem Silberhäutchen (Aleuronschicht, Frucht- und Samenschale) umgeben und wird jetzt Vollreis oder **brauner Reis** genannt. Beim anschliessenden Schleifvorgang werden das Silberhäutchen und der Keimling entfernt, wobei der **weisse Reis** entsteht (Abbildung 2, 3). Die beim Schleifen anfallenden Partikel bilden die Reiskleie (12).

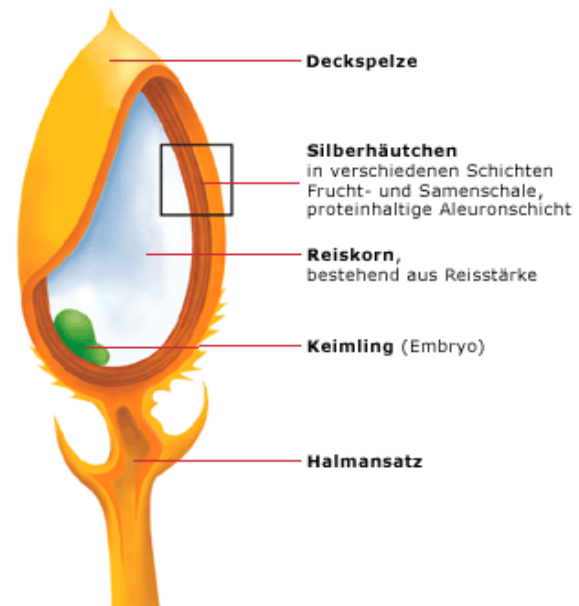


Abbildung 2: Anatomie des Reiskorns (13)

Bei der industriellen Verarbeitung kann der Rohreis auch zunächst mit Dampf behandelt oder in heisses Wasser eingelegt werden, so dass die im Silberhäutchen und im Keimling enthaltenen Inhaltsstoffe herausgelöst werden. Anschliessend werden die so gelösten Vitamine und Mineralstoffe unter hohem Druck in das Reiskorn hineingepresst, das Korn mit Dampf versiegelt und unter Vakuum getrocknet und an der Oberfläche gehärtet. Erst jetzt werden die Spelze entfernt und die Körner geschliffen. Der so verarbeitete Reis wird **Parboiled Reis** genannt und macht etwa 25 % der Welternte aus.



Abbildung 3: Brauner Reis, weisser Reis, Parboiled Reis (13)

5 INHALTSSTOFFE VON BRAUNEM UND WEISSEM REIS

Die Inhaltsstoffe des Reises können in qualitativer wie auch quantitativer Hinsicht aufgrund der grossen Sortenvielfalt, den Anbau- und Witterungsbedingungen, der Verarbeitung sowie des Transports und der Lagerung stark variieren (Tabelle 1). Nachfolgend werden die Inhaltsstoffe vom braunen Reis, der noch das Silberhäutchen inklusive die Aleuronschicht sowie den Keimling enthält, und vom weissen Reis diskutiert.

Die Inhaltsstoffe innerhalb des Reiskorns sind sehr unterschiedlich verteilt. Der braune Reis enthält 2- bis 3-mal mehr Mineralstoffe und Nahrungsfasern als der weisse Reis, da diese insbesondere im Keimling und Silberhäutchen enthalten sind. Der Gehalt an Fetten ist 5-mal und der Anteil an Vitaminen 2- bis 10-mal höher (14). Durch das Schleifen und Polieren des Reises gehen Fett, Proteine, Nahrungsfasern, Mineralstoffe, Vitamine sowie die sekundären Pflanzenstoffe verloren. Einzig der Anteil an verfügbaren Kohlenhydraten, insbesondere der Stärke, ist in weissem Reis höher (Tabelle 1).

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung von braunem und weissem Reis. Angaben in g/100 g essbarem Anteil (ungekocht) bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 14 % (14)

Inhaltsstoff	Brauner Reis	Weisser Reis
Energiegehalt (kJ/g)	15.2 – 16.1	14.6 – 15.6
Protein ^a	4.3 - 18.2	4.5 - 10.5
Rohfett	1.6 - 2.8	0.3 - 0.5
Rohfaser ^b	0.6 - 1.0	0.2 - 0.5
Neutraldetergenzienfaser ^c	2.9 - 3.9	0.7 - 2.3
Mineralstoffe (Rohasche)	1.0 - 1.5	0.3 - 0.8
Verfügbare Kohlenhydrate	73 - 87	77 - 89
Stärke	66	78

^a Proteingehalt durch Multiplikation des Stickstoffgehalts mit Faktor 5.95 ermittelt (15)

^b Rohfaser umfasst nur einen Teil der vorhandenen Nahrungsfasern (Cellulose und Lignin)

^c Neutraldetergenzienfaser beinhaltet Cellulose, Lignin und einen Teil der Hemicellulosen

5.1. Kohlenhydrate

Die Kohlenhydratfraktion des Reises besteht hauptsächlich aus Stärke, die als Reservestoff fast ausschliesslich im Reiskorn vorkommt. Der weisse Reis verfügt daher über einen höheren Stärkegehalt der durchschnittlich bei 78 g/100 g Reis (ungekocht) liegt, während es beim braunen Reis 66 g/100 g Reis (ungekocht) sind (Tabelle 1).

Die Stärke ist ein Polysaccharid aus D-Glucoseeinheiten bestehend aus Amylose und Amylopektin. Der Anteil von Amylose und Amylopektin unterscheidet sich innerhalb der Reissorten und hat einen Einfluss auf den Glykämischen Index (Kapitel 7.3.1). Beim Klebreis ist der Anteil an Amylose mit 0.8 bis 1.3 % am geringsten. Bei den anderen Reissorten liegt der Amylosegehalt zwischen 8 und 37 %, wobei der Langkornreis einen mittleren Amylosegehalt von 21 bis 23 % hat, während sich der Amylosegehalt von Mittel- und Rundkornreis zwischen 15 und 20 % bewegt (14). Die Nicht-Stärke-Kohlenhydrate des Reises beinhalten wasserlösliche Polysaccharide und unlösliche Nahrungsfasern.

Der Begriff Nahrungsfasern umfasst alle Substanzen pflanzlichen Ursprungs, die von den körpereigenen Enzymen des menschlichen Magen-Darm-Traktes nicht abgebaut werden können. Dabei handelt es sich hauptsächlich um hochmolekulare Polysaccharide (z.B. Cellulose, Hemicellulose) mit Ausnahme von Lignin, welches chemisch nicht zu den Kohlenhydraten gehört.

Der Mahlvorgang hat einen sehr grossen Einfluss auf den Gehalt an Nahrungsfasern. Da die Nahrungsfasern hauptsächlich in den äusseren Schichten (Silberhäutchen) des Reises enthalten sind, weist die Reiskleie den grössten Anteil auf, während der weisse Reis am wenigsten Nahrungsfasern enthält (15).

Dokumentierte Angaben zum Nahrungsfasergehalt liegen bei weissem Reis zwischen 0.7 und 2.3 g/100 g Reis (ungekocht) und beim braunen Reis zwischen 2.9 und 3.9 g/100 g Reis (ungekocht) (Tabelle 1). Hierbei handelt es sich um den mit der Neutraldetergenzienfaserermethode bestimmten Gehalt. Diese Methode umfasst nur die Hauptbestandteile Cellulose, Lignin sowie ein Teil der Hemicellulose und unterschätzt somit den Gesamtnahrungsfasergehalt. Die Angaben verschiedener Nährwertdatenbanken (16-21) zeigen für den weissen Reis einen mittleren Nahrungsfasergehalt von 1.6 g und für den braunen Reis von 3.4 g/100 g Reis (ungekocht). Das wissenschaftliche Interesse an den Nahrungsfasern weckten Untersuchungen, die Zusammenhänge zwischen den so genannten Zivilisationskrankheiten und einer zu geringen Zufuhr an Nahrungsfasern herstellten (Kapitel 7.1.2).

5.2. Proteine

Der Proteingehalt von Reis ist im Vergleich zu den anderen Getreidesorten relativ niedrig (14) und ist im weissen Reis etwas tiefer als im braunen Reis (22). In der Literatur sind relativ grosse Streubreiten des Proteinanteils festgehalten, die beim braunen Reis von 4.3 bis 18.2 g/100 g Reis (ungekocht) reichen (Tabelle 1). Durchschnittlich wird beim braunen Reis ein Proteingehalt zwischen 7.1 und 8.3 g/100 g Reis (ungekocht) angegeben, beim weissen Reis zwischen 6.3 bis 7.1 g/100 g Reis (ungekocht) (15).

Eine Erhöhung des Proteingehalts kann beispielsweise durch mehr Raum beim Anbauen oder durch Stickstoffdüngung erzielt werden. Auch umgebungsbedingte Faktoren wie die Zusammensetzung der Erde, Temperatur und Anbauzeiten beeinflussen den Proteingehalt (23).

Die Bausteine der Proteine sind die Aminosäuren. In der Tabelle 2 ist der Gehalt an essentiellen Aminosäuren aufgeführt. Die spezielle Bedeutung der essentiellen Aminosäuren liegt darin, dass sie nicht vom Körper synthetisiert werden können und somit mit der Nahrung aufgenommen werden müssen. Durch das Mahlen nimmt der Proteingehalt ab, was auch den Gehalt einiger essentiellen Aminosäuren reduziert, davon auch jene des Lysins der limitierenden Aminosäure im Reis (Kapitel 7.1.3) (23).

Tabelle 2: Gehalt an essentiellen Aminosäuren von braunem und weissem Reis. Angaben in Prozent des Gesamtproteins bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 14 % (ungekocht) (15)

Inhaltsstoff	Brauner Reis	Weisser Reis
Histidin	2.3 – 2.5	2.2 – 2.6
Isoleucin	3.4 – 4.4	3.5 – 4.6
Leucin	7.9 – 8.5	8.0 – 8.2
Lysin	3.7 – 4.1	3.2 – 4.0
Methionin & Cystein	4.4 – 4.6	4.3 – 5.0
Phenylalanin & Tyrosin	8.6 – 9.3	9.3 – 10.4
Threonin	3.7 – 3.8	3.5 – 3.7
Tryptophan	1.2 – 1.4	1.2 – 1.7
Valin	4.8 – 6.3	4.7 – 6.5

5.3. Fette

Der Fettgehalt von Reis liegt zwischen 0.3 g/100 g weisser Reis (ungekocht) und 2.8 g/100 g brauner Reis (ungekocht) und wird ebenfalls durch den Mahlgrad beeinflusst. Die Fette von Reis können in Nicht-Stärke-Lipide und einem kleineren Anteil an Stärke-Lipide unterteilt werden. Die Nicht-Stärke-Lipide werden bevorzugt im Keimling und in dem Silberhäutchen von braunem Reis gespeichert und sind anfälliger für die Lipidoxidation (Ranzigkeit) (14).

Die Strukturbestandteile der Fette sind die Fettsäuren, bei denen es sich im Falle des Reises hauptsächlich um Linolsäure, Palmitinsäure und Ölsäure handelt (Tabelle 3). Zu den essentiellen Fettsäuren im Reis gehören die Linolsäure mit einem Anteil von 29 bis 42 % und die Linolensäure (ca. 1 %) (15).

Tabelle 3: Fettsäuregehalt in braunem und weissem Reis in mg/100 g essbarem Anteil (ungekocht) (19)

Inhaltsstoff	Brauner Reis	Weisser Reis
Palmitinsäure	540	120
Stearinsäure	40	12
Ölsäure	540	225
Linolsäure	780	220
Linolensäure	30	12

Neben den Nicht-Stärke- und Stärke-Lipiden sind im Reis noch Sterole, Tocopherole, Tocotrienole, Glykolipide und Wachse vertreten, die ebenfalls der Fettfraktion angehören. Ein reisspezifisches Phytosterin ist das γ -Oryzanol, ein zweiteiliges Molekül aus Ferulasäure und Phytosterin. γ -Oryzanol sowie die Tocopherole und Tocotrienole sind insbesondere aufgrund ihres möglichen gesundheitsfördernden Effekts von Bedeutung (Kapitel 7.4) (14).

5.4. Mineralstoffe

Der Mineralstoffgehalt im Reis wird vor allem durch den Mineralstoffgehalt der Erde und des Wassers sowie durch den Mahlgrad beeinflusst (23). Im Weiteren konnte auch zwischen verschiedenen Reissorten ein unterschiedlicher Mineralstoffgehalt festgestellt werden.

Die im Reis in grössten Mengen vorkommenden Mineralstoffe sind Kalium, Phosphor, Magnesium und Calcium (Tabelle 4) (14). Diese Mineralstoffe sind vor allem in den äusseren Schichten des braunen Reises sowie in der Kleie enthalten. Insgesamt konnte beim Mahlvorgang ein Verlust des Gesamtmineralstoffgehalts von etwa 60 % (22) bis 70 % (23) festgestellt werden. Einige Spurenelemente wie Mangan, Kupfer und Zink sind jedoch einheitlicher über das Reiskorn verteilt. Auf dessen Gehalt hat der Mahlvorgang nur einen kleinen Einfluss, während der Verlust von Magnesium, Phosphor und Kalium beim Mahlen grösser ist (22).

5.5. Vitamine

Auch die Vitamine sind insbesondere in den äusseren Aleuronschichten und im Keimling enthalten. Die B-Vitamine, Niacin, Biotin sowie Vitamin E sind in braunem Reis zu einem bedeutend höheren Anteil vorhanden als im weissen Reis (Tabelle 5). Der Keimling enthält mehr als 95 % des Vitamin E, und 65 % des Vitamin B₁ von braunem Reis ist in der Kleie enthalten (23). Der Mahlvorgang von braunem Reis führt zu einem Verlust von etwa 78 % des Vitamin B₁, 47 % des Vitamin B₂ und 67 % des Niacins (14).

Tabelle 4: Mineralstoffgehalt von braunem und weissem Reis in 100 g essbarem Anteil (ungekocht) bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 14 % (14)

Inhaltsstoff	Einheit	Brauner Reis	Weisser Reis
Calcium	mg	10 – 50	10 - 30
Magnesium	mg	20 – 150	20 – 50
Phosphor	mg	170 – 430	80 – 150
Phytinsäure*	mg	130 – 270	30 – 70
Kalium	mg	60 – 280	70 - 130
Silizium	mg	60 – 140	10 – 40
Schwefel	mg	30 – 190	80
Chlor	mg	21 – 56	20 – 30
Kupfer	mg	0.1 – 0.6	0.2 – 0.3
Eisen	mg	0.2 – 5.2	0.2 – 2.8
Mangan	mg	0.2 – 3.6	0.6 – 1.7
Natrium	mg	1.7 – 34.0	0.5 – 8.6
Zink	mg	0.6 – 2.8	0.6 – 2.3
Aluminium	g	30 - 2600	10 - 220
Cadmium	g	2 – 16	2.5
Kobalt	g	3 – 4	1.7
Jod	g	3	2
Molybdän	g	30 – 100	140
Nickel	g	20 – 50	14
Selen	g	30	30

*Phosphat liegt vorwiegend in gebundener Form als Phytinsäure vor

Tabelle 5: Vitamingehalt von braunem und weissem Reis in 100 g essbarem Anteil (ungekocht) bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 14 % (14)

Inhaltsstoff	Einheit	Brauner Reis	Weisser Reis
Vitamin A (Retinol)	g	0 - 11	Spuren
Vitamin B ₁ (Thiamin)	mg	0.29 – 0.61	0.02 – 0.11
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	mg	0.04 – 0.14	0.02 - 0.06
Niacin	mg	3.5 – 5.3	1.3 – 2.4
Vitamin B ₆ (Pyridoxin)	mg	0.50 – 0.90	0.04 – 0.12
Pantothensäure	mg	0.90–1.50	0.30 - 0.70
Biotin	g	4 – 10	1 - 6
Cholin	mg	95	39 – 88
Folsäure	g	10 – 50	3 – 14
Vitamin B ₁₂ (Cyanocobalamin)	g	0 - 0.4	0 – 0.14
Vitamin E (α-Tocopherol)	mg	0.90 – 2.50	Spuren – 0.30

5.6. Sekundäre Pflanzenstoffe

In den letzten Jahren ist eine Gruppe organischer Bestandteile pflanzlicher Lebensmittel in den Fokus der Ernährungswissenschaft gerückt, die als sekundäre Pflanzenstoffe bezeichnet werden (Kapitel 7.1.7). Ihr Name rührt daher, dass sie, im Gegensatz zu den Hauptnährstoffen, dem Sekundärstoffwechsel von Pflanzen entstammen. Entsprechend sind die sekundären Pflanzenstoffe in allen Pflanzen verbreitet und dienen dort als Farb-, Abwehr- und Schutzstoffe sowie als Wachstumsregulatoren. Für die sekundären Pflanzenstoffe existiert bislang keine verbindliche Definition. Chemisch handelt es sich um höchst unterschiedliche Substanzen, ihre Anzahl dürfte sich im Bereich der mehreren Tausend bewegen (24).

Zu den sekundären Pflanzenstoffen im Reis gehören die Phenolsäuren sowie Phytinsäure, Phytosterine und Flavonoide, welche vor allem in den äusseren Aleuronschichten konzentriert sind. Der grösste Anteil der Phenolsäure im Reis liegt als Ferulasäure vor, und zwar in gebundener Form (62 %) (25). Ein reisspezifischer sekundärer Pflanzenstoff ist das γ -Oryzanol, ein aus Ferulasäure und Phytosterin verestertes Molekül, dessen Gehalt im braunen Reis grossen Schwankungen unterliegt (26). Zu einem grösseren Anteil ist das γ -Oryzanol vor allem in der Reiskleie und im Reiskeimöl vorhanden (Kapitel 7.4).

6 INHALTSSTOFFE VON PARBOILED REIS

Durch die Parboiled-Behandlung kommt es zur Veränderung der Inhaltsstoffe im Reis. Ein Teil der Stärke verkleistert. Die Fette wandern zum Teil aus dem Endosperm (Mehlkörper des Reiskorns) in die äusseren Schichten der Reiskörner. Da gleichzeitig Antioxidantien zerstört werden, ist Parboiled Reis anfälliger gegen eine Lipidperoxidation (Ranzigkeit) als weisser Reis. Mineralstoffe und Vitamine diffundieren demgegenüber aus den äusseren Schichten ins Innere des Endosperms und bleiben so nach der Abtrennung des Silberhäutchens erhalten (12).

Wie beim weissen und braunen Reis sind auch beim Parboiled Reis grosse Schwankungen der Inhaltsstoffe festzustellen, die einerseits bedingt sind durch die schon erwähnten Faktoren wie Sorte, Anbau- und Witterungsbedingungen andererseits aber auch durch das angewandte Parboiling-Verfahren (15).

Allgemein ist der Einfluss des Parboiling-Verfahrens auf den Protein- sowie den Aminosäuregehalt gering (27). Dies gilt auch für den Fettgehalt, während sich der Mineralstoff- und Vitaminanteil im weissen Parboiled Reis verglichen mit dem unbehandelten weissen Reis erhöht (Tabelle 6, 7) (22).

Tabelle 6: Chemische Zusammensetzung von Parboiled und Nicht-Parboiled Reis. Angaben in g/100 g essbarem Anteil (ungekocht) (22)

Inhaltsstoff	Brauner Reis	Brauner Parboiled Reis	Weisser Reis	Weisser Parboiled Reis
Wasser	12.1 - 13.5	11.0 - 13.4	9.4 - 12.8	9.6 - 11.6
Proteine	6.3 - 7.4	6.2 - 7.0	6.1 - 7.2	5.7 - 6.7
Fett	2.4 - 3.0	2.5 - 2.9	0.4 - 0.6	0.3 - 0.5
Mineralstoffe	1.15 - 1.29	0.91 - 1.46	0.32 - 0.59	0.49 - 0.60

6.1 Mineralstoffe

Das Parboiling-Verfahren hat beim braunen Reis nur einen sehr geringen Einfluss auf den Mineralstoffgehalt. Der Gesamtmineralstoffgehalt liegt bei braunem und braunem Parboiled Reis bei 1.21 % bzw. 1.18 %. Durch das Parboiling-Verfahren diffundieren aber einige Mineralstoffe ins Endosperm, was beim weissen Parboiled Reis verglichen mit dem unbehandelten weissen Reis zu einem knapp 20 % höheren Gesamtmineralstoffgehalt führt. Durch das Parboiling-Verfahren konnte beim weissen Reis insbesondere ein höherer Kalium- und Phosphorgehalt festgestellt werden, während Magnesium, Eisen und Selen beim Mahlen in einem ähnlichen und Mangan, Calcium und Zink sogar noch in einem grösseren Ausmass verloren gingen (22). Eine andere Untersuchung zeigte für den weissen Parboiled Reis verglichen mit dem unbehandelten weissen Reis einen höheren Phosphor-, Calcium-, Eisen- und Mangangehalt auf, während der Verlust von Magnesium, Zink und Kupfer beim Mahlen ähnlich war (27).

Die Untersuchungen zum Mineralstoffgehalt zeigen zum Teil widersprüchliche Ergebnisse auf. Der Einfluss des Parboiling-Verfahrens sowie des Mahlvorgangs auf den Mineralstoffgehalt sind noch nicht vollständig geklärt und sollten in weiteren Studien untersucht werden (22).

6.2. Vitamine

Die Erhitzung beim Parboiled-Verfahren führt zu einem leichten Abbau von Vitamin B₁ und Niacin während der Vitamin B₂-Gehalt nahezu unverändert bleibt (27). Der Gesamtvitamin B-Gehalt in braunem Reis ist daher etwas höher als im weissen Parboiled Reis. Der weisse Parboiled Reis enthält jedoch bedeutend mehr Vitamin B₁, Vitamin B₂ sowie Niacin als der unbehandelte weisse Reis (Tabelle 7).

Tabelle 7: Vitamin B-Gehalt von Rohreis, Weissreis und Parboiled Reis in mg/100 g essbarem Anteil (12)

Reistyp	Vitamin B ₁ (Thiamin)	Vitamin B ₂ (Riboflavin)	Niacin
Rohreis	0.34	0.055	5.41
Weissreis	0.05	0.019	1.64
Weisser Parboiled Reis	0.25	0.038	3.22

7 ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGISCHE BEDEUTUNG VON REIS

In diesem Kapitel wird zuerst auf die gesundheitsfördernde Wirkung der im Reis enthaltenen Inhaltsstoffe eingegangen und anschliessend wird der allgemeine Einfluss des Reiskonsums auf spezielle gesundheitsrelevante Aspekte betrachtet. Verschiedene Studien konnten aufzeigen, dass ein erhöhter Konsum von Vollkorngetreide mit einem reduzierten Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs einhergeht. Dieser Effekt wird vor allem den Nahrungsfasern, Vitaminen, Spurenelementen, Fettsäuren und den sekundären Pflanzenstoffen zugeschrieben (5-8;28).

7.1. Gesundheitsfördernde Wirkungen der Inhaltsstoffe von braunem und weissem Reis

Verschiedene Faktoren haben einen grossen Einfluss auf den Nährstoffgehalt, dazu gehören die Reissorte, die Anbaubedingungen sowie die Verarbeitung. Im Weiteren weisen brauner und weisser Reis beträchtliche Unterschiede im Nährstoffgehalt auf, der bedingt ist durch das Entfernen des Silberhäutchens und des Keimlings während des Mahlens. Brauner Reis hat aufgrund seines höheren Proteingehalts, dem höheren Anteil an der essentiellen Aminosäure Lysin, an Nahrungsfasern, Vitaminen und Mineralstoffen einen deutlich höheren Nährstoffgehalt als der weisse Reis. Alle Nährstoffe, die zu einer protektiven Wirkung gegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs beitragen, werden beim Mahlen reduziert.

Auf die gesundheitsfördernde Wirkung der einzelnen Nährstoffe wird im Folgenden näher eingegangen. Um die potentielle ernährungsphysiologische Bedeutung der im Reis enthaltenen Nährstoffe aufzuzeigen, wurde dabei die jeweilige Deckung des Tagesbedarfs durch eine Portion Reis berechnet. Bei einer Portion Reis wurde von 50 g Reis (ungekocht) ausgegangen, die üblicherweise als Beilage konsumiert wird. Wichtig ist zu erwähnen, dass es beim Kochen des Reises zu einer Abnahme der Nährstoffe insbesondere von Proteinen, Fetten, Mineralstoffen und wasserlöslichen Vitaminen kommen kann und zwar durch ein vorgängiges Waschen (übliche Praxis in Asien) oder das Kochen in überschüssigem Wasser. Diese Verluste wurden nicht berücksichtigt, da sie nicht der gängigen Verarbeitungspraxis entsprechen.

7.1.1. Kohlenhydrate

Die Menge sowie die Geschwindigkeit, mit der die Reisstärke im Darm absorbiert wird, haben eine grosse ernährungsphysiologische Bedeutung. In Entwicklungsländern, wo der Reis der grösste Energielieferant darstellt, ist eine maximale Stärkeabsorption wichtig. In der westlichen Ernährung spielt die unverdaubare (resistente) Stärke, als Teil der Nahrungsfasern, durch ihre

positive Wirkung auf den Magendarmtrakt eine wichtige Rolle. Im Allgemeinen ist die Verdaulichkeit der Reisstärke nahezu vollständig (23). Die Geschwindigkeit, mit der die Stärke im Darm absorbiert wird, kann aber variieren und führt zu einem unterschiedlichen Anstieg der Blutglucose. Diese blutglucosesteigernde Wirkung von Lebensmitteln wird generell als glykämischer Index (GI) bezeichnet und ist für die Entstehung diverser Zivilisationskrankheiten wie Störungen im Zuckerhaushalt (Diabetes oder Diabetes-Vorstufen), Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Krebs von Bedeutung (Kapitel 7.3.1).

7.1.2. Nahrungsfasern

Das wissenschaftliche Interesse an den Nahrungsfasern ist insbesondere auf epidemiologische Studien zurückzuführen, die auf eine Verbindung zwischen einem hohen Nahrungsfaserverzehr und einem niedrigen Vorkommen von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Dickdarmkrebs schliessen lassen. Nahrungsfasern sollen der Entstehung einer Reihe von Erkrankungen und Funktionsstörungen im Stoffwechsel entgegenwirken. Die wichtigsten davon sind: Verstopfung, Übergewicht, Dickdarmkrebs, Gallensteine, überhöhter Cholesterinspiegel, Diabetes Typ 2 und Herz-Kreislauf-Erkrankungen (29-31).

Die ernährungsphysiologische Wirkungsweise der Nahrungsfasern ist vielseitig und basiert auf den unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften, die im Magen-Darmtrakt zum tragen kommen, aber auch Auswirkungen auf den Gesamtorganismus besitzen. Hierzu zählen ihr Wasserbindungsvermögen, ihre Quellfähigkeit, ihre Eigenschaft Gallensäuren zu binden, ihre Ionenaustauschfähigkeit sowie ihre Faserstruktur. Die im Reis hauptsächlich vorkommenden unlöslichen Nahrungsfasern zeichnen sich durch eine hohe Quellfähigkeit bzw. Wasserbindungskapazität aus. Durch diese hohe Quellfähigkeit erhöht sich das Volumen des Nahrungsbreis im Magen und als Folge verzögert sich die Magenentleerung und das Sättigungsgefühl hält länger an. Im Darmtrakt ist die positive Wirkung durch eine verkürzte Transitzeit, Vermehrung des Stuhlgewichts sowie Verdünnung des Stuhls, Ionenaustauschfähigkeit und Bereitstellung verwertbarer Stoffe für die Darmflora charakterisiert. Dies führt zu einem verkürzten Kontakt von krebserregenden Substanzen mit der Darmschleimhaut und beugt Verstopfung vor. Durch die bakterielle Verwertung insbesondere der löslichen Nahrungsfasern entstehen kurze Fettsäuren, die als Energielieferanten für die Dickdarmflora dienen, den Säurewert im Darm senken und die Cholesterinsynthese hemmen. Alle diese Faktoren können eine Krebsmindernde sowie Cholesterinsenkende Wirkung ausüben. Im Weiteren steigt durch den Verzehr insbesondere der löslichen Nahrungsfasern die Blutglucosekonzentration langsamer (Kapitel 7.3.1). Dies ist von praktischer Bedeutung bei der Therapie von Diabetes Typ 2 (24;32).

Als Richtwert für die Zufuhr von Nahrungsfasern gilt bei Erwachsenen eine Menge von mindestens 30 g am Tag (33), durchschnittlich nehmen Erwachsene in Mitteleuropa derzeit etwa 20 g Nahrungsfasern zu sich (32). Der Gehalt an Nahrungsfasern im braunem Reis liegt bei durchschnittlich 3,4 g und im weissen Reis bei 1,6 g/100 g Reis (ungekocht) (16-21), d.h. mit einer Portion braunem Reis wird somit durchschnittlich 6 % des Tagesbedarfs an Nahrungsfasern gedeckt, während es beim weissen Reis 3 % sind.

7.1.3. Proteine

Die Hauptaufgabe der durch die Nahrung aufgenommenen Proteine besteht im Aufbau und der Erneuerung körpereigener Proteine, die im ganzen Stoffwechsel zentrale Rollen ausüben. Die Grundbausteine der Proteine sind die Aminosäuren. Die grosse Bedeutung der Proteine als unersetzbare, lebensnotwendige Nahrungsbestandteile ist darin begründet, dass sie den Organismus mit essentiellen Aminosäuren versorgen (32). Die essentiellen Aminosäuren müssen mit der Nahrung aufgenommen werden, da sie vom Körper nicht hergestellt werden können. Es ist nicht nur die Menge der aufgenommenen Proteine ausschlaggebend für die Aminosäuren-Versorgung, sondern auch deren Qualität und Verdaulichkeit. Die Qualität eines mit der Nahrung aufgenommenen Proteins wird bestimmt durch die Fähigkeit, daraus körperspezifische Proteine zu bilden (biologische Wertigkeit). Je hochwertiger ein Protein ist, desto weniger muss davon aufgenommen werden, um den Bedarf des Organismus zu decken. Die essentielle Aminosäure, die durch ihren zu geringen Gehalt als erstes die Wertigkeit eines Proteins begrenzt, wird als limitierende Aminosäure bezeichnet. Durch Mischung verschiedener Proteinträger kann ein unausgewogenes Aminosäuremuster verbessert und damit die biologische Wertigkeit der Proteine gesteigert werden (24).

Die Reisproteine sind für viele Menschen ernährungsphysiologisch von grosser Bedeutung. In tropischen Regionen Asiens ist Reis die wichtigste Proteinquelle und deckt zwischen 35 und 40 % des gesamten Proteinbedarfs. Die limitierende Aminosäure im Reis ist, wie bei allen Getreidearten das Lysin. Da der Lysingehalt beim Mahlen des Reises reduziert wird, ist auch die biologische Wertigkeit des weissen Reises tiefer als die des braunen Reises (Tabelle 8). Reis ist zwar arm an Lysin, hat dafür aber einen relativ hohen Gehalt der beiden schwefelhaltigen Aminosäuren Cystein und Methionin. Im Gegen-

Tabelle 8: Biologische Wertigkeit verschiedener Nahrungsproteine (15, 24)

Nahrungsprotein	Biologische Wertigkeit
Hühnerei	100
Schweinefleisch	85
Sojaprotein	81
Kartoffel	76
Mais	72
Brauner Reis	64-71
Weisser Reis	55-69

satz dazu sind Gemüseproteine wie z.B. das Sojaprotein arm an schwefelhaltigen Aminosäuren, aber reich an Lysin. Deshalb führt eine reis- plus gemüsereiche Ernährungsweise zu einer besseren Aminosäurebalance als nur Reis oder Gemüse alleine (14). Neben der Qualität ist auch die Verdaulichkeit der Proteine ernährungsphysiologisch von Bedeutung. Diese liegt beim Reis zwischen 80 und 87 % (34).

Die empfohlene Proteinzufuhr für einen Erwachsenen beträgt unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Bedarfsschwankung sowie der eingeschränkten Qualität und Verdaulichkeit der Nahrungsproteine 0,8 g Protein pro kg Körpermasse (33). Der durchschnittliche Proteingehalt von Reis liegt zwischen 8 und 9 g/100 g Reis (ungekocht). Eine 60 kg schwere Frau würde nun mit einer Portion Reis die empfohlene Zufuhr an Proteinen zu 8 % decken. In den Industrieländern ist eine Unterversorgung mit Proteinen höchst selten und überwiegend durch Krankheiten verursacht. Daher spielt ein hoher Proteingehalt des Reises, der bis zu 15 g/100 g Reis (ungekocht) (11) reichen kann, in erster Linie in Ländern eine ernährungsphysiologisch bedeutende Rolle, in denen Reis zum wichtigsten Grundnahrungsmittel gehört und die wichtigste Proteinquelle darstellt. Für die Industrieländer ist hingegen Reis einer unter vielen Proteinlieferanten.

7.1.4. Fette

Fett ist im Reis nur in geringen Mengen vorhanden, was in Zeiten der energetischen Überernährung günstig zu vermerken ist. Die zu energiereiche Ernährung mit einem zu hohen Anteil an Fett, wie sie in den Industrieländern durchaus vorkommt, gilt als wichtige Mitursache für die Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Übergewicht und erhöhte Blutfettgehalte.

Ernährungsphysiologisch von Bedeutung sind im Reis die mehrfach ungesättigten Fettsäuren wie die Linolsäure. Generell führt eine Kost mit einem hohen Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Vergleich zu einer Kost mit viel gesättigten Fettsäuren zu einem günstigeren Blutfettprofil. Die Linolsäure gehört zu den essentiellen Fettsäuren und kann vom Körper nicht selbst gebildet werden, sondern muss mit der Nahrung aufgenommen werden. Neben der Linolsäure kommt im Reis noch in kleiner Menge die ebenfalls essentielle Linolensäure vor. Den essentiellen Fettsäuren kommt auch eine wichtige Bedeutung für die Immunabwehr zu.

Die Empfehlung für die Linolsäurezufuhr liegt bei Erwachsenen bei 2.5 % der Gesamtenergie, für die Linolensäure bei 0.5 % der Nahrungsenergiezufuhr, wobei die ausgewogene Zufuhr dieser Fettsäuren im Verhältnis 5:1 wichtig ist (33). Mit einer Portion braunem Reis werden ca. 5 % der Zufuhrempfehlung an Linolsäure und 1.5 % an Linolensäure erzielt, während es beim weissen Reis nur etwa je 1 % ist.

Im Weiteren enthält die Fettfraktion des Reises γ -Oryzanol, dem eine Cholesterinsenkende Wirkung zugeschrieben wird und somit das Risiko von Krebserkrankungen reduzieren soll (35). Da

γ -Oryzanol hauptsächlich in den äusseren Aleuronschichten vorkommt und somit in grösseren Mengen in der Kleie vorhanden ist, konnten Studien nur einen positiven Einfluss auf die Gesundheit beim Konsum von Reiskleie oder Reiskeimöl feststellen (Kapitel 7.4).

7.1.5. Mineralstoffe

Der Gehalt an Mineralstoffen unterliegt im Reis sehr grossen Schwankungen und ist von verschiedenen Faktoren wie der Sorte, den Anbaubedingungen sowie vom Mahlgrad abhängig. Daher sollten absolute Angaben oder Bezüge zum Mineralstoffgehalt, im Sinne eines einzelnen Wertes pro Mineralstoff, möglichst vermieden werden.

Ernährungsphysiologisch von Bedeutung sind die mengenmässig am stärksten vertretenen Mineralstoffe Magnesium und Phosphor sowie die Spurenelemente Selen, Zink, Mangan, Kupfer, die mit einer Portion braunem Reis zwischen wenigen Prozenten und 90 % (Tabelle 10) der Zufuhrempfehlung ausmachen.

Im Reis liegt der grösste Teil des **Phosphats** in gebundener Form als Phytinsäure vor und wird erst durch die Aktivierung der Phytase freigesetzt und für den Körper verfügbar. Phosphor ist für zahlreiche Stoffwechselbereiche von Bedeutung. Im Knochen ist es zusammen mit Calcium wesentlich am Aufbau des Stützapparates beteiligt. In Form von organischen Verbindungen findet sich Phosphor als Bestandteil jeder Zelle (24). Eine Portion brauner Reis deckt die Zufuhrempfehlung von Phosphor zwischen 12 und 31 %, während es beim weissen Reis zwischen 6 und 11 % sind. Aufgrund des verbreiteten Vorkommens von Phosphor ist dessen Versorgung in der Schweiz gesichert und übersteigt sogar häufig die Empfehlungen. Der hohe Phosphorgehalt von Reis ist daher aus ernährungsphysiologischer Sicht nicht speziell hervorzuheben.

Magnesium ist im Reis ebenfalls in grösseren Mengen vorhanden, wobei mit einer Portion braunem Reis zwischen 3 und 25 % und mit einer Portion weissem Reis zwischen 3 und 8 % der Zufuhrempfehlung erzielt werden kann. Magnesium ist im menschlichen Körper neben Kalium das wichtigste intrazelluläre Kation und aktiviert zahlreiche Enzyme, besonders diejenigen des Energiestoffwechsels. Eine wesentliche Aufgabe besitzt Magnesium ausserdem bei der Muskelkontraktion sowie der Nervenreizleitung (24).

Der Gehalt an **Calcium** ist gering und trägt nur unwesentlich zur Bedarfsdeckung bei. Eine Portion Reis deckt nur 1 bis 3 % der Zufuhrempfehlung an Calcium. Marginal besser steht es mit der Deckung der Zufuhrempfehlung von **Kalium**. Mit einer Portion braunem Reis werden zwischen 2 und 7 %, mit weissem Reis zwischen 2 und 3 % der Zufuhrempfehlung gedeckt. Als weiteres bedeutendes intrazelluläres Kation reguliert Kalium den Wasserhaushalt, das Säure-Basen-Gleichgewicht, die Nervenreizleitung, die Muskelkontraktionen sowie das Membranpotential. Zudem hängen viele zellulären Enzymsysteme von Kalium ab (36). Eine ausreichende Kaliumzufuhr hat im Weiteren eine blutdrucksenkende Wirkung (37).

Bei den Spurenelementen sind vor allem Selen, Zink, Mangan und Kupfer von Bedeutung. Der **Selen**gehalt von Reis hängt stark vom Selengehalt des Bodens ab und unterliegt damit grossen regionalen Schwankungen. Der Beitrag einer Portion Reis zur Deckung der Zufuhrempfehlung liegt zwischen 0 und 50 %. Selen erfüllt als essentieller Bestandteil des Enzyms Glutathionperoxidase eine wichtige Funktion in der antioxidativen Abwehr des Organismus (Kapitel 7.3.2). Selen ist ausserdem Bestandteil des Enzyms Deiodase, welches am Schilddrüsenstoffwechsel beteiligt ist. Daneben existieren zahlreiche weitere selenhaltige Proteine und Enzyme (24). Epidemiologische Studien weisen auf eine direkte Krebsmindernde oder protektive Wirkung von Selen hin. Ebenso liegen Befunde für das Immunsystem beeinflussende Effekte von Selen vor (33).

Ein weiteres Spurenelement, das im Reis in grösseren Mengen vorkommen kann, ist das **Mangan**. Eine Portion brauner Reis kann die empfohlene Zufuhr bis zu 90 % decken, wobei auch hier grosse Schwankungen festgestellt wurden. Im weissen Reis liegt der Mangangehalt deutlich tiefer als im braunen Reis, wobei mit einer Portion zwischen 6 und 43 % der empfohlenen Zufuhr gedeckt wird. Mangan aktiviert zahlreiche Enzyme und ist im Kohlenhydrat- sowie Fettstoffwechsel, im Glutaminstoffwechsel und im Harnstoffzyklus von Bedeutung. Zudem ist Mangan am Aufbau und Erhalt der Knochen beteiligt und notwendig für das Stütz- und Bindegewebe. Auch das antioxidativ wirksame Enzym Superoxiddismutase ist manganabhängig (24). **Kupfer** ist Bestandteil einer Reihe von Enzymen, zu deren Hauptaufgaben die Beteiligung an der Bildung des Bindegewebes, an den Blutbildung, am Zentralnervensystem und der antioxidativen Abwehr zählen (36). Eine Portion brauner Reis deckt die empfohlene Zufuhr an Kupfer zwischen 3 und 30 %, während es beim weissen Reis zwischen 7 und 15 % sind.

Der Beitrag von Reis zur **Zinkversorgung** hängt weniger von seinem absoluten Zinkgehalt ab, als vor allem von der Anwesenheit von Faktoren, welche seine Aufnahme hemmen oder fördern. Vor allem in pflanzlichen Lebensmitteln ist die Bioverfügbarkeit von Zink durch verschiedene Inhaltsstoffe herabgesetzt. So vermindert z.B. Phytinsäure die Absorption von Zink. In der Praxis zeigen sich jedoch nur selten Anzeichen einer unzureichenden Zinkversorgung (24). Zink erfüllt im Stoffwechsel spezifische Funktionen als Bestandteil oder Aktivator von zahlreichen Enzymen des Protein-, Kohlenhydrat-, Fett- und Nukleinsäurestoffwechsels, von Hormonen und Rezeptoren sowie der Insulinspeicherung und im Immunsystem (33). Der Zinkgehalt einer Portion Reis deckt die empfohlene Zufuhr zwischen 3 und 20 %, unabhängig davon, ob es sich um weissen oder braunen Reis handelt.

Der Gehalt an **Eisen** unterliegt ebenfalls grossen Schwankungen. Ähnlich wie bei Zink wird der Beitrag von Reis zur Eisenversorgung weniger von seinem absoluten Eisengehalt bestimmt, als vielmehr von der Anwesenheit der Faktoren, die seine Aufnahme hemmen oder fördern, sowie von der Bindungsform des Eisens. Insgesamt ist die Verfügbarkeit von Eisen aus pflanzlichen Nahrungsmitteln niedrig und liegt im Bereich von etwa 1 bis 5 %. Aufgrund der schlechten Verführbarkeit und des tiefen Gehalts leistet das Eisen im Reis einen nur unwesentlichen Beitrag

zur Bedarfdeckung. Es laufen jedoch verschiedenen Bestrebungen, den Eisengehalt durch Züchtung und genetischer Modifikation zu erhöhen, was vor allem in Ländern, in denen Reis das Grundnahrungsmittel ist, von Bedeutung ist.

Der Gehalt an **Jod** und **Natrium** ist vor allem abhängig von der Salzzugabe beim Kochen des Reises. Durch das Würzen der Speisen mit jodiertem Kochsalz ist dessen Bedarf in der Schweiz gedeckt.

Die nachfolgende Tabelle 9 fasst den Beitrag der unterschiedlichen Mineralstoffe an die empfohlene Zufuhr einer erwachsenen Person zwischen 25 und 51 Jahren (Anhang I) zusammen, welche durch 50 g brauner bzw. weisser Reis erzielt werden kann. Die Streubreite der Angaben ist einerseits bedingt durch die Unterschiede im Mineralstoffgehalt andererseits durch den zum Teil unterschiedlichen Tagesbedarf von Männer und Frauen.

Tabelle 9: Beitrag der Mineralstoffe in braunem und weissem Reis zur Deckung der empfohlenen Zufuhr einer Person zwischen 25 und 51 Jahre (33). Berechnet für eine Portion Reis à 50 g (ungekocht)

Inhaltsstoff	Brauner Reis	Weisser Reis
Calcium	1 – 3 %	1 – 2 %
Magnesium	3 – 25 %	3 – 8 %
Phosphor	12 – 31 %	6 – 11 %
Kalium	2 – 7 %	2 – 3 %
Kupfer	3 – 30 %	7 – 15 %
Eisen	1 – 26 %	1 – 14 %
Mangan	2 – 90 %	6 – 43 %
Zink	3 – 20 %	3 – 16 %
Selen	0 – 50 %	0 – 50 %

Um die teils grosse Streubreite der Angaben in der Tabelle 9 etwas einzugrenzen, wurde in der Tabelle 10 die Deckung der Empfehlung für eine Frau zwischen 25 und 51 Jahren (Anhang I) berechnet, ausgehend von einem Mittelwert der Gehaltsangaben der Mineralstoffe im Reis. Dieser Mittelwert wurde aus den Angaben fünf verschiedener Nährwertdatenbanken (16;18-21) bestimmt.

Bedingt durch die schon mehrfach erwähnten Faktoren wie Sorte, Anbaubedingungen und Verarbeitung sind in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben zum Nährstoffgehalt zu finden. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass im braunen Reis die Mineralstoffe Magnesium, Phosphor, Kupfer, Mangan, Zink sowie Selen in grösseren Mengen vorkommen und einen durchaus nennenswerten Beitrag zur Deckung des Tagesbedarfs leisten können. Beim Mahlen des Reises gehen rund 60 bis 70 % der Mineralstoffe verloren, davon grössere Mengen Phosphor, Kalium und Magnesium, während der Verlust der Mikronährstoffe wie Mangan, Kupfer und Zink kleiner ist (22).

Tabelle 10: Beitrag der Mineralstoffe (Mittelwert der Gehaltsangaben) in braunem, weissem und Parboiled Reis zur Deckung der empfohlenen Zufuhr einer Frau zwischen 25 und 51 Jahre (33). Berechnet für eine Portion Reis à 50 g (ungekocht)

Inhaltsstoff	Brauner Reis	Weisser Reis	Parboiled Reis
Calcium	1 %	0 %	1 %
Magnesium	22 %	6 %	7 %
Phosphor	21 %	8 %	12 %
Kalium	6 %	3 %	4 %
Kupfer	9 – 14 %	6 – 9 %	9 – 13 %
Eisen	7 %	3 %	5 %
Mangan	27 – 67 %	12 – 30 %	20 – 49 %
Zink	13 %	7 %	10 %
Selen	11 – 26 %	10 – 22 %	12 – 27 %

7.1.6. Vitamine

Wie bei den Mineralstoffen ist auch bei den Vitaminen eine sehr grosse Streubreite der Gehaltsangaben zu beobachten. Zu den wichtigsten Vitaminen gehören im Reis die Vitamine B₁, B₆, Niacin, Pantothensäure sowie Biotin.

Vitamin B₁ (Thiamin) wirkt vorwiegend als Aktivator verschiedener Enzyme im Energie- und Kohlenhydratstoffwechsel. Zudem spielt das Vitamin B₁ eine Rolle bei der Nervenerregung und der neuronalen Reizleitung. Vitamin B₁-Mangel verursacht insbesondere Störungen im Kohlenhydratstoffwechsel. Ein schwerer Vitamin B₁-Mangel führt zum Krankheitsbild Beriberi, das je nach Verlaufsform durch neurologische Ausfälle, Skelettmuskelschwund, Herzmuskelschwäche und Ödeme gekennzeichnet ist (33). Die empfohlene Zufuhr an Vitamin B₁ wird durch den Verzehr einer Portion braunem Reis zwischen 15 und 31 % gedeckt, während es beim weissen Reis nur zwischen 1 und 6 % sind.

Das **Vitamin B₂** (Riboflavin) ist im Reis von geringerer Bedeutung. Durch den Verzehr einer Portion braunem Reis wird die Deckung der empfohlenen Zufuhr zwischen 2 und 6 %, von weissem Reis zwischen 1 und 3 % erzielt.

Brauner Reis ist hingegen ein guter **Niacin**-Lieferant. Eine Portion brauner Reis deckt die Zufuhrempfehlung zwischen 13 und 20 %, während es beim weissen Reis zwischen 5 und 9 % sind. Niacin ist Bestandteil von Substanzen, die praktisch in allen Stoffwechselreaktionen beteiligt sind. Darüber hinaus wird es bei der Vervielfältigung und Reparatur der Erbsubstanz sowie der benötigt und hat eine antioxidative Wirkung (33).

Ebenfalls eine ernährungsphysiologisch bedeutende Rolle spielt das **Vitamin B₆** (Pyridoxin). Mit einer Portion braunem Reis wird die empfohlene Zufuhr zwischen 17 und 38 % gedeckt, beim weissen Reis jedoch nur zwischen 1 und 5 %. Vitamin B₆ ist an über 50 enzymatischen Umset-

zungen vorwiegend des Proteinstoffwechsels beteiligt. Ausserdem werden durch das Vitamin B₆ Funktionen des Nervensystems, die Immunabwehr und die Hämoglobinsynthese (Bildung von roten Blutkörperchen) beeinflusst (24).

Die **Pantothensäure** ist im Stoffwechsel als essentieller Bestandteil einer Substanz beteiligt, die beim Abbau von Fetten, Kohlenhydraten und verschiedenen Aminosäuren ebenso benötigt wird wie beim Aufbau von Fettsäuren, Cholesterin und gewisser Abkömmlinge von Hormonen (33). Der Pantothensäuregehalt in einer Portion braunem Reis deckt die empfohlene Zufuhr zwischen 8 und 13 %, in einer Portion weissem Reis zwischen 3 und 6 %.

Biotin ist am Abbau von spezifischen Fettsäuren und Aminosäuren, sowie an der Fettsäuresynthese und Glucosebildung beteiligt. Mit einer Portion braunem Reis wird die empfohlene Zufuhr von Biotin zwischen 3 und 17 %, bei weissem Reis zwischen 1 und 10 % gedeckt.

Die Deckung der Zufuhrempfehlung von **Folsäure** und **Vitamin B₁₂** (Cobalamin) wird mit einer Portion braunem Reis nur zwischen 0 und 7 % und beim weissen Reis zwischen 0 und 2 % erzielt. Auch die fettlöslichen Vitamine sind nur in kleinen Mengen vorhanden. Einzig **Vitamin E** (α -Tocopherol) kann in braunem Reis in bedeutenden Mengen vorkommen und die empfohlene Zufuhr mit einer Portion bis zu 11 % decken. Eine wichtige Funktion des Vitamin E ist die eines Antioxidans (Kapitel 7.3.2).

Die nachfolgende Tabelle 11 fasst den Beitrag der unterschiedlichen Vitamine an die empfohlene Zufuhr einer Erwachsenen Person zwischen 25 und 51 Jahren (Anhang II) zusammen, welche durch 50 g brauner bzw. weisser Reis erzielt werden kann. Die Streubreite der Angaben ist einerseits bedingt durch die Unterschiede im Vitamingehalt andererseits durch den zum Teil unterschiedlichen Tagesbedarf von Männer und Frauen.

Tabelle 11: Beitrag der Vitamine in braunem und weissem Reis zur Deckung der empfohlenen Zufuhr einer Person zwischen 25 und 51 Jahren (33). Berechnet für eine Portion Reis à 50g (ungekocht)

Inhaltsstoff	Brauner Reis	Weisser Reis
Vitamin B ₁ (Thiamin)	15 – 31 %	1 – 6 %
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	1 – 6 %	1 – 3 %
Niacin	11 – 20 %	4 – 9 %
Vitamin B ₆ (Pyridoxin)	17 – 38 %	1 – 5 %
Pantothensäure	8 – 13 %	3 – 6 %
Biotin	3 – 17 %	1 – 10 %
Folsäure	1 – 6 %	0 – 2 %
Vitamin B ₁₂ (Cobalamin)	0 – 7 %	0 – 2 %
Vitamin E (α -Tocopherol)	3 – 11 %	Spuren

Um die teils grosse Streubreite der Angaben in der Tabelle 11 etwas einzugrenzen, wurde in der Tabelle 12 die Deckung der Empfehlung für eine Frau zwischen 25 und 51 Jahren (Anhang II) berechnet, ausgehend von einem Mittelwert der Gehaltsangaben der Vitamine im Reis. Dieser

Mittelwert wurde aus den Angaben fünf verschiedener Nährwertdatenbanken(16;18-21) bestimmt.

Tabelle 12: Beitrag der Vitamine (Mittelwert der Gehaltsangaben) in braunem, weissem und Parboiled Reis zur Deckung des Tagesbedarfs einer Frau zwischen 25 und 51 Jahre (33). Berechnet für eine Portion Reis à 50 g (ungekocht)

Inhaltsstoff	Brauner Reis	Weisser Reis	Parboiled Reis
Vitamin B ₁	18 %	4 %	15 %
Vitamin B ₂	3 %	2 %	2 %
Niacin	19 %	7 %	15 %
Vitamin B ₆	19 %	6 %	13 %
Pantothensäure	13 %	8 %	9 %
Biotin	10 – 20 %	3 – 7 %	3 – 5 %
Folsäure	3 %	2 %	2 %
Vitamin B ₁₂	3 %	0 %	
Vitamin E	2 %	1 %	

7.1.7. Sekundäre Pflanzenstoffe

Sekundäre Pflanzenstoffe können auf den Menschen sowohl gesundheitsfördernde als auch gesundheitsschädigende Wirkungen ausüben. Bis vor einigen Jahren standen hauptsächlich die negativen Auswirkungen dieser Verbindungen im Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses. Da einige sekundäre Pflanzenstoffe die Verfügbarkeit von Nährstoffen einschränken, wurden sie über lange Zeit als „antinutritive Pflanzeninhaltsstoffe“ (Kapitel 7.5) bezeichnet. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass derartige Auswirkungen in den meisten Fällen nach sehr einseitigen Fütterungsversuchen an Tieren auftraten, die in dieser Form nicht auf die Ernährungsgewohnheiten des Menschen übertragbar sind. In den letzten Jahren ist bei der gesundheitlichen Bewertung von sekundären Pflanzenstoffen ein vollständiger Wandel zu beobachten. Obschon es sich um nicht-essentielle Verbindungen handelt, für die im engeren Sinne also kein echter Nährstoffbedarf besteht, wird davon ausgegangen, dass die meisten Stoffe bei üblichen Verzehrsmengen gesundheitsfördernde Eigenschaften besitzen (24). So tragen sekundäre Pflanzenstoffe dazu bei, das Krankheitsrisiko für Zivilisationskrankheiten wie Krebs oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu senken (Tabelle 13). Sie wirken sich auch günstig auf das Immunsystem, Entzündungen und die Regulation des Blutzuckerspiegels aus (32).

Tabelle 13: Mögliche Wirkung sekundärer Pflanzenstoffe (38)

- | | |
|---|--------------------------|
| - Antioxidativ (hemmen Bildung freier Radikale) | - Blutdruckregulierend |
| - Antikarzinogen (senken Krebsrisiko) | - Cholesterinsenkend |
| - Immunmodulatorisch (stärken das Immunsystem) | - Blutglucoseregulierend |
| - Antimikrobiell (schützen vor Infektionen) | - Verdauungsfördernd |
| - Entzündungshemmend | |

Zu den sekundären Pflanzenstoffen im Reis gehören die Polyphenole, von denen die Phenolsäuren (Ferulasäure) am stärksten vertreten sind, sowie die Flavonoide, Phytinsäure und Phytostereine mit einem weniger bedeutenden Anteil. Der grösste Anteil der Phenolsäure im Reis liegt in gebundener Form vor. Sie übersteht die Verdauung im Magen und erreicht den Darm, wo sie ihre Wirkung entfalten kann. Es konnte zudem aufgezeigt werden, dass die Polyphenole im Reis den grössten Beitrag zur antioxidativen Wirkung (Kapitel 7.3.2) von braunem Reis leisten (25). Im Weiteren ist im Reis das γ -Oryzanol, ein reisspezifisches Molekül aus Ferulasäure und Phytosterin enthalten. Dem γ -Oryzanol werden verschiedene gesundheitsfördernde Eigenschaften zugeschrieben; dazu gehört die antioxidative Wirkung (35;39;40) und der Cholesterinsenkende Effekt (41;42). Die positive Wirkung auf den Cholesterinspiegel und somit die protektive Wirkung gegen Herz-Kreislauf-Krankheiten konnte aber nur beim Konsum von Reiskleie und Reiskeimöl beobachtet werden (Kapitel 7.4).

Wie die Nährstoffe sind auch die sekundären Pflanzenstoffe zahlreich im Keim und dem Silberhäutchen enthalten und beim braunen Reis und insbesondere bei der Reiskleie sowie Reiskeimöl (Kapitel 7.4) von Bedeutung.

Die Untersuchungen zur dosisabhängigen Wirkung und zur Bioverfügbarkeit der sekundären Pflanzenstoffe sind bei weitem noch nicht abgeschlossen und es ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, sinnvolle Empfehlungen für die Zufuhr der einzelnen Pflanzenstoffe zu geben.

7.2. Gesundheitsfördernde Wirkung von Parboiled Reis

Die Bedeutung des Parboiled Reis nahm durch die Entwicklung des maschinell verarbeiteten Reises, die Ausbreitung von Beriberi, das Wissen über das Konzept der Vitamine und die Entdeckung von Vitamin B₁ stetig zu. Das erste Mal wurde 1907 festgestellt (43), dass in Malaya chinesische Immigranten, die weissen Reis konsumierten, an Beriberi litten und tamilische Immigranten, die Parboiled Reis bevorzugten, von dieser Krankheit verschont blieben. Der Zusammenhang zwischen weissem Reis und Beriberi konnte inzwischen verschiedentlich gezeigt werden (44). Bei Beriberi handelt es sich um eine Vitamin B₁-Mangelkrankheit, die vor allem in Ländern vorkommt, in denen weisser und damit vitaminarmer Reis die Hauptnahrungsquelle darstellt. Beriberi geht fast immer mit einem Proteinmangel einher und äussert sich in Muskelschwäche, Lähmungen, psychischen Störungen, Ödemen und Herzschwäche (24).

Neben dem höheren Gehalt an B-Vitaminen verfügt der weisse Parboiled Reis verglichen mit dem unbehandelten weissen Reis über einen deutlich höheren Gehalt an Niacin sowie Phosphor. Auch ein höherer Mangan-, Calcium- und Eisengehalt konnte im Parboiled Reis nachgewiesen werden (27). Verschiedene Studien zeigen jedoch sehr unterschiedliche Ergebnisse der Mineralstoffangaben auf (22;27), was allgemeine Aussagen zum Mineralstoffgehalt nicht zulässt.

7.3. Einfluss des Reiskonsums auf verschiedene gesundheitliche Aspekte

7.3.1. Glykämischer Index

Die Blutglucosesteigernde Wirkung von Lebensmitteln wird als glykämischer Index (GI) bezeichnet. Der GI gibt jenen Prozentsatz des Blutglucoseanstiegs an, der im Vergleich zum Verzehr der gleichen Kohlenhydratmenge in Form von reiner Glucose (GI=100) resultiert. Je höher der GI eines Lebensmittels, desto grösser ist die Belastung des Zuckerstoffwechsels und umso grösser ist die Insulinausschüttung. Mit ständig erhöhtem Insulinspiegel sind langfristig eine Insulinresistenz, Übergewicht, verschiedene Stoffwechselstörungen (z.B. Diabetes Typ 2) sowie Herz-Kreislauf-Erkrankungen verbunden (45-48).

Der GI von Reis ist sehr unterschiedlich und wird durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst. Die Unterschiede können zum einen durch den unterschiedlichen Amylosegehalt verschiedener Reissorten erklärt werden, da Amylose viel langsamer verdaut wird als Amylopektin. Reis mit einem hohen Amylosegehalt (28 %) hat einen tieferen GI (64), während beim Reis mit einem tiefen Amylosegehalt (20 %) der GI höher ist (83 und 93) (49).

Der GI ist jedoch nicht nur vom Amylosegehalt abhängig, sondern auch das Zubereitungsverfahren (Dampfkochtopf, Kochen, Steamen) (50) sowie die Kochzeit (51) haben einen Einfluss darauf. Des weiteren wurde in verschiedenen Studien gezeigt, dass auch die Verarbeitung wie das Parboiling-Verfahren einen Einfluss auf den GI hat und es dadurch zu einer Reduktion des GIs kommt (14;52). Doch dieses Erkenntnis konnte nicht in allen Untersuchungen bestätigt werden (49). Dies könnte dadurch bedingt sein, dass unterschiedliche Parboiling-Verfahren angewendet werden und vor allem beim Hochdruckverfahren der GI reduziert wird (53). Durch die verschiedenen Zubereitungs- und Verarbeitungsverfahren wird die Stärke unterschiedlich stark verkleistert, wobei mit zunehmender Verkleisterung sich der GI verringert.

Für den braunen Reis konnte im Vergleich mit der weissen Variante derselben Sorte eine tiefere Blutglucoseantwort und eine langsamere Verdauung der Stärke aufgezeigt werden. Mögliche Gründe sind der höhere Gehalt an Nahrungsfasern, Phytinsäure und Polyphenolen. Brauner Reis ist daher für Diabetiker sowie Menschen mit hohem Blutdruck besser geeignet (54).

Der GI von Reis bewegt sich von einem hohen bis tiefen Wert und lässt keine allgemeine Klassifizierung zu (55). Es kann jedoch zusammenfassend festgehalten werden, dass es durch das Parboiling-Verfahren und das Steamen, sowie durch einen hohen Amylosegehalt zu einer Reduktion des GI von Reis kommen kann.

7.3.2. Antioxidative Wirkung

Antioxidantien sind Schutzstoffe, die eine Oxidation von im Körper vorhandenen Molekülen verhindern, indem sie Elektronen abgeben oder Wasserstoffionen aufnehmen, ohne selbst in reaktionsfähige Moleküle umgewandelt zu werden. Moleküle welche Oxidations-Reaktionen leicht auslösen können, sind z.B. der Sauerstoff selbst sowie sauerstoffreiche Verbindungen und eine Gruppe von Atomen oder Molekülen, die als freie Radikale bezeichnet werden.

Radikale sind äusserst reaktionsfähig und üben aufgrund dieser Eigenschaft spezifische Funktionen im Körper aus, wie z.B. die Abtötung von Mikroorganismen in den Zellen. Allerdings stellen diese Verbindungen auch eine Gefahr für körpereigene Strukturen dar. Aufgrund ihrer hohen Reaktivität interagieren freie Radikale mit verschiedensten biologischen Strukturen wie Fetten, Proteinen, Kohlehydraten und Nukleinsäuren. Um die schädlichen Wirkungen von Radikalen und Oxidantien in Grenzen zu halten, verfügt der Körper über ein komplexes Schutzsystem. Verschiebt sich die Balance zwischen Aufbau und Abbau reaktiver Sauerstoffverbindungen, so dass oxidative Prozesse überwiegen und es zu einer Anreicherung von Radikalen und Oxidantien kommt, können schwerwiegende Funktionsstörungen in Erscheinung treten. Dieser Zustand wird als oxidativer Stress bezeichnet (24).

Verschiedene Zivilisationskrankheiten wie die Entstehung von Krebs und Gefässverkalkung stehen im Zusammenhang mit dem Einfluss von freien Radikalen. Verschiedene Studien legen nahe, dass Antioxidantien sowohl bei Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems als auch bei Krebs, Erkrankungen des Nervensystems (z.B. Alzheimer, Parkinson) und Grauer Star ein präventives Potenzial aufweisen (24;38). Einige Vitamine und Mineralstoffe besitzen neben ihrer Hauptfunktion im Stoffwechsel auch antioxidative Wirkungen. Zu den wichtigsten Antioxidantien gehören Vitamin C und E, Carotinoide, Selen sowie die sekundären Pflanzenstoffe (24).

Einige Studien konnten eine antioxidative Wirkung von braunem Reis und Reiskleie aufzeigen (25;35;56). Die wichtigsten im Reis enthaltenen Antioxidantien sind Vitamin E, Selen sowie die sekundären Pflanzenstoffe (Kapitel 7.1.7), von denen insbesondere den Polyphenolen eine Schutzwirkung zukommt und ein direkter Zusammenhang zwischen Phenolsäuregehalt und antioxidativer Wirkung aufgezeigt wurde (25). Zu den Polyphenolen gehört auch das reisspezifische γ -Oryzanol das antioxidativ wirkt (35;56). Diese Inhaltsstoffe sind vor allem in dem Silberhäutchen enthalten und kommen in der Reiskleie und Reiskeimöl in grösseren Mengen vor (Kapitel 7.4).

7.3.3. Hypoallergene Eigenschaften und Unverträglichkeitsreaktionen

Die in Getreide enthaltenen Proteine können für eine Nahrungsmittelintoleranz oder -allergie verantwortlich sein. Von einer allergischen Reaktion wird gesprochen, wenn der Körper mit ei-

ner immunologischen Abwehrreaktion gegen bestimmte Nahrungsmittelbestandteile reagiert. Der Begriff Nahrungsmittelintoleranz ist nicht einheitlich definiert. Im Allgemeinen werden unter Nahrungsmittelintoleranzen sämtliche Unverträglichkeitsreaktionen auf Nahrungsmittel verstanden, für deren Entstehung keine immunologischen Prozesse verantwortlich sind. Die häufigste Proteinintoleranz ist die Gluteninduzierte Enteropathie (auch Zöliakie genannt). Gluten ist ein im Weizen, Roggen, Gerste und im geringen Umfang im Hafer enthaltenes Protein, während Reis und Mais glutenfrei sind (32). Die Aufnahme dieses Proteins ist bei vorliegender Krankheit mit einer schweren Schädigung der Dünndarmwand verbunden, die sich in einem generellen, hochgradigen Malabsorptionssyndrom äussert, das unbehandelt zu schweren Mangelerscheinungen führt. Unter Einbeziehung sensibler Diagnoseverfahren wird die Häufigkeit an Zöliakie in Europa auf 1:200 bis 1:300 geschätzt, wobei Frauen häufiger betroffen sind als Männer (24). Für die Betroffenen sind daher alternative Getreidearten wie Reis von grosser Bedeutung. Nur ein sehr kleiner Teil der Bevölkerung zeigt negative Reaktionen auf Reisproteine (57). Reis ist daher allgemein ein als hypoallergen anerkanntes Lebensmittel und wird auch für die Entwicklung von hypoallergenen Rezepturen eingesetzt.

7.3.4. Weitere Eigenschaften

Parboiled Reis oder Reisschleim (58) sowie Reiswasser (59) wurden aufgrund der guten Verträglichkeit der Stärke mit Erfolg bei der Behandlung von nicht-infektiösen Durchfallerkrankungen eingesetzt. Somit bietet eine auf Reis basierende Rehydrationslösung eine gute Alternative zu Glucose- oder Saccharoselösungen, die viel teurer und in Ländern mit häufigen Durchfallerkrankungen auch weniger gut verfügbar sind.

Nach Volksglauben hat Reis eine Vielfalt von Heileigenschaften. In China wird dem schwarzen Reis eine Organismusstärkende und pharmazeutische Wirkung zugesprochen und auch „Blutstärkender Reis“ oder „Heilreis“ genannt. Der schwarze Reis enthält 3 mg Vitamin C und 0.2 mg Riboflavin pro 100 g Reis, was höher ist als im braunen Reis. Im Weiteren ist auch der Anteil an Eisen, Calcium und Phosphor höher als in nicht gefärbtem Reis (15). Der rote Reis ist sehr reich an Anthocyanen, die den sekundären Pflanzenstoffen angehören und für die rote Farbe verantwortlich sind (15).

7.4. Einfluss des Konsums von Reiskleie und Reiskeimöl auf die Gesundheit

Bei der Verarbeitung des Reises zu weissem Reis fällt die Reiskleie an, die aufgrund des hohen Fettgehalts und den Fettabbauenden Enzymen (Lipasen) sehr schnell ranzig wird. Um die Reiskleie für den menschlichen Verzehr zu erschliessen, wurden schonende Verfahren entwickelt,

welche die Reiskleie ohne eine Inaktivierung der wertvollen Inhaltsstoffe stabilisieren. Reiskleie wird als Nahrungsergänzung konsumiert, bei der Herstellung von Brot, Cerealien, Gebäck und Snacks eingesetzt oder zu Reiskeimöl verarbeitet und als Speiseöl konsumiert. Die Verwendung von Reiskeimöl ist insbesondere in asiatischen Ländern beliebt, während es in Europa nur geringe Bedeutung hat.

7.4.1. Gesundheitsfördernde Wirkung der Inhaltsstoffe von Reiskleie und Reiskeimöl

Reiskleie ist eine sehr gute Quelle für Proteine (12-15 %) und Fette (15-20 %). Bei den Fettsäuren handelt es sich vor allem um Palmitinsäure, Ölsäure und die essentielle Linolsäure (14). Neben den Fetten und Proteinen enthält die Reiskleie bedeutende Mengen an Nahrungsfasern, sekundären Pflanzenstoffen, Mineralstoffen sowie Vitaminen. In der Reiskleie sind mindestens 78 % des Vitamin B₁, 47 % des Vitamin B₂, 67 % des Niacins sowie 80 % des Eisens eines Reiskorns enthalten (60). Reiskleie enthält zudem Vitamin E, Pantothensäure und Biotin. Bei den Mineralstoffen sind vor allem Magnesium, Phosphor, Kalium, Kupfer, Eisen, Mangan und Zink von Bedeutung. Im Weiteren enthält Reiskleie γ -Oryzanol, welches hauptsächlich in der Fettfraktion der Reiskleie vorkommt. Mit einer besonders hohen Konzentration von 2 % und mehr ist γ -Oryzanol im Reiskeimöl zu finden (61). Bei allen Inhaltsstoffen sind grosse Schwankungen der Gehaltsangaben aufgeführt. Diese Schwankungen sind bedingt durch den Ausmahlungsgrad, die Verarbeitung aber auch die Reissorte.

Für die Ernährung von Bedeutung sind essentielle Aminosäuren und Fettsäuren, sowie die B-Vitamine, das Vitamin E und die Mineralstoffe. Neben dem hohen Mineralstoff- und Vitamin Gehalt wirkt sich auch der Anteil an Nahrungsfasern positiv auf die Gesundheit aus (Kapitel 7.1.2). Der gesundheitsfördernde Effekt von γ -Oryzanol umfasst die Cholesterinsenkende Wirkung (61), eine Reduktion der Blutplättchenaggregation sowie weitere Faktoren, die das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen reduzieren (14). Das γ -Oryzanol wirkt antioxidativ (Kapitel 7.3.2) und verhindert unter anderem die Oxidation des Cholesterins (35). Die Reiskleie enthält neben dem γ -Oryzanol noch weitere Antioxidantien, zu welchen das Vitamin E (Tocopherole und Tocotrienole) und die Flavonoide gehören. Im Weiteren konnte in der Reiskleie eine starke Aktivität der Peroxidase gemessen werden, die ebenfalls antioxidativ wirkt (62).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass zu dem gesundheitsfördernden Effekt der mit dem Konsum von Reiskleie und Reiskeimöl einhergehen kann, deren positive Wirkung auf Magen-Darmtrakt und den Cholesterinspiegel (Kapitel 7.4.2), sowie die antioxidative Wirkung und der einhergehende Schutz vor Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs ist. Zudem werden mögliche positive Einflüsse des Reiskeimöls auf das Immunsystem in Betracht gezogen, die jedoch noch nicht abschliessend geklärt sind (63). Reiskleie hat auch einen sehr tiefen Glykämischen Index und macht als Ergänzung in der Ernährung für Diabetiker durchaus Sinn (49). In

verschiedenen Studien wurde zudem die Cholesterinsenkende Wirkung der Reiskleie und des Reiskeimöls untersucht, auf die im nächsten Kapitel genauer eingegangen wird.

7.4.2. Cholesterinsenkender Effekt

Verschiedene Tierversuche konnten eine Cholesterinsenkende Wirkung von Reiskleie aufzeigen (64;65). Auch beim Menschen konnte mehrfach ein positiver Effekt des Reiskleiekonsums auf die Blutfette (66;67), sowie eine Cholesterinsenkende Wirkung festgestellt werden. Bei einer Aufnahme von 100 g Reiskleie pro Tag über 3 Wochen konnte der Gesamtcholesterinspiegel um 7 % gesenkt werden (68).

Auch der Konsum von Reiskeimöl kann den Cholesterinspiegel und die Blutfette senken (41;42;51;61;69;70). Diese Wirkung wird auf verschiedene Faktoren zurückgeführt. Dazu gehören (35) das γ -Oryzanol sowie das Vitamin E, die antioxidativ wirken und die Oxidation des Cholesterins reduzieren und damit zum Cholesterinsenkenden Effekt der Reiskleie beitragen. Im Weiteren können die Ferulasäure (ein Polyphenol) sowie die Nahrungsfasern einen Einfluss haben. Studien zeigen eine sehr deutliche positive Wirkung der Reiskleie und des Reiskeimöls auf den Cholesterinspiegel und könnten daher in der Ernährung von Personen mit erhöhtem Cholesterin eingesetzt werden, um das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu reduzieren.

7.5. Negative Wirkungen eines erhöhten einseitigen Reiskonsums

Wie alle anderen Getreidesorten ist auch Reis arm an Vitamin A, C sowie B₁₂ und auch der Gehalt an Eisen und Calcium ist niedrig, so dass bei einseitiger, praktisch nur auf Reis basierender Ernährung, wie das in Südasien und Südostasien der Fall sein kann, Mangelerscheinungen auftreten. Bei weissem Reis ist zudem der tiefe Vitamin B₁-Gehalt anzuführen. Im Gegensatz zu früher wird heute fast ausschliesslich weisser Reis verzehrt. Grund dafür ist, dass dieser wesentlich einfacher zubereitet ist als brauner Reis, der zuerst gegart und erst anschliessend gekocht wird. Bei einseitigem Konsum hat der weisse Reis jedoch ernährungsphysiologische Nachteile, da er fast nur noch Stärke enthält. Dies kann zu schweren Mangelerscheinungen und einem Krankheitsbild führen, das als „Beriberi“ bezeichnet wird und im Wesentlichen auf dem Mangel an Vitamin B₁ beruht (Kapitel 7.1.6.).

Die verschiedenen Mangelerscheinungen sind nicht direkt durch den Reiskonsum als solchen bedingt, sondern zeigen einen allgemeinen Einfluss verschiedener Faktoren. Diese sind unter anderem durch eine einseitige ungenügende Nahrungsaufnahme bedingt, die auch in anderen Entwicklungsländern, in denen weniger Reis konsumiert wird, beobachtet werden (15).

Im Reis sind zudem antinutritive Inhaltsstoffe vorhanden, die sich vor allem im Keimling und dem Silberhäutchen befinden und daher in der Reiskleie und im braunen Reis von Bedeutung sind. Der Begriff "antinutritiv" umfasst einerseits Stoffe, die unverdaulich oder nicht absorbierbar sind, und andererseits Verbindungen, welche die Aufnahme von nutritiven Stoffen verhindern oder einschränken oder letztlich direkt giftig wirken. Dazu gehören im Reis unter anderem die Phytinsäure, Oryzacystatin und Trypsininhibitoren. Ausser der Phytinsäure sind alle antinutritive Substanzen nicht hitzestabil und werden beim Kochen zerstört (15). Die Phytinsäure ist für eine schlechtere Absorption der Mineralstoffe wie Zink und Eisen verantwortlich. Beim Mahlen werden sowohl Zink- als auch Phytinsäuregehalt reduziert. Durch den tieferen Phytinsäuregehalt wird im weissen Reis das Zink besser absorbiert. Der tiefere Zinkgehalt vom weissen Reis wird aber nicht durch dessen bessere Absorption kompensiert, so dass der braune Reis trotz allem eine bessere Quelle für Zink darstellt (71).

7.6. Tabellarische Zusammenfassung

7.6.1. Positive ernährungsphysiologische Wirkungen von braunem Reis

Bedeutende Mengen von*:	Wichtig für:
Vitamin B ₁	→ Kohlenhydrat- und Energiestoffwechsel → Proteinsynthese → Nervenerregung
Niacin	→ Kohlenhydrat-, Fett- und Proteinstoffwechsel → Antioxidative Wirkung → Zellteilung → Gen-Vermehrung und –Erneuerung
Vitamin B ₆	→ Proteinstoffwechsel → Blutbildung → Nervensystem → Immunabwehr
Pantothensäure	→ Kohlenhydrat-, Fett- und Proteinstoffwechsel
Biotin	→ Kohlenhydrat-, Fett- und Proteinstoffwechsel
Magnesium	→ Energiestoffwechsel (Aktiviert Enzyme) → Muskelkontraktion und Nervenreizleitung → Aufbau und Erhalt von Knochen und Zähnen → Membranstabilisierung
Phosphor	→ Energiestoffwechsel (Teil von ATP) → Baustein von Knochen, Zähnen und Zellen
Kupfer	→ Bildung von Blut, Melanin (Pigment) sowie Bindegewebe → Immunsystem → Zentralnervensystem
Mangan	→ Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel → Harnstoffzyklus → Aufbau- und Erhalt der Knochen → Antioxidative Wirkung

Bedeutende Mengen von*:	Wichtig für:
Zink	<ul style="list-style-type: none"> → Aktivator von Enzymen (ca. 300) → Zellteilung → Kohlenhydrat-, Protein- und Fettstoffwechsel → Immunsystem → Hormonstoffwechsel → Antioxidative Wirkung
Selen Abhängig vom Gehalt im Boden	<ul style="list-style-type: none"> → Antioxidative Wirkung → Immunsystem → Schilddrüsenhormon-Stoffwechsel

*1 Portion Reis aus 50 g Reis (ungekocht) deckt durchschnittlich mehr als 10 % der empfohlenen Zufuhr

Mittlerer Gehalt von*:	Wichtig für:
Kalium	<ul style="list-style-type: none"> → Muskelkontraktion, Nervenreizleitung → Membranstabilisierung → Wasserhaushalt → Säure-Basen-Gleichgewicht → Blutdrucksenkende Wirkung möglich
Eisen Verfügbarkeit gering	<ul style="list-style-type: none"> → Hämoglobin-Bildung → Sauerstofftransport, -Speicherung → Energiestoffwechsel
Nahrungsfasern Unlösliche Nahrungsfasern	<ul style="list-style-type: none"> → Verzögerte Magenentleerung (Sättigungseffekt) → Erhöhung des Stuhlvolumens (beschleunigte Transitzeit, erleichterte Darmentleerung) → Karies- und Paradontosevorbeugung → Kohlenhydratstoffwechsel → Mögliche vorbeugende Wirkung gegen Verstopfung, Dickdarmkrebs, Gallenstein, Übergewicht, Hypercholesterinämie, Diabetes Mellitus, Arteriosklerose
Sekundäre Pflanzenstoffe Polyphenole, Oryzanol	<ul style="list-style-type: none"> → Antioxidative Wirkung → Cholesterinsenkend
Fettsäuren Ungesättigte ω -6 Linolensäure	<ul style="list-style-type: none"> → Cholesterinsenkend → Immunabwehr

*1 Portion Reis aus 50 g Reis (ungekocht) deckt durchschnittlich zwischen 5 und 10 % der empfohlenen Zufuhr

Frei von:	Wichtig für:
Gluten	→ Geeignet für Personen mit Zöliakie

7.6.2. Positive ernährungsphysiologische Wirkungen von weißem Reis

Bedeutende Mengen von*:	Wichtig für:
Mangan	<ul style="list-style-type: none"> → Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel → Harnstoffzyklus → Aufbau- und Erhalt der Knochen → Antioxidative Wirkung
Selen Abhängig vom Gehalt im Boden	<ul style="list-style-type: none"> → Antioxidative Wirkung → Immunsystem → Schilddrüsenhormon-Stoffwechsel

*1 Portion Reis aus 50 g Reis (ungekocht) deckt durchschnittlich mehr als 10% der empfohlenen Zufuhr

Mittlerer Gehalt von*:	Wichtig für:
Niacin	<ul style="list-style-type: none"> → Kohlenhydrat-, Fett- und Proteinstoffwechsel → Antioxidative Wirkung → Zellteilung → Gen-Vermehrung und –Erneuerung
Vitamin B ₆	<ul style="list-style-type: none"> → Proteinstoffwechsel → Blutbildung → Nervensystem → Immunabwehr
Pantothensäure	→ Fett-, Kohlenhydrat- und Proteinstoffwechsel
Magnesium	<ul style="list-style-type: none"> → Energiestoffwechsel (Aktiviert Enzyme) → Muskelkontraktion und Nervenreizleitung → Aufbau und Erhalt von Knochen und Zähnen → Membranstabilisierung
Phosphor	<ul style="list-style-type: none"> → Energiestoffwechsel (Teil von ATP) → Aufbau des Stützapparates → Baustein von Zellen
Kupfer	<ul style="list-style-type: none"> → Bildung von Blut, Melanin (Pigment) sowie Bindegewebe → Immunsystem → Zentralnervensystem
Zink	<ul style="list-style-type: none"> → Aktivator von Enzymen (ca. 300) → Zellteilung → Kohlenhydrat-, Protein- und Fettstoffwechsel → Immunsystem → Hormon-Stoffwechsel → Antioxidative Wirkung

*1 Portion Reis aus 50 g Reis (ungekocht) deckt durchschnittlich zwischen 5 und 10 % der empfohlenen Zufuhr

Frei von:	Wichtig für:
Gluten	→ Geeignet für Personen mit Zöliakie

7.6.3. Positive ernährungsphysiologische Wirkungen von Parboiled Reis

Bedeutende Mengen*:	Wichtig für
Vitamin B ₁	<ul style="list-style-type: none"> → Kohlenhydrat- und Energiestoffwechsel → Proteinsynthese → Nervenerregung
Niacin	<ul style="list-style-type: none"> → Kohlenhydrat-, Fett- und Proteinstoffwechsel → Antioxidative Wirkung → Zellteilung → Gen-Vermehrung und –Erneuerung
Vitamin B ₆	<ul style="list-style-type: none"> → Proteinstoffwechsel → Blutbildung → Nervensystem → Immunabwehr
Phosphor	<ul style="list-style-type: none"> → Energiestoffwechsel (Teil von ATP) → Aufbau des Stützapparates → Baustein von Zellen

Bedeutende Mengen*:	Wichtig für
Mangan	<ul style="list-style-type: none"> → Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel → Harnstoffzyklus → Aufbau- und Erhalt der Knochen → Antioxidative Wirkung
Selen Abhängig vom Gehalt im Boden	<ul style="list-style-type: none"> → Antioxidative Wirkung → Immunsystem → Schilddrüsenhormon-Stoffwechsel

*1 Portion Reis aus 50 g Reis (ungekocht) deckt durchschnittlich mehr als 10% der empfohlenen Zufuhr

Mittlerer Gehalt von*:	Wichtig für
Pantothensäure	→ Fett-, Kohlenhydrat- und Proteinstoffwechsel
Magnesium	<ul style="list-style-type: none"> → Energiestoffwechsel (Aktiviert Enzyme) → Muskelkontraktion und Nervenreizleitung → Aufbau und Erhalt von Knochen und Zähnen → Membranstabilisierung
Kupfer	<ul style="list-style-type: none"> → Bildung von Blut, Melanin (Pigment) sowie Bindegewebe → Immunsystem → Zentralnervensystem
Zink	<ul style="list-style-type: none"> → Aktivator von Enzymen (ca. 300) → Zellteilung → Kohlenhydrat-, Protein- und Fettstoffwechsel → Immunsystem → Hormon-Stoffwechsel → Antioxidative Wirkung

*1 Portion Reis aus 50g Trockenreis deckt die empfohlenen Zufuhr zwischen 5 und 10 %

Frei von:	Wichtig für:
Gluten	→ Geeignet für Personen mit Zöliakie

8 LITERATURVERZEICHNIS

1. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (2007) Lebensmittelpyramide. http://www.sge-ssn.ch/d/navigation_header/lebensmittelpyramide/food_pyramid_details.html. Zugriff: 18.2.2007.
2. Willett W.C. (1994) Diet and Health: what should we eat? *Science* 254, 532-537.
3. Willett W.C. (1995) Diet, Nutrition, and avoidable cancer. *Environmental Health Perspectives* 103, 165-170.
4. Meyer K.A., Kushi L.H., Jacobs D.R., Jr., Slavin J., Sellers T.A., & Folsom A.R. (2000) Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *American Journal of Clinical Nutrition* 71, 921-930.
5. Jacobs D.R., Slavin J., & Marquart L. (1995) Whole grain intake and cancer: A review of literature. *Nutrition and Cancer* 24, 221-229.
6. Jacobs D.R., Jr., Meyer K.A., Kushi L.H., & Folsom A.R. (1998) Whole-grain intake may reduce the risk of ischemic heart disease death in postmenopausal women: the Iowa Women's Health Study. *American Journal of Clinical Nutrition* 68, 248-257.
7. Jensen M.K., Koh-Banerjee P., Hu F.B., Franz M., Sampson L., Gronbaek M., & Rimm E.B. (2004) Intakes of whole grains, bran, and germ and the risk of coronary heart disease in men. *American Journal of Clinical Nutrition* 80, 1492-1499.
8. Truswell A.S. (2002) Cereal grains and coronary heart disease. *European Journal of Clinical Nutrition* 56, 1-14.
9. FAOSTAT (2003) Statistical Databases. Agriculture Data. <http://faostat.fao.org/site/368/default.aspx>. Zugriff: 4.12.2006.
10. IRRI (International Rice research Institute) (2000) Rice calorie supply as a percentage of total calorie supply, by country and geographical region. <http://www.irri.org/science/ricestat/pdfs/Table%2016.pdf>. Zugriff: 4.12.2006.
11. Kennedy G. & Burlingame B. (2003) Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. *Food Chemistry* 80, 589-596.
12. Belitz H.D. & Grosch W. (1992) *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*, 4. Auflage. Springer Verlag, Berlin.
13. RISO (2007) www.riso.ch. Zugriff: 15.1.2007.
14. Champagne E.T. (1993) *Rice*, 3 Auflage. American Association of Cereal Chemists, St.Paul, Minnesota.
15. Juliano B.O. (1993) *Rice in human nutrition*. IRRI, FAO, Rom.
16. BLS (2006) Deutscher Bundeslebensmittelschlüssel. <http://www.bls.nvs2.de/>. Zugriff: 5.12.2006.
17. Norwegian Food Composition Table (2006) <http://www.norwegianfoodcomp.no/>. Zugriff: 5.12.2006.
18. Canadian Nutrient File (2006) http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/fiche-nutri-data/index_e.html. Zugriff: 5.12.2006.
19. Souci Fachmann Kraut (2006) <http://www.sfk-online.net>. Zugriff: 5.12.2006.

20. FINELI (2006) Finnish Food Composition Database. <http://www.fineli.fi/>. Zugriff: 5.12.2006.
21. USDA (2006) National Nutrient Database. <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>. Zugriff: 4.12.2006.
22. Heinemann R.J.B., Fagundes P.L., Pinto E.A., Penteado M.V.C., & Lanfer-Marquez U.M. (2005) Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis* 18, 287-296.
23. Juliano B.O. (1985) *Rice*, 2. Auflage. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
24. Hahn A., Ströhle A., & Wolters M. (2006) *Ernährung*, 2 Auflage. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.
25. Adom K.K. & Liu R.H. (2002) Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, 6182-6187.
26. Miller A. & Engel K.H. (2006) Content of gamma-oryzanol and composition of steryl ferulates in brown rice of European origin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54, 8127-8133.
27. Bhattacharya K.R. (1985) Parboiling of Rice. In: *Rice*. Hrsg.: Champagne E.T., 3. Auflage, S. 329-404. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
28. Jacobs D.R., Jr. & Gallaher D.D. (2004) Whole grain intake and cardiovascular disease: a review. *Current Atherosclerosis Reports* 415-423.
29. Rimm E.B., Ascherio A., Giovannucci E.L., Spiegelman D., Stampfer M.J., & Willett W.C. (1996) Vegetable, fruit, and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. *The Journal of the American Medical Association* 275, 447-541.
30. Pietinen P., Rimm E.B., Korhonen P., Hartman A.M., Willett W.C., Albanes D., & Virtamo J. (1996) Intake of dietary fiber and risk of coronary heart disease in a cohort of Finnish men. The Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study. *Circulation* 94, 2720-2727.
31. Brown L., Rosner B., Willett W.C., & Sacks F.M. (1999) Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition* 69, 30-42.
32. Elmadfa I. & Leitzmann C. (1998) *Ernährung des Menschen*, 3. Auflage. Eugen Ulmer, Stuttgart.
33. DACH (2000) *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr*, 1. Auflage. Umschau Braus Verlag, Frankfurt am Main.
34. Rand W.M., Uauy R., & Scrimshaw N.S. (1984) *Protein-Energy-Requirement Studies in Developing Countries: Results of International Research*, 10 Auflage. United Nations University, Tokyo.
35. Xu Z., Hua N., & Godber J.S. (2001) Antioxidant activity of tocopherols, tocotrienols, and gamma-oryzanol components from rice bran against cholesterol oxidation accelerated by 2,2'-azobis(2-methylpropionamide) dihydrochloride. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49, 2077-2081.
36. Burgstein L. (2000) *Handbuch der Nährstoffe*, 9 Auflage. Karl F. Haug, Heidelberg.
37. He F.J. & MacGregor G.A. (2001) Beneficial effects of potassium. *British Medical Journal* 323, 497-500.
38. Watzl B. & Leitzmann C. (2005) *Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln*. Hippokrates Verlag, Stuttgart.
39. Cicero A.F. & Gaddi A. (2001) Rice bran oil and gamma-oryzanol in the treatment of hyperlipoproteinaemias and other conditions. *Phytotherapy Research* 15, 277-289.

40. Juliano C., Cossu M., Alamanni M.C., & Pui L. (2005) Antioxidant activity of gamma-oryzanol: Mechanism of action and its effect on oxidative stability of pharmaceutical oils. *International Journal of Pharmaceutics* 299, 146-154.
41. Berger A., Rein D., Schaefer A., Monnard I., Gremaud G., Lambelet P., & Bertoli C. (2005) Similar cholesterol-lowering properties of rice bran oil, with varied oryzanol, in mildly hypercholesterolemic men. *European Journal of Clinical Nutrition* 44, 163-173.
42. Wilson T.A., Nicolosi R.J., Woolfrey B., & Kritchevsky D. (2006) Rice bran oil and oryzanol reduce plasma lipid and lipoprotein cholesterol concentrations and aortic cholesterol ester accumulation to a greater extent than ferulic acid in hypercholesterolemic hamsters. *The Journal of Nutritional Biochemistry* In Press, Corrected Proof.
43. Braddon W.L. (1907) *The Cause and Prevention of Beri-beri*. Rebman, London.
44. McCarrison R. & Norris R.V. (2006) The relationship of rice to beri-beri in India. *Indian Journal of Medical Research (Memoir)* No. 2.
45. Ludwig D.S. (2000) Dietary Glycemic Index and Obesity. *Journal of Nutrition* 130, 280-283.
46. Salmeron J., Ascherio A., Rimm E.B., Colditz G.A., Spiegelman D., Jenkins D.J.A., Stampfer M.J., Wing A.L., & Willett W.C. (1997) Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 20, 545-550.
47. Liu S., Willett W.C., Stampfer M.J., Hu F.B., Franz M., Sampson L., Hennekens C.H., & Manson J.E. (1997) A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. *American Journal of Clinical Nutrition* 71, 1455-1461.
48. Halton T.L., Willett W.C., Liu S., Manson J.E., Albert C.M., Rexrode K., & Hu F.B. (2006) Low-carbohydrate-diet score and the risk of coronary heart disease in women. *The New England Journal of Medicine* 355, 1991-2002.
49. Miller J.B., Pang E., & Bramall L. (1992) Rice: a high or low glycemic index food? *American Journal of Clinical Nutrition* 56, 1034-1036.
50. Rashmi S. & Urooj A. (2003) Effect of processing on nutritionally important starch fractions in rice varieties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 54, 27-36.
51. Panlasigui L.N., Thompson L.U., Juliano B.O., Perez C.M., Yiu S.H., & Greenberg G.R. (1991) Rice varieties with similar amylose content differ in starch digestibility and glycemic response in humans. *American Journal of Clinical Nutrition* 54, 871-877.
52. Wolever T.M.S., Jenkins D.J.A., Kalmusky J., Jenkins A., Giordano C., Guidici S., Josse R.G., & Wong G.S. (1986) Comparison of regular and parboiled rices: explanation of discrepancies between reported glycemic responses to rice. *Nutrition Research* 6, 349-357.
53. Larsen H.N., Rasmussen O.W., Rasmussen P.H., Alstrup K.K., Biswas S.K., Tetens I., Thilsted S.H., & Hermansen K. (2000) Glycaemic index of parboiled rice depends on the severity of processing: study in type 2 diabetic subjects. *European Journal of Clinical Nutrition* 54, 380-385.
54. Panlasigui L.N. & Thompson L.U. (2006) Blood glucose lowering effects of brown rice in normal and diabetic subjects. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 57, 151-158.
55. Foster-Powell K., Holt S.H., & Brand-Miller J.C. (2002) International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *American Journal of Clinical Nutrition* 76, 5-56.
56. Perez-Jimenez J. & Saura-Calixto F. (2005) Literature data may underestimate the actual antioxidant capacity of cereals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 5036-5040.
57. Helm R.M. & Burks A.W. (1996) Hypoallergenicity of rice protein. *Cereal Foods World* 41, 839-843.

58. Molla A.M., Ahmed S.M., & Greenough W.B.3. (1985) Rice-based oral rehydration solution decreases the stool volume in acute diarrhoea. *Bulletin of the World Health Organization* 63, 751-756.
59. Wong H.B. (1981) Rice water in treatment of infantile gastroenteritis. *Lancet* 11, 102-103.
60. Saunders R.M. (1990) *The properties of rice bran as a food stuff*. USDA-ARS, Albany.
61. Lichtenstein A.H., Ausman L.M., Carrasco W., Gualtieri L.J., Jenner J.L., Ordovas J.M., Nicolosi R.J., Goldin B.R., & Schaefer E.J. (1994) Rice bran oil consumption and plasma lipid levels in moderately hypercholesterolemic humans. *Arteriosclerosis and Thrombosis* 14, 549-556.
62. Higashi-Okai K., Kanbara K., Amano K., Hagiwara A., Sugita C., Matsumoto N., & Okai Y. (2004) Potent antioxidative and antigenotoxic activity in aqueous extract of Japanese rice bran-association with peroxidase activity. *Phytotherapy Research* 18, 628-633.
63. Sierra S., Lara-Villoslada F., Olivares M., Jiménez J., Boza J., & Xaus J. (2005) Increased immune response in mice consuming rice bran oil. *European Journal of Clinical Nutrition* 44, 509-516.
64. Juliano B.O. & Hicks P.A. (1996) Rice functional properties and rice food products. *Food Review International* 12, 71-103.
65. Kahlon T.S., Chow F.I., Sayre R.N., & Betschart A.A. (1992) Cholesterol-lowering in hamsters fed rice bran at various levels, defatted rice bran and rice bran oil. *Journal of Nutrition* 122, 513-519.
66. Kestin M., Moss R., Clifton P.M., & Nestel P.J. (1990) Comparative effects of three cereal brans on plasma lipids, blood pressure and glucose metabolism in mildly hypercholesterolemic men. *American Journal of Clinical Nutrition* 52, 661-666.
67. Cara L., Dubois C., Borel P., Armand M., Senft M., Portugal H., Pauli A.M., Bernard P.M., & Lairon D. (1992) Effects of oat bran, rice bran, wheat fiber, and wheat germ on postprandial lipemia in healthy adults. *American Journal of Clinical Nutrition* 55, 81-88.
68. Hegsted M., Windhauser M.M., Morris K., & Lester S.B. (1993) Stabilized rice bran and oat bran lower cholesterol in humans. *Nutrition Research* 13, 387-395.
69. Rukmini C. & Raghuram T.C. (1991) Nutritional and biochemical aspects of the hypolipidemic action of rice bran oil: a review. *Journal of the American College of Nutrition* 10, 593-601.
70. Sugano M. & Tsuji E. (1997) Rice bran oil and cholesterol metabolism. *Journal of Nutrition* 127, 521-524.
71. Hunt J.R., Johnson L.K., & Juliano B.O. (2002) Bioavailability of zinc from cooked Philippine milled, undermilled, and brown rice, as assessed in rats by using growth, bone zinc, and zinc-65 retention. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, 5229-5235.

9 ANHANG

I Von der deutschen, österreichischen und schweizerischen Gesellschaft für Ernährung empfohlene Zufuhr an Mineralstoffen einer erwachsenen Person zwischen 25 und 51 Jahren (34).

Inhaltsstoff		Empfohlene Zufuhr ♀	Empfohlene Zufuhr ♂
Natrium	mg	550	550
Kalium	mg	2000	2000
Magnesium	mg	300	350
Calcium	mg	1000	1000
Mangan	mg	2.0 – 5.0	2.0 – 5.0
Eisen	mg	15	10
Kupfer	mg	1.0 – 1.5	1.0 – 1.5
Chrom	g	30 – 100	30 – 100
Molybdän	g	50 – 100	50 – 100
Zink	mg	7	10
Phosphor	mg	700	700
Chlorid	mg	830	830
Fluorid	mg	3.1	3.8
Jod	g	150	180
Selen	g	30 – 70	30 – 70

II Von der deutschen, österreichischen und schweizerischen Gesellschaft für Ernährung empfohlene Zufuhr an Vitaminen einer erwachsenen Person zwischen 25 und 51 Jahren (34).

Inhaltsstoff		Empfohlene Zufuhr ♀	Empfohlene Zufuhr ♂
Vitamin A (Retinoläquivalent)	mg	0.8	1.0
β-Carotin	mg	2 – 4	2 – 4
Vitamin D	g	5	5
Vitamin E	mg	12	14
Vitamin K	g	60	70
Vitamin B ₁ (Thiamin)	mg	1.0	1.2
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	mg	1.2	1.4
Niacin	mg	13	16
Pantothensäure	mg	6	6
Vitamin B ₆	mg	1.2	1.5
Biotin	mg	30 – 60	30 – 60
Folsäure	g	400	400
Vitamin B ₁₂	g	3.0	3.0
Vitamin C	mg	100	100