

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Fachbereich Ökotrophologie

---

**Stevia Rebaudiana Bertoni:**  
**Ursprung, Bedeutung und Zukunft des neu zugelassenen**  
**Süßstoffes**

---

- Diplomarbeit -

Tag der Abgabe: 02.10.2012

Vorgelegt von: Matthias Kriehn



Betreuender Prüfer: Prof. Dr. Michael Hamm

Zweiter Prüfer: Dipl. Oek. Troph. Holger Koopmann

## Inhaltsverzeichnis

I.	Abkürzungsverzeichnis.....	4
II.	Abbildungsverzeichnis.....	5
III.	Tabellenverzeichnis.....	6
1.	Einleitung.....	7
2.	Theoretische Grundlagen.....	8
2.1	Ursprung / Herkunft.....	8
2.2	Chemischer Aufbau der Steviolglykoside.....	10
2.2.1	Steviol.....	11
2.2.2	Steviosid.....	16
2.2.3	Rebaudiosid A.....	18
2.2.4	Verstoffwechslung von Steviolglykosiden.....	20
2.3	Anbauggebiete und Art des Anbaus.....	21
2.3.1	Anbauversuchsreihe in Deutschland.....	22
2.3.2	Stevia als Alternative zum Tabakanbau.....	23
2.4	Herstellung von Steviolglykosiden.....	24
3.	Zulassung in Europa.....	26
3.1	Ausnahmeregelungen in Europa.....	28
3.2	Freigegeben in Ländern außerhalb der europäischen Union.....	29
3.3	Die EFSA Stellungnahme.....	29
3.3.1	Genotoxizität.....	31
3.3.2	Chronische Toxizität und Karzinogenität.....	31
3.3.3	Kontrazeptive Effekte und Auswirkungen auf den männlichen Fortpflanzungsapparat.....	32
3.3.4	Einfluss auf die Nieren-, Herz- und Kreislauffunktionen sowie den Kohlenhydratstoffwechsel.....	32
3.4	Bedenken und Verzögerungen bei der Zulassung.....	33
4.	Einsatzmöglichkeiten und Anwendung.....	34
4.1.	Welche Sparten planen Stevia zu nutzen, wo wird es schon genutzt.....	34
4.1.1	Alkoholfreie Getränke.....	34
4.1.2	Eiscreme.....	35
4.1.3	Süßwaren.....	36
4.1.4	Backwaren.....	36
4.1.5	Molkereiprodukte.....	36
4.1.6	Bio-Produkte.....	37
4.1.7	Marmelade/Konfitüre.....	38
4.1.8	Ketchup.....	39
4.1.9	Süßstoffe und Aromen.....	39
4.2	Verwendungsmöglichkeiten in der Küche.....	42
4.3	Pflege und Kultur der Stevia-Pflanze im Privathaushalt.....	42
4.4	Medien.....	43
5.	Ernährungswissenschaftliche und gesundheitliche Betrachtung.....	45
5.1	Verwendung von Saccharose.....	45

5.1.1 Aufbau Saccharose	45
5.1.2 Empfohlene Verzehrmenge von Saccharose	46
5.1.3 Zusammenhang von Saccharose und verschiedenen Krankheiten	47
5.2 Vor- und Nachteile gegenüber herkömmlichen Süßstoffen am Beispiel Aspartam	49
5.2.1 Wofür werden Süßstoffe verwendet?	49
5.2.2 Aufbau Aspartam	51
5.2.3 Bedenken gegenüber Aspartam	52
5.2.4 Vergleich Steviolglykoside/Aspartam	52
5.3 Der Geschmack von Steviolglykosiden	53
5.4 Steviolglykoside und Karies	54
5.5 Sind Steviolglykoside für Diabetiker geeignet?	54
5.6 Weitere mögliche Zusatznutzen	55
5.7 Die empfohlene Aufnahmemenge	55
5.7.1 Der ADI-Wert	56
5.7.2 ADI-Wert für Steviolglykoside	57
5.7.3 Berechnung von Stevioläquivalent	57
5.7.4 Einsatzhöchstmengen in Lebensmitteln	58
5.7.5 Ersetzbare Zuckermenge	59
5.7.6 Bedenken bei Überschreitung des ADI-Wertes	59
6. Fazit	60
7. Zusammenfassung/Abstract	62
8. Eidesstattliche Erklärung	64
9. Literaturverzeichnis	65

## I. **Abkürzungsverzeichnis**

ADI	Acceptable Daily Intake
BNN	Bundesverband Naturkost Naturwaren
CAS	Chemical Abstracts Service
DIfE	Deutsches Institut für Ernährungsforschung
dt	Dezitonne
EFSA	European Food Safety Authority
EU	Europäische Union
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Food and Drug Administration
GDA	Guideline Daily Amounts
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
JECFA	Joint Expert Committee on Food Additives
kcal	Kilokalorien
KJ	Kilojoule
NEL	No Effect Level
SAG	Steviolglucuronid
SCF	Scientific Committee on Food
TUM	Technische Universität München
WHO	World Health Organization

## II. Abbildungsverzeichnis

**Abbildung 1:** Stevia rebaudiana Bertoni

**Abbildung 2:** Isoprenoid-Stoffwechselweg. Quelle <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d20/20b.htm> Stand 02.09.2012

**Abbildung 3:** Strukturformel von Steviol. Quelle Wallin (2004), [ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/cta/CTA\\_63\\_Steviol.pdf](ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/cta/CTA_63_Steviol.pdf) S. 1, Stand 21.08.2012

**Abbildung 4:** Strukturformel Steviosid. Quelle Brusick, D. J. (2008), Food and Chemical Toxicology 46, S. 84

**Abbildung 5:** Strukturformel Rebaudiosid A. Quelle Brusick, D. J. (2008), Food and Chemical Toxicology 46, S. 84

**Abbildung 6:** Abbau von Steviosid und Ausscheidung als Steviolglucuronid. Quelle Huber, Maier (2009), S. 220

**Abbildung 7:** Strukturformel Saccharose. Quelle [http://www.uni-duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/zucker/bilder/saccharose\\_gr.jpg](http://www.uni-duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/zucker/bilder/saccharose_gr.jpg) Stand 27.09.2012

**Abbildung 8:** Strukturformel Aspartam. Quelle <http://www.suessstoffverband.de/suessstoffe/aspartam/> Stand 06.09.2012

### III. Tabellen

**Tab. 1** Süßschmeckende Verbindungen von *Stevia rebaudiana* Bertoni. Quelle Shevchenko, Smetanska, Wendt (2010) S. 194

**Tab. 2** Struktur von Steviosid und ähnlichen Verbindungen. Quelle nach Wallin (2004), <ftp://ftp.fao.org> Stand 21.08.2012

**Tab. 3** Übersicht über die in der Europäischen Union zugelassenen Süßstoffe. Quelle nach Süßstoffverband (2012), [http://www.suessstoffverband.de/download/SHOW/service/downloadservice/broschuere/Aktualisierung\\_2012/](http://www.suessstoffverband.de/download/SHOW/service/downloadservice/broschuere/Aktualisierung_2012/) Stand 31.08.2012

**Tab. 4** Umrechnungstabelle Stevioläquivalent. Quelle nach Geuns, M. C. (2007), [http://www.eustas.org/Steviol\\_glycosides\\_summary\\_application.pdf](http://www.eustas.org/Steviol_glycosides_summary_application.pdf) Stand 30.09.2012



**Abb. 1 Stevia rebaudiana Bertoni**

## 1. Einleitung

Bis vor ca. einem Jahr war die Pflanze *Stevia rebaudiana* Bertoni (Abb. 1), auch oft in den Medien kurz „Stevia“ genannt, nur absoluten Insidern ein Begriff. Dann kam es im November 2011 in Europa zu einem bedeutungsvollen Ereignis. Die süß schmeckenden Bestandteile der Pflanze, die man durch aufwändige Verfahren aus den Blättern der Pflanze gewinnt, die Steviolglykoside, dürfen nun sowohl als Süßstoff verkauft als auch in Lebensmitteln zum Süßen eingesetzt werden. Bis es zur der Europäischen Union kam, mussten einige Anläufe unternommen und etliche Hürden übersprungen werden.

Es war lange unklar, ob es überhaupt zu einer Genehmigung in der EU kommen würde. Es gab beispielsweise Bedenken, ob Steviolglykoside möglicherweise Krebs verursachen oder sich negativ auf die männliche Potenz auswirken könnten. Doch in einem langwierigen Zulassungsverfahren wurden alle möglichen negativen Auswirkungen untersucht und die Expertenausschüsse kamen, nach Sichtung vieler Studien, zu dem Ergebnis, dass Steviolglykoside in den erlaubten Mengen für den Menschen unbedenklich sind.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick über die momentane Situation in Deutschland zu verschaffen. Die Pflanze und deren Ursprung sollen erläutert werden.

Darüber hinaus wird in der Arbeit auf die aus der Pflanze gewonnenen Steviolglykoside, speziell Steviosid und Rebaudiosid A und deren gesetzlich geregelten Einsatzmöglichkeiten, eingegangen. Es wird sich mit der Zulassung durch die EU, einschließlich der Auswertung der Studien, hinsichtlich möglicher Erkrankungen, befasst. Zudem wird ein kurzer Überblick über die momentane Marktsituation und verschiedene Einsatzmöglichkeiten geliefert. Außerdem wird auf Vor- und Nachteile gegenüber Saccharose und Aspartam eingegangen.

## **2. Theoretische Grundlagen**

### **2.1 Ursprung / Herkunft**

Die Pflanze *Stevia rebaudiana* Bertoni wurde erstmals von dem aus der Schweiz stammenden Botaniker Dr. Moises Santiago Bertoni (1857 – 1929) beschrieben. Bertoni wanderte nach Südamerika aus und ließ sich im Jahre 1893 in Paraguay, in der Nähe der Iguazu-Fälle, am Ufer des Parana-Flusses, nieder. (vgl. Baratti (2004). [www.hls-dhs-dss.ch](http://www.hls-dhs-dss.ch) Stand 25.07.2012).

Während seiner Zeit in Puerto Bertoni widmete er sich der Landwirtschaft, studierte eingehend die dort heimische Botanik und beschäftigte sich mit den einheimischen Guarani Indianern. Dabei fand er heraus, dass die Indianer schon seit hundert Jahren die zerkleinerten Blätter der Stevia-Pflanze zum Süßen ihres Mate-Tees benutzen. Nachdem es zunächst nur möglich war zerkleinerte Pflanzenteile zu bekommen, erhielt Dr. Bertoni im Jahre 1904 eine lebende Pflanze für seine Forschungen. Denn schon damals war sie äußerst selten und heute ist die Wildpflanze in dem ursprünglichen Herkunftsgebiet so gut wie ausgestorben. Ab dem Jahre 1908 ließ er die Pflanze in Puerto Bertoni erstmals anbauen und schickte erste Exemplare zu Forschungszwecken nach Europa.

Der Zusatz *rebaudiana* ehrt den Chemiker Dr. Ovidio Rebaudi, der die süßschmeckenden Moleküle der Stevia-Pflanze als Erster isolierte. (vgl. Kienle, (2011). S. 27, 28) Das Steviosid wurde erstmals von Bridel und Lavielle im Jahre 1931 aus den Blättern der Pflanze isoliert. Schon damals wurde eine 200 – 300-fach stärkere Süßkraft, im Vergleich zu Saccharose, festgestellt. (vgl. Schmandke (2004), S. 455)



Eine große Bedeutung für den kommerziellen Anbau der Stevia-Pflanze hat Luis de Gasperi, der im Jahr 1961 eine Stevia-Anpflanzung in Paraguay aufbaute. Die geernteten, getrockneten Blätter verkaufte er als „Süß-Tee von Paraguay“ in die ganze Welt und machte Wissenschaftler aus Japan auf das Gewächs aufmerksam. (vgl. Kienle, (2011). S. 27, 28)

In Japan, später hauptsächlich in China, wurde die Stevia-Pflanze erstmals im großen Rahmen angebaut. Steviolglykoside sind in Japan und Südkorea seit 1973 als Lebensmittelzusatzstoff zugelassen und verfügbar. (vgl. Shevchenko, Smetanska, Wendt (2010), S. 193)

Die Pflanze *Stevia rebaudiana* Bertoni gehört zur Ordnungsklasse der „Asterales“, sie gehört der Familie „Asteraceae“ (Korbblütler) an und zählt zu einer von zwölf Unterfamilien, den „Asteroideae“. Die Stevia-Pflanze ist ein Kraut, welches ein- bis zweijährig und ca. 70 cm hoch wächst. Sie bildet gegenständige, kleine lanzettförmige Blätter. Zwei bis sechs selbststerile, weiße Röhrenblüten ordnen sich in Blütenkörbchen an, die wiederum endständige Trugdolden bilden. (vgl. Lieberei, Reissdorf (2007), S. 310) Andere Quellen berichten von einer Wachstumshöhe von bis zu einem Meter, während der Blüte gar bis zu 1,40 m. (vgl. Kienle (2011), S. 25)

Die Stevia-Pflanze ist auch unter anderen Namen bekannt, z. B. Honigkraut, Süßblatt oder Süßkraut. (vgl. Ernährungsumschau (2012), S.43 – 44) Die Süßkraft der frisch geernteten Blätter ist im Vergleich zu Saccharose 30 – 45 Mal so stark (vgl. Mowrey, D. (1992), zit. n. Das et. al. (2007), S. 5)

Die verschiedenen Stevia-Arten sind ursprünglich nur auf dem amerikanischen Kontinent heimisch. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich vom Südwesten der USA bis nach Nordargentinien. Auf den karibischen Inseln kommen sie nicht vor. (vgl. Kienle (2011), S. 25) Die *Stevia rebaudiana* Bertoni stammt ursprünglich aus den Hochlandregionen im Department Amambay in Paraguay, zwischen den Breitengraden 23° und 24°. (vgl. Brandle, Rosa (1992), S. 1263)

Insgesamt wurden ca. 230 Stevia-Arten gezählt. An 110 von ihnen wurde eine Reihenuntersuchung durchgeführt. Diese ergab, dass nur *Stevia rebaudiana* süß schmeckende sekundäre Metaboliten synthetisieren und akkumulieren kann. (vgl. Soejarto et al., zit. n. Gentry (1996), S. 895)

Diese süß schmeckenden Blätter der Stevia-Pflanze nutzten schon die Ureinwohner Paraguays, die Guarani-Indianer. Sie bezeichneten es als „Ka-a He-e“, was so viel wie „süßes Kraut“ bedeutet. Es wurde Jahrhunderte lang als Süßungsmittel für bittere Getränke, wie z. B. den Mate-Tee, genutzt. (vgl. Soejarto et al., zit. n. Brandle, Rosa (1992), S.1263)

Bereits 1992 wurde von Brandle und Rosa das große Potential der Stevia-Pflanze erkannt. Sie sahen in ihren Extrakten eine sinnvolle Alternative natürlicher Herkunft, zu den rein synthetisch hergestellten Süßstoffen, für ernährungsbewusste Konsumenten. Schon damals fand die Bewegung in der Gesellschaft, die viel Wert auf natürliche Lebensmittel legt, ihren Ursprung. (vgl. Brandle, Rosa (1992), S. 1263)

## **2.2 Chemischer Aufbau der Steviolglykoside**

Die Pflanze *Stevia rebaudiana* Bertoni bildet durch Photosynthese in ihren Blättern süß schmeckende Stoffe, welche auch in den Blättern gespeichert werden. Diese Substanzen werden chemisch gesehen als Diterpenglykoside bezeichnet. Durch ein chemisches Verfahren werden diese Stoffe aus den Blättern gewonnen. Als Endprodukt erhält man ein Gemisch aus Steviolglykosiden. Sie weisen eine ganze Reihe von positiven Eigenschaften auf. Bei dem Verzehr liefern sie dem Körper keine Energie, da Steviolglykoside vom menschlichen Körper nicht verdaut werden können. Dadurch sind sie interessant für Menschen die ihr Gewicht halten oder reduzieren wollen. Ihre Aufnahme verursacht keine Erhöhung der Blutglukosekonzentration und deshalb sind die Steviolglykoside auch für Diabetiker gut geeignet. Desweiteren sind sie nicht an der Entstehung von Karies beteiligt. (vgl. Bechthold (2010), S. B31)

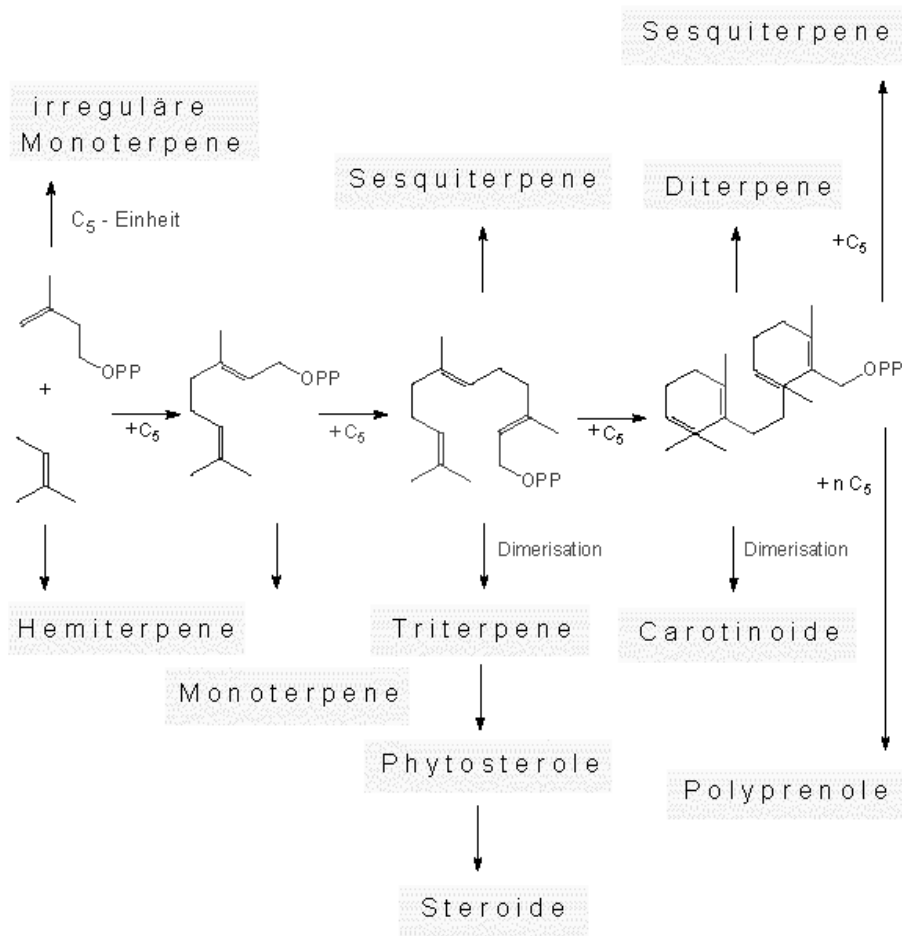
Die chemisch definierte Steviolglykosidmischung darf nach JECFA-Standard nicht weniger als 95 % Steviolglykoside enthalten. Die Hauptbestandteile müssen Steviosid und/oder Rebaudiosid A sein.

Üblicherweise findet man darüber hinaus kleine Mengen Rebaudiosid B, C, D, E und F, Steviolbioside, Rubusoside und Dulcosid A in der endgültigen Mischung.

Steviolglykoside müssen, laut EFSA, in Wasser leicht löslich sein und der pH-Wert muss zwischen 4,5 und 7,0 liegen. Es wurde festgelegt, dass der Trockenverlust über zwei Stunden und bei 105° C, den Wert von 6 % nicht übersteigen darf. Um die Reinheit zu gewährleisten, dürfen, laut Vorschrift, nicht mehr als 200 mg/kg Methanol und 5 g/kg Ethanol an Lösungsmittelrückständen im Endprodukt vorhanden sein. Arsen und Blei dürfen jeweils nicht mehr als 1 mg/kg ausmachen. Diese Angaben hat die EFSA aus den Richtlinien der JECFA übernommen. (vgl. [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu) S. 10, Stand 09.09.2012, JECFA (2010), S. 1)

### **2.2.1 Steviol**

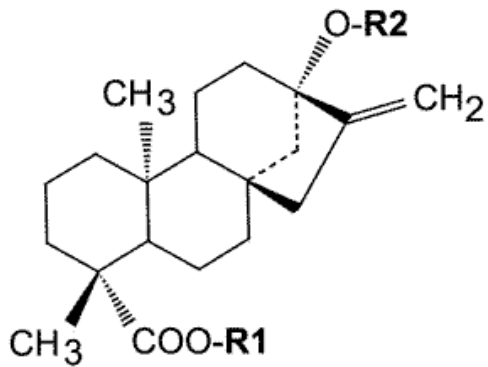
Die Stevia-Pflanze enthält viele verschiedene süß schmeckende Steviolglykoside. Um diese bilden zu können, muss die Pflanze zunächst einmal Steviol herstellen. Das geschieht über den sogenannten Isoprenoid-Stoffwechselweg (Abb. 2). Der Ausgangsstoff hierbei ist die Mevalonsäure. Diese wird durch Phosphorylierung in ein phosphoryliertes Isopren überführt, das wiederum polymerisiert wird. Dadurch entstehen immer höherwertige Isoprene. Im Verlauf der Polymerisation werden Anzahl und Lage der Doppelbindungen festgelegt. Am Ende dieses Vorgangs ist die Bildung von Steviol abgeschlossen. (vgl. Huber, Maier (2009), S. 217) Das Steviol ist das Aglykon, d. h. der Nichtzucker-Anteil des Steviolglykosids. (vgl. Wollrab (2009), S. 805)



**Abb. 2 Isoprenoid-Stoffwechselweg**

Quelle <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d20/20b.htm> Stand 02.09.2012

Das entstandene Steviol (Abb. 3) ist ein Diterpenalkohol und der Ausgangsstoff bei der Synthese der süß schmeckenden Stoffe in der Stevia-Pflanze. Steviol (ent-13-hydroxy-kaur-16-en-19-olat) hat die Verhältnisformel C<sub>20</sub>H<sub>30</sub>O<sub>3</sub>. Es weist selbst keinen süßen Geschmack auf. (vgl. Shibata (1991), S. 152)



**Abb. 3 Strukturformel von Steviol**, Aglykon der Steviolglykoside, d. h. der nicht-glykosidische Anteil des Glykosids

Quelle Wallin (2004) [ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/cta/CTA\\_63\\_Steviol.pdf](ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/cta/CTA_63_Steviol.pdf) S. 1, Stand 21.08.2012

Die Steviolglykoside entstehen durch die Bindung von Glukosemolekülen an das Steviol. (vgl. Huber, Maier (2009), S. 217) Neben der Glukose werden auch Rhamnose (in Rebaudiosid C und Dulcosid A), sowie Xylose (in Rebaudiosid F) gebunden. Je nach Anzahl und Bindungsort der Moleküle entstehen Stoffe unterschiedlicher Süßkraft. Die Stärke der Süßkraft der Steviolglykoside im Verhältnis zu Zucker ist wird in Tab. 1 dargestellt.

Wie dort ersichtlich ist, weist Rebaudiosid A die 250 – 450-fachen Süßkräfte von Zucker auf. Das ist wichtig, da es neben Steviosid der Hauptbestandteil der Steviolglykosidmischungen ist und durch einen hohen Anteil eine besonders starke Süßkraft erzielt werden kann. Reine Rebaudiosid A- Mischungen weisen durch die geringe „lakritzartige“ Note einen besonders guten Geschmack auf.

Verbindung	Molekulargewicht	Löslichkeit in Wasser (%)	Süßkraft (%) im Vergleich zu Saccharose
Steviosid	804	0,13	150 – 300
Rebaudiosid A	966	0,80	250 – 450
Rebaudiosid B	804	0.10	300 – 350
Rebaudiosid C	958	0,21	50 – 120
Rebaudiosid D	1128	1,00	250 – 450
Rebaudiosid E	966	1,70	150 – 300
Steviolbiosid	642	0,03	100 – 125
Dulcosid A	788	0,58	50 – 120

**Tab. 1 Süß schmeckende Verbindungen von Stevia rebaudiana Bertoni**

Quelle Shevchenko, Smetanska, Wendt (2010) S. 194

In Tabelle 2 sind die neun verschiedenen Steviolglykoside aufgeführt, die bisher in der Stevia-Pflanze gefunden wurden. Der Ausgangsstoff, für die Bildung dieser süß schmeckenden Verbindungen, ist das Steviol. An das Steviol lagern Reste (R1 und R2) an, die aus Glukose, Rhamnose oder Xylose bestehen.

	Name der Verbindung	R1	R2
1	Steviol	H	H
2	Steviolbiosid	H	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc(2 $\rightarrow$ 1)
3	Steviosid	$\beta$ -Glc	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc(2 $\rightarrow$ 1)
4	Rebaudiosid A	$\beta$ -Glc	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc(2 $\rightarrow$ 1) $\beta$ -Glc(3 $\rightarrow$ 1)
5	Rebaudiosid B	H	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc(2 $\rightarrow$ 1) $\beta$ -Glc(3 $\rightarrow$ 1)
6	Rebaudiosid C (Dulcosid B)	$\beta$ -Glc	$\beta$ -Glc- $\alpha$ -Rha(2 $\rightarrow$ 1) $\beta$ -Glc(3 $\rightarrow$ 1)
7	Rebaudiosid D	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc(2 $\rightarrow$ 1)	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc(2 $\rightarrow$ 1) $\beta$ -Glc(3 $\rightarrow$ 1)
8	Rebaudiosid E	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc(2 $\rightarrow$ 1)	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc(2 $\rightarrow$ 1)
9	Rebaudiosid F	$\beta$ -Glc	$\beta$ -Glc- $\beta$ -Xyl(2 $\rightarrow$ 1) $\beta$ -Glc(3 $\rightarrow$ 1)
10	Dulcosid A	$\beta$ -Glc	$\beta$ -Glc- $\alpha$ -Rha(2 $\rightarrow$ 1)

**Tab. 2 Struktur von Steviosid und ähnlichen Verbindungen**

Bei Rebaudiosid D und E ist **R1** zusammengesetzt aus zwei  $\beta$ -Glc- $\beta$ -Glc(2 $\rightarrow$ 1). Bei Rebaudiosid A, B, C, D, E und F ist in der Gruppe **R2** eine zusätzliche Zuckergruppe am Kohlenstoff 3 des ersten  $\beta$ -Glc angehängt. Bei Rebaudiosid F ist ein  $\beta$ -Glc ersetzt durch  $\beta$ -Xyl. Glc und Rha repräsentieren jeweils Glukose- und Rhamnosemoleküle.

Quelle nach Wallin (2004), <ftp://ftp.fao.org> Stand 21.08.2012

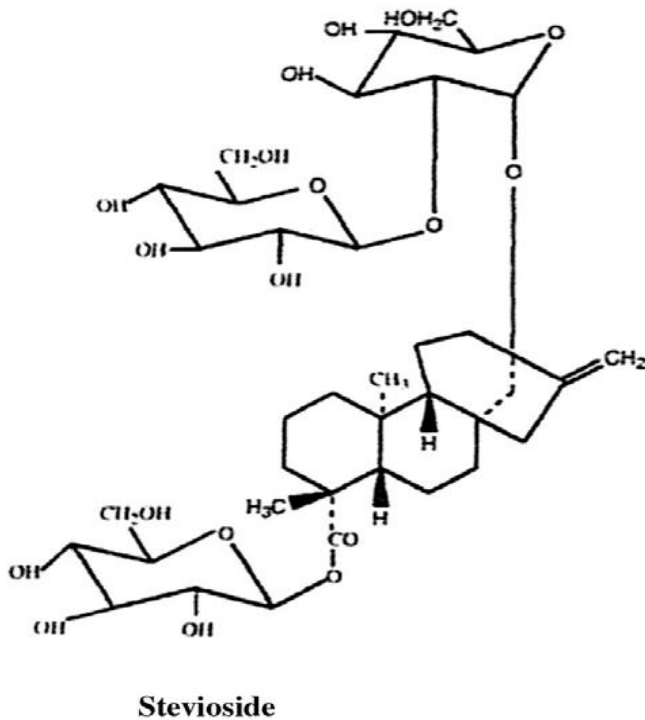
Untersuchungen an noch nicht kultivierten Stevia-Pflanzen haben ergeben, dass die vier am meisten in der Trockenmasse vorkommenden Glykoside, über 99 % aller vorhandenen ausmachen. Das sind:

- 65,9 % Steviosid
- 27,5 % Rebaudiosid A
- 4,3 % Rebaudiosid C
- 2,1 % Dulcosid A

(vgl. Brandle (1998), S. 85)

### 2.2.2 Steviosid

Steviosid (Abb. 4), 13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oat, wird als ein weißliches, geruchloses und feinkristallines Pulver beschrieben. Die Verhältnisformel lautet  $C_{38}H_{60}O_{18}$  und es ist unter der CAS-Nummer 57817-89-7 zu finden. Die CAS-Nummer ist eine internationale Bezeichnung für chemische Stoffe.



**Abb. 4 Strukturformel Steviosid**

Quelle: Brusick (2008), Food and Chemical Toxicology 46, S. 84

Die Löslichkeit in kaltem Wasser beträgt lediglich 1 g/800 ml. In Ethanol weist Steviosid eine bessere Löslichkeit auf. (vgl. Baltés (2007), S. 805) In den getrockneten Blättern beträgt der Gehalt an Steviosid zwischen 5 % und 10 %. Neben der Süße wird ein leicht bitterer Beigeschmack mit einer „lakritzartigen“ Note beschrieben. (vgl. Bechthold (2010), S. B30)



Kroyer hat eine Versuchsreihe durchgeführt. Darin geht es darum, die Stabilität und mögliche Wechselwirkungen von reinem Steviosid zu ergründen, wenn es mit verschiedenen Lebensmittelinhaltsstoffen zusammenkommt. Temperatur und Zeitraum wurden variiert, zur Anwendung kam die HPLC-Analysemethode (Hochleistungsflüssigkeitschromatographie). In der zu testenden Lösung befanden sich jeweils 0,5 g/l Steviosid.

Es wurde neun Mal (je 20° C Unterschied von 40° C bis 200° C), für je 1 Stunde, die Hitzebeständigkeit von reiner Steviosidlösung (50 mg) untersucht. Dabei zeigte sich eine gute Stabilität bis 120° C. Ab 140° C kam es jedoch zu einem beginnenden Zerfall, der sich bis 200° C zu einem kompletten Zerfall entwickelte. Die Ergebnisse zeigen, dass der Einsatz von Steviosid bei hohen Temperaturen, z. B. beim Backen, kritisch zu sehen ist.

In wässriger Lösung ist Steviosid in einem pH-Bereich zwischen zwei und zehn und auch bei thermischen Bedingungen bis zu 80° C bemerkenswert stabil. In stark saurem Milieu, bei einem pH-Wert von eins, ist eine signifikante Abnahme in der Steviosid-Konzentration feststellbar. In den Abbauprodukten wurden Spuren von Glukose und Steviolbiosid gefunden.

Als Nächstes hat man das Verhalten von Steviosid zusammen mit organischen Säuren (1 und 10 g/l) in wässriger Lösung getestet. Der Versuch ging über einen Zeitraum von vier Monaten und wurde bei Raumtemperatur durchgeführt. Dabei fand man heraus, dass die Stevioside ein sehr stabiles Verhalten aufweisen. Aus dem Grund sind Stevioside gerade zum Süßen von Erfrischungsgetränken und in Limonaden besonders gut geeignet, da diese einer langen Lagerdauer standhalten müssen.

Weitere Versuche wurden mit verschiedenen B-Vitaminen und Vitamin C in einer 80° C heißen, wässrigen Lösung über einen Zeitraum von vier Stunden durchgeführt. Dabei konnte man keine signifikanten Veränderungen im Vergleich zum Erhitzen der Einzelsubstanzen feststellen; weder bei den B-Vitaminen noch beim Vitamin C. Es zeigte sich sogar eine schützende Wirkung von Steviosid im Beisein von Ascorbinsäure.

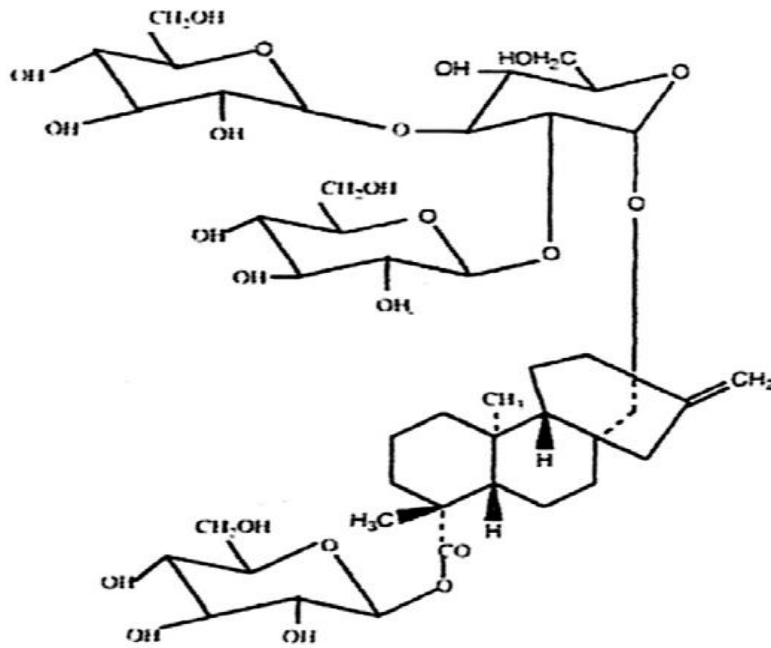
Während nach einer 4-stündigen Erhitzung bei der reinen Ascorbinsäurelösung nur noch 13 % des Vitamin C vorhanden waren, so verblieben im Beisein von Steviosid immerhin 27 % Ascorbinsäure, d. h. mehr als doppelt so viel. Dieser Effekt resultiert aus einer verzögerten Abbaurrate des Vitamins. Daraus leitet sich eine Vitamin-C schützende Wirkung von Steviosid ab.

Desweiteren wurde getestet, wie sich Steviosid in Süßstoffgemischen verhält. Es gab zwei Versuchsreihen. Die erste wurde bei 80° C und über einen Zeitraum von vier Stunden durchgeführt. Bei der zweiten wurde das Verhalten im Süßstoffgemisch bei Raumtemperatur vier Monate lang beobachtet. Das Ergebnis war, dass eine hervorragende Stabilität und auch keine Wechselwirkungen nachgewiesen werden konnten. Somit sind die Grundvoraussetzungen für den Einsatz von Steviolglykosiden in Kombination mit anderen Süßstoffen erfüllt.

Die letzte Studie befasste sich mit dem Gebrauch in heißen Getränken. Es wurden Veränderungen von Steviosid in 80° C heißem Tee und in Kaffee untersucht. Nach vier Stunden ergab sich kein signifikanter Einfluss auf den Koffein- oder den Steviosidgehalt. (vgl. Kroyer (2010), S.226-229)

### **2.2.3 Rebaudiosid A**

Rebaudiosid A (Abb. 5), 13-[(2-O-β-D-glucopyranosyl-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-ol, ist der zweite Hauptbestandteil aus dem die Steviolglykoside bestehen dürfen. Die Verhältnisformel von Rebaudiosid A lautet C<sub>44</sub>H<sub>70</sub>O<sub>38</sub>. Man findet Rebaudiosid A unter der CAS- Nummer 58543-16-1. Es wird wie auch Steviosid als kalorienarme Tafelsüße und als Zutat in Lebensmitteln und Getränken verwendet, da es einen angenehmen Geschmack aufweist. In Stevia-Blättern liegt der Anteil an Rebaudiosid A in der Trockenmasse zwischen 2 % und 4 %. (vgl. Bechthold (2010), S. B30) Rebaudiosid A ist auch unter den Abkürzungen Reb A oder Rebiana bekannt.



**Rebaudioside A**

**Abb. 5 Strukturformel Rebaudiosid A**

Quelle Brusick, D. J. (2008), Food and Chemical Toxicology 46, S. 84

Die amerikanische Behörde „National Institutes of Health“ deklariert Rebiana als gebräuchlichen Namen für Rebaudiosid A mit hoher Reinheit. Es ist ein Süßstoff ohne Kalorien mit 200 bis 300-facher Süßkraft von Saccharose. Rebiana wird als unverfälscht süß schmeckend beschrieben, ohne maßgeblich vorhandenen unerwünschten Geschmack. Als potentielle Einsatzmöglichkeiten werden Getränke, Lebensmittel und Süßstoffmischungen genannt. Darüber hinaus ist es unter trockenen Bedingungen stabil und in wässrigen Lösungen hat es eine bessere Stabilität als Aspartam oder Neotam. (vgl. National Institutes of Health (2008), <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> Stand 20.09.2012)

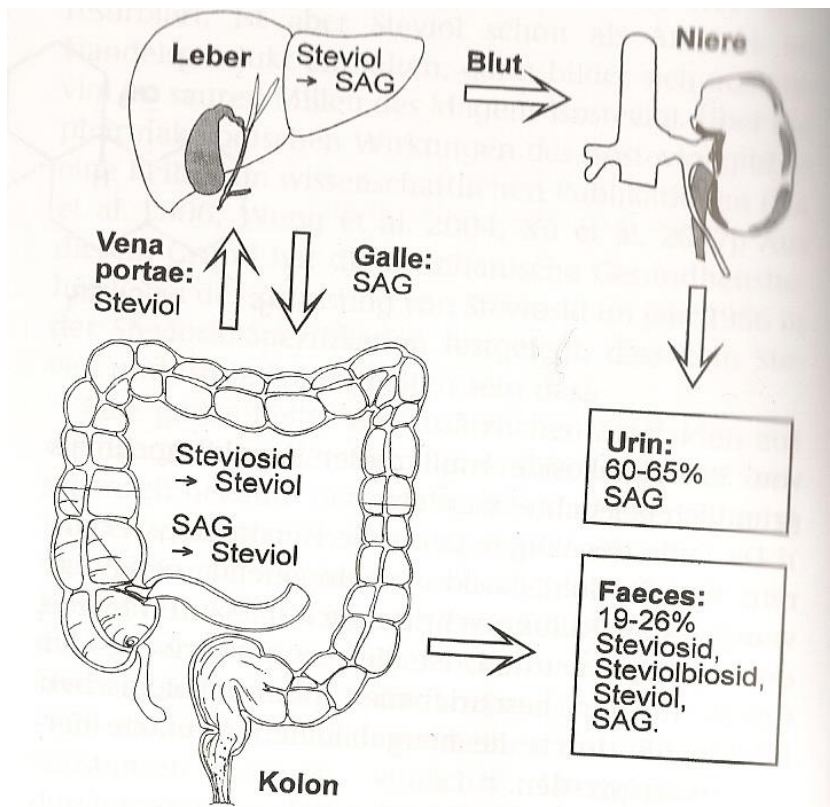
Rebaudiosid A wird als süßer und wohlschmeckender als Steviosid beschrieben. Das ist darauf zurückzuführen, dass Rebaudiosid A drei Glukosemoleküle, anstelle von zwei beim Steviosid, aufweist. (vgl. Kren (2001), S. 2506)

#### 2.2.4 Verstoffwechslung von Steviolglykosiden

Nach der oralen Aufnahme durchlaufen die Steviolglykoside den Magen- und Darmtrakt, dabei werden sie zunächst nicht gespalten. Die Verdauungsenzyme des menschlichen Körpers sind nicht in der Lage die  $\beta$ -glykosidischen Bindungen aufzuspalten. Wenn die Glykoside im Dickdarm angekommen sind, trennen Darmbakterien die Zuckermoleküle ab und es entsteht Steviol. Als Nächstes wird das Steviol zu großen Teilen resorbiert und über die Pfortader (Vena Portae) in die Leber transportiert. In dieser wird es mit Glucuronsäure konjugiert und so wasserlöslich gemacht; es entsteht Steviolglucuronid (SAG). Als SAG gelangt nun ein großer Teil über das Blut in die Niere und kann dort mit dem Urin ausgeschieden werden. Kleine Teile gelangen über die Galle zurück in den Dünndarm, wo sie erneut gespalten werden. Es entsteht ein sogenannter enterohepatischer Kreislauf. Etwa 60 bis 65 % werden so als SAG mit dem Urin ausgeschieden. Die verbliebene Menge wird mit dem Stuhl ausgeschieden; ca. 19 – 26 % in Form von Steviosid, der Rest als SAG, Steviol oder Steviolbiosid. In-vitro-Untersuchungen haben gezeigt, dass auch im Dickdarm Abbauprozesse stattfinden. Teile des Steviosid werden über die Zwischenstufe Steviolbiosid zu Steviol abgebaut. Das Schema des Abbaus ist in Abb. 6 dargestellt.

Der komplette Vorgang, wie der menschliche Körper mit dem Steviol verfährt, nennt sich Phase-II-Metabolismus oder auch Konjugationsreaktion der Biotransformation. Nach diesem Prinzip werden auch beispielsweise Koffein und viele körpereigene Substanzen, wie z. B. Sexualhormone, vom Körper ausgeschieden. (vgl. Maier, Huber (2009) S. 219-220, Bechthold (2010), S. B31)

Die EFSA hat eine Studie von Roberts und Renwick aus dem Jahre 2008 ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl die Stoffwechselwege als auch die Ausscheidung von Rebaudiosid A und Steviosid einander entsprechen. (vgl. EFSA Journal (2010), S.42)



**Abb. 6 Abbau von Steviosid und Ausscheidung als Steviolglucuronid**

Quelle Huber, Maier (2009), S. 220

### 2.3 Anbauggebiete und Art des Anbaus

Kommerziell angebaut, um die in ihr gebundenen Steviolglykoside zu gewinnen, wird die Pflanze in Argentinien, Brasilien, Paraguay, Indien, Ägypten, Georgien, der Ukraine, Südkorea, im Süden von Russland und in Kanada sowie den USA. (vgl. Shevchenko, Smetanska, Wendt (2010), S. 194) Hauptsächlich findet der Anbau allerdings in China statt, wobei die Qualität der gewonnenen Steviolglykoside, auf Grund von unterschiedlichen Herstellungsverfahren, stark schwanken kann.

Das Wachstum der Stevia-Pflanze findet in ihrem Ursprungsland unter Kurztagbedingungen statt. Wenn die Pflanze unter Langtagbedingungen angebaut wird, findet ein erhöhtes vegetatives Wachstum statt. (vgl. Brandle, Rosa (1992), S. 1265)

### 2.3.1 Anbauversuchsreihe in Deutschland

Bisher ist der kommerzielle Anbau der Stevia-Pflanze in Europa noch nicht gestattet. (vgl. BMELV (2011), [www.bmelv.de](http://www.bmelv.de) Stand 28.08.2012) Jedoch ist in Zukunft mit einer Freigabe zu rechnen. An der Lehr- und Forschungsstation Obstversuchsanlage Klein-Altdorf wurde zwischen den Jahren 2002 und 2006 ein fünfjähriger Freilandanbauversuch durchgeführt. Das Ziel war, den möglichen Ertrag der Stevia-Pflanze in Deutschland unter verschiedenen Gesichtspunkten; wie unterschiedlicher Pflanzendichte, Düngermengen, verschiedene Herkunft der Pflanzen und Anzuchtsubstrate, zu untersuchen.

Eines der Ergebnisse nach fünfjährigem Anbau zeigt, dass der jährliche Trockenmasse-Ertrag bei 30 bis 113 dt/ha (1 dt = 100 t) lag. Die Autoren berichten von Vergleichswerten aus Südeuropa, Südamerika und Asien, die lediglich zwischen 30 und 70 dt/ha liegen. Es zeigte sich während der Versuchszeit, dass die Pflanze widerstandsfähig auf schwankende Temperaturen und Niederschlagsmengen reagiert. Allerdings werden hohe Temperaturen und Trockenheit besser vertragen als niedrige Temperaturen und starke Nässe. Man fand heraus, dass hohe Niederschlagsmengen das Auftreten von Sklerotinia-Infektionen (Pflanzenkrankheit durch Pilzbefall) begünstigen. Die besten Erträge wurden bei einer Dichte von acht Pflanzen pro Quadratmeter erzielt. Die Verwendung verschiedener Düngerarten wirkte sich nicht auf das Ergebnis aus, wohingegen nährstoffarmer Boden die Ertragsausbeute verbesserte. Zudem fand man heraus, dass der Anbau in Folientunneln zu hohen Ertragssteigerungen führt. Es ist sinnvoll, zunächst Jungpflanzen per Stecklingsvermehrung im beheizten Gewächshaus heranzuzüchten. (vgl. Lankes, Pude (2007), S. 50)

In den subtropischen Gebieten Lateinamerikas, wo die Stevia-Pflanze beheimatet ist, sind jährlich bis zu sechs Schnitte, sprich Ernten, möglich. Das liegt daran, dass das Gewächs in diesen Regionen auf Grund der klimatischen Bedingungen das komplette Jahr über wachsen kann. In Europa wären in bestimmten Gebieten (mediterranes Klima) immerhin vier bis fünf Ernten im Jahr zu erzielen. In Deutschland, sprich mitteleuropäischen Klimazonen, läuft es auf ein bis zwei Schnitte pro Jahr hinaus. Der Anbau ist erst ab Mitte Mai sinnvoll. (vgl. Lankes, Pude (2007), S. 50)

Um trotzdem einen profitablen Anbau der Stevia-Pflanze betreiben zu können, ist es notwendig, alle vorhandenen Möglichkeiten auszuschöpfen. Es muss eine möglichst effiziente Vermehrung des pflanzlichen Materials erreicht werden und die Anbaumethoden sollten weiter optimiert werden. Eine weitere Maßnahme könnte die Züchtung robusterer Pflanzen sein.

Auf Grund der niedrigen Temperaturen im Winter, mit Frost und Minusgraden, kann die Stevia-Pflanze hierzulande im Freiland nur als einjähriges Gewächs angebaut werden. Im Frühjahr würde man den Anbau mit Stecklingen beginnen. Ursprünglich handelt es sich um eine mehrjährige Pflanze.

Alternativ dazu wäre auch ein ausschließlicher Anbau im Gewächshaus möglich, problematisch bei dieser Methode ist jedoch, dass der Platz für den Anbau, durch die relativ kleine Fläche die ein Gewächshaus bietet, begrenzt ist.

Eine dritte Alternative, die momentan noch erforscht wird, ist die Sprosskultur-Technik in einer Nährlösung oder einem Bioreaktor. Bei diesem Verfahren können die Wachstumsbedingungen gleich gehalten werden und somit wäre theoretisch auch eine gleich bleibende Qualität gewährleistet. Die Anzahl der Ernten kann bei dieser Methode auf bis zu zehn im Jahr gesteigert werden. (vgl. Shevchenko, Smetanska, Wendt (2010), S. 194)

### **2.3.2 Stevia als Alternative zum Tabakanbau**

Ein sehr interessantes und von der EU subventioniertes Forschungsprojekt fand von 2010 bis Januar 2012 unter der Leitung der Universität in Hohenheim statt. Nach Plänen der EU, soll ab 2013 die Subvention für den Anbau von Tabak eingestellt werden. Die betroffenen Tabakbauern benötigen eine sinnvolle Alternative, um auch in Zukunft Landwirtschaft betreiben zu können.

2010 gab es in der EU noch ca. 80.000 Tabakbauern, die Anzahl soll sich nach EU-Plänen bis 2013 um 11.500 verringern. Im Jahr 2007 betrug die Tabakproduktion in der EU immerhin noch ca. 250.000 t, was in etwa 4 % der Weltproduktion entspricht. Auch in Deutschland gab es 2009 offiziell noch 359 Tabakbauern.

Damit die Bauern ihre Existenz sichern können, benötigen sie eine Alternative, die ähnlich hohe Einnahmen auf einer relativ kleinen Anbaufläche verspricht.

Die Stevia-Pflanze würde dieses Anforderungsprofil erfüllen. Bei Versuchsprojekten in Spanien, Griechenland und Italien wurden, wie auch an der Universität Bonn, gute Erträge erzielt.

Der Anbau der Stevia-Pflanze hätte den großen Vorteil, dass keine hohen Investitionskosten für eine Umstellung anfielen. Schätzungen bei der Betrachtung von Alternativen ergaben, dass beispielsweise bei einer Umstellung auf Bio-Gemüseanbau, zunächst Kosten von rund 400.000 € auf die Betriebe zukämen. (vgl. Leonhardmair, Töpfer (2010), [www.uni-hohenheim.de](http://www.uni-hohenheim.de) Stand 04.09.2012)

Alles in allem kann man sagen, dass der Anbau von Stevia-Pflanzen, mit dem Ziel Steviolglykoside daraus herzustellen, durchaus eine gute Zukunftsperspektive für die Bauern darstellt. In Zuge dessen wäre es möglich die industriellen Herstellungsprozesse nach europäischen Standards durchzuführen. Dadurch wäre eine bessere Kontrolle gegeben und es bestünde keine Abhängigkeit von überwiegend aus China stammenden Steviolglykosiden, deren Qualität oftmals Schwankungen unterworfen ist. (vgl. Maßfeller (2012), [www.lebensmittelpraxis.de](http://www.lebensmittelpraxis.de) Stand 28.09.2012)

## **2.4 Herstellung von Steviolglykosiden**

Zur Herstellung der Steviolglykoside werden die getrockneten Blätter der Pflanze verwendet. Diese enthalten einen Anteil von Steviolderivaten, der zwischen 4 % und 20 % schwanken kann. (vgl. Schmandke (2004), S. 455)

Die Herstellung von Steviolglykosiden erfolgt in fünf wesentlichen Schritten.

### **1. Extraktion**

Mit Hilfe von Wasser oder alkoholischen Lösungen (z.B. mit 70 %igem Ethanol als Lösungsmittel) werden die Steviolglykoside und andere lösliche Bestandteile aus den Blättern herausgewaschen.

### **2. Fällung**

Durch den Einsatz von Salzen (z.B. Calciumhydroxid, Eisen-III-Chlorid, Calciumoxid, Aluminiumsulfat) wird eine Fällung durchgeführt. Der pH-Wert der Stevia-Blatt-Extrakte wird bei der Fällung verändert, dadurch werden Artefakte und Isomere gebildet. Diese müssen später bei der Kristallisierung wieder voneinander getrennt werden.



### 3. Entfärbung

Beim Entfärben der Steviolglykoside werden in der Regel Adsorberharze verwendet. Durch den Einsatz alkoholischer Lösungen werden die Steviolglykoside wieder vom Adsorberharz getrennt. Anschließend muss der verwendete Alkohol wieder entfernt werden.

### 4. Entsalzung

Bei der Entsalzung wird eine Kombination aus Anionen- und Kationen-Austauscher verwendet. Im Anschluss erfolgt eine Konzentration der Steviolglykosid-Lösung, unter Umständen sogar eine Trocknung.

### 5. Kristallisierung

Im letzten Herstellungsschritt werden die Steviolglykoside, mit Hilfe alkoholischer Lösung, kristallisiert. Dieser Vorgang muss mehrfach wiederholt werden, bis am Ende ein Reinheitsgrad von mindestens 95 %, wie in den Richtlinien gefordert, erreicht ist. Abschließend wird das Steviolglykosid wieder gelöst und getrocknet und auch vorhandene Lösungsmittelrückstände werden noch entfernt.

(vgl. Kienle, (2011), S. 44)

Anhand des Herstellungsprozesses ist ersichtlich, dass von der ursprünglichen Natürlichkeit der Stevia-Blätter im Grunde nichts mehr im Endprodukt vorhanden ist. So stellt die Verbraucherzentrale fest, dass die durch chemische Verfahren gewonnenen Extrakte der Stevia-Pflanze genauso wenig ein Naturprodukt sind, wie die klassischen Süßstoffe. Deshalb dürfen sie auch nicht als „natürliche Süßstoffe“ beworben werden. Sie zählen wie alle Süßstoffe zu den Zusatzstoffen und müssen mit „Süßstoff Steviolglycoside“ oder „Süßstoff E 960“ in der Produktdeklaration aufgeführt werden (vgl. Bundeszentrale der Verbraucherzentralen (2012) (2), <http://www.lebensmittelklarheit.de> Stand 26.09.2012)

### **3. Zulassung in Europa**

Bevor ein Lebensmittelzusatzstoff auf den Markt kommen darf, muss ihn die jeweils zuständige Behörde zulassen. Dafür hat sie sich an Empfehlungen zu orientieren, die durch wissenschaftliche Gremien ausgesprochen werden.

In Europa ist die Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde EFSA für solche Angelegenheiten zuständig. Sie ist aus dem wissenschaftlichen Ausschuss der EU-Kommission für Lebensmittel, dem SCF, entstanden.

Vergleichsweise ist in den USA die Lebens- und Arzneimittelbehörde, FDA, für diese Art von Beschlüssen zuständig.

Weltweit gibt es den „Gemeinsamen Experten-Ausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe“, JECFA, welcher der Welternährungs- und Weltgesundheitsorganisation, FAO/WHO, untersteht und an deren Empfehlungen sich die anderen Behörden orientieren.

In diesen Gremien und Organisationen sind jeweils unabhängige Experten tätig, die sich mit Studien zu den zu prüfenden Stoffen auseinandersetzen und dann bei positiver Bewertung einen ADI-Wert festlegen.

Seit dem 15. Mai 1997 gibt es in der Europäischen Union die „Verordnung (EG) Nr. 258/97“, die eine Regelung, bezüglich neuartiger Lebensmittel bzw. neuartiger Lebensmittelzutaten, schafft.

*Stevia rebaudiana* Bertoni ist, nach Ansicht der Behörden, vor dem Inkrafttreten dieser Verordnung nicht nennenswert als Lebensmittel verwendet worden. Das führt dazu, dass zunächst eine gesundheitliche Bewertung durchgeführt werden muss. Erst dann kann eine entsprechende Zulassung erteilt werden. Ein wichtiger Punkt ist der 3. Artikel der Verordnung, Absatz (1). In diesem ist festgehalten, dass neue Lebensmittel oder Lebensmittelzutaten, die unter diese Verordnung fallen, keine Gefahr für Verbraucher darstellen dürfen. Desweiteren ist darauf zu achten, dass sie keine Irreführung des Verbrauchers bewirken.

Außerdem dürfen sie sich nicht von jenen Lebensmitteln oder Lebensmittelzutaten, die sie ersetzen sollen, so unterscheiden, dass ihr normaler Verzehr Ernährungsmängel für den Verbraucher mit sich brächte. (vgl. Europäisches Parlament (1997), <http://eur-lex.europa.eu> Stand 28.08.2012)

Der erste Zulassungsantrag in Europa, für die Verwendung der Stevia-Pflanze und ihrer getrockneten Blätter, wurde 1997 in Belgien, bei der dafür zuständigen Behörde, unternommen. Dieser Antrag wurde von dem belgischen Professor J. Geuns, vom pflanzenphysiologischen Labor der Universität in Leuven, gestellt.

Die Entscheidung 2000/196/EG der Europäischen Kommission vom 22.02.2000 verwehrte die Freigabe jedoch aus Gründen der Lebensmittelsicherheit. Es wurde darauf hingewiesen, dass nicht nachgewiesen werden könne, dass das Erzeugnis den Kriterien aus Artikel 3 Absatz 1 (s.o.) entspricht. Die Ablehnung des Antrages basiert auf einer Stellungnahme des damals zuständigen SCF. Darin heißt es, dass die Informationen in den vorliegenden Unterlagen nicht ausreichend sind, um die gesundheitliche Unbedenklichkeit von *Stevia rebaudiana* Bertoni sowie pflanzlicher Erzeugnisse daraus, bewerten zu können. (vgl. BMELV (2011), [www.bmelv.de](http://www.bmelv.de) Stand 28.08.2012)

Bereits 1985 und 1989 wurde Steviosid im Rahmen einer umfassenden Überprüfung von Süßstoffen vom SCF eingehend untersucht. Zu jener Zeit gab es Bedenken bezüglich der Reinheit der getesteten Extrakte, der Verstoffwechslung der Stevioside, der Mutagenität der Metaboliten und chronischer Toxizität. Darüber hinaus waren die Studien zur Karzinogenität, Fruchtbarkeit und Teratogenität, sprich die Hervorrufung von Missbildungen bei Embryonen, unzureichend.

Auf Grund dessen wurden Steviosid und Extrakte aus *Stevia rebaudiana* Bertoni als toxikologisch nicht akzeptabel eingestuft. (SCF (1999), <http://ec.europa.eu> S. 1)

Steviolglykoside (E960) fallen unter die EU-Vorschriften für Lebensmittelzusatzstoffe und unterliegen dem Verbotsprinzip mit Erlaubnisvorbehalt. Deshalb muss zunächst eine gesundheitliche Bewertung stattfinden und eine entsprechende Zulassung erfolgen. Im Jahr 1999 hat das SCF eine solche Bewertung für Steviosid durchgeführt.

Der Ausschuss kam jedoch zu dem Entschluss, dass, auf Grundlage der damals vorliegenden Daten, noch immer keine abschließende Stellungnahme in Bezug auf die Sicherheit möglich sei. Nach damaligem Wissensstand, wäre es nicht möglich gewesen, die gesundheitliche Unbedenklichkeit für den Verbraucher zu garantieren. (vgl. BMELV (2011), [www.bmelv.de](http://www.bmelv.de) Stand 28.08.2012)

### **3.1 Ausnahmeregelungen in Europa**

In Europa gab es schon vor der Zulassung Ausnahmeregelungen. Im Jahre 2009 wurde von französischen Behörden das Steviolglykosid Rebaudiosid A (Reinheitsgrad 97 %), befristet für zwei Jahre, als Süßstoff zugelassen.

In der Schweiz wurden im Jahre 2006 drei Einzelgenehmigungen für Erfrischungsgetränke, die mit Steviosid gesüßt werden, erteilt. (vgl. Shevchenko, Smetanska, Wendt (2010), S. 194)

Eine Möglichkeit, die vorhandenen Vorschriften zu umgehen, hatte die „Andechser Molkerei Scheitz“ gefunden. Im Februar 2011 brachte sie als erster Lebensmittelhersteller in Deutschland ein Stevia-Produkt auf den Markt. Es handelt sich dabei um zwei Biojoghurts, Geschmacksrichtung Maracuja-Banane und Orange-Sanddorn, die mit einem aus Stevia gekochten Tee gesüßt werden. Dieser Tee hat einen leicht bitteren Beigeschmack und eignet sich aus diesem Grund nicht für alle Arten von Fruchtjoghurts, z.B. ist dieser bei Erdbeerzubereitungen ungeeignet.

Von Seiten der Behörden des Freistaates Bayern gab es jedoch rechtliche Bedenken, ob der mit Stevia-Tee gesüßte Joghurt verkehrsfähig sei. Daraufhin wurde das Produkt zunächst zeitweise vom Markt genommen.

Die Molkerei konnte das Gericht jedoch davon überzeugen, dass Stevia-Tee nicht unter die Novell-Food Verordnung fällt. Das erreichte man durch eidesstattliche Versicherungen von Firmen, die den verwendeten Stevia-Tee in den Verkehr bringen. Diese versicherten, dass bereits vor Eintreten des Gesetzes im Jahr 1997, 61 Millionen Tassen Stevia-Tee in der EU getrunken worden seien.

Seit September 2011 kann man die Joghurts wieder im Einzelhandel erwerben. Mittlerweile wurde der Joghurt sogar vom bayrischen Landwirtschaftsminister im Rahmen der „Internationalen Grünen Woche“ als eines der besten Bioprodukte Bayerns ausgezeichnet. (vgl. Stiftung Warentest (2011) <http://www.test.de/> , Andechser Molkerei Scheitz <http://www.andechser-natur.de/> Stand 31.08.2012)

### **3.2 Freigegeben in Ländern außerhalb der europäischen Union**

Steviolglykoside sind bereits in einigen Ländern außerhalb von Europa zu finden.

Asien: Südkorea, Japan (beide seit 1973 als Lebensmittelzusatz), Russland, Indonesien, Thailand, Israel, China

Südamerika: Argentinien, Paraguay, Mexiko (seit 2005)

Afrika: Senegal (seit 2006)

USA: als Nahrungsergänzungsmittel seit 1995, Rebaudiosid A (mit einer Reinheit von über 97 %) seit 2008

(vgl. EFSA Journal (2010), S. 16,17)

### **3.3 Die EFSA Stellungnahme**

Die EFSA ist dem Antrag von drei Antragstellern nachgegangen. Das Ziel war die Freigabe von Steviolglykosiden in der EU. Diese sind als chemische Mischung definiert und dürfen nicht weniger als 95 % Steviosid und / oder Rebaudiosid A enthalten. Desweiteren dürfen kleine Mengen Rebaudiosid B, C, D, E und F, Steviolbiosid, Rubusosid und Dulcosid A in der Mischung vorhanden sein.

Die Antragsteller vertraten die Meinung, dass die Angaben für Steviolglykoside denen entsprechen sollten, welche durch das Expertenteam der WHO / FAO, das JECFA, in ihrem 69. Meeting im Jahre 2008, festgelegt wurden. Dabei wurde ein ADI-Wert von 4 mg/kg Körpergewicht festgelegt. (vgl. JECFA (2010), S. 1)

Desweiteren gaben die Antragsteller an, dass die Steviolglykosid-Hersteller der verschiedenen geprüften Steviolglykoside in der Produktion die gleichen Grundschritte beim Extrahieren aus den Blättern der Stevia-Pflanze verwenden.

Unterschiede gibt es lediglich während der Reinigung und der anschließenden Trennung (Kristallisation) der Glykoside. (vgl. EFSA Journal (2010), S. 2)

Die EFSA hat viele verschiedene Studien ausgewertet, in denen die unterschiedlichsten Themen behandelt wurden. In den Studien ging es um die Verstoffwechslung der Steviolglykoside, Bedenken bezüglich chronischer Toxizität, krebserregende Eigenschaften, mögliche Auswirkungen auf das männliche Fortpflanzungssystem und dadurch ausgelöste Unfruchtbarkeit. Desweiteren wurden Auswirkungen der Steviolglykoside auf die Nieren und das Herz- und Kreislaufsystem sowie auf den Glucosestoffwechsel untersucht. Zudem wurde geprüft, ob es zu Veränderungen am Erbgut, einer sogenannten Genotoxizität, kommen kann. Darüber hinaus wurde untersucht, ob die Aufnahme von Steviol durch die Mutter negative Auswirkungen auf das Kind, während und nach der Schwangerschaft, haben könnte, d. h. ob möglicherweise eine Entwicklungstoxizität entstehen kann.

Die Stellungnahme der EFSA, wurde am 14.04.2010 veröffentlicht. Sie diente der Europäischen Kommission als Grundlage bei der Erarbeitung einer Verordnung zur Zulassung der Steviolglykoside als Süßungsmittel. Nach Beratung mit den Mitgliedstaaten sowie der Kontrolle durch den Rat und das Europäische Parlament wurde die Verordnung am 11.11.2011 angenommen. Es wurde festgestellt, dass Steviolglykoside unter Berücksichtigung der festgelegten Verwendungsbedingungen, ab dem 02.12.2011, als alternatives Süßungsmittel genutzt werden dürfen. Die Steviolglykoside haben im Rahmen der Zulassung die E-Nummer 960 zugewiesen bekommen. Der Anbau der Pflanze selbst ist zum jetzigen Zeitpunkt in Europa noch nicht gestattet. Ebenso wenig ist der Vertrieb von Pflanzenteilen und Erzeugnissen aus der Pflanze erlaubt. (BMELV (2011), [www.bmelv.de](http://www.bmelv.de) Stand 28.08.2012)

### **3.3.1 Genotoxizität**

Die EFSA kommt zu dem Schluss, dass es keinen Hinweis darauf gibt, dass Steviosid oder Rebaudiosid A Veränderungen am genetischen Material des Menschen auslösen können. Das haben sowohl In-vitro (lat. im Glas)-Studien als auch In-vivo (lat. im Lebendigen)-Studien belegt.

Bei Steviol und einigen seiner oxidierten Derivate zeigten In-vitro-Untersuchungen zwar, dass diese genotoxisch wirken können, In-vivo Studien an Hamstern, Ratten und Mäusen relativierten jedoch die Ergebnisse. Denn bei Dosen bis zu 8.000 mg /kg Körpergewicht traten keine durch Steviol verursachten Schäden am Erbgut auf. Desweiteren muss berücksichtigt werden, dass Steviol nicht frei im Blutkreislauf des menschlichen Körpers zirkuliert, höchstens auf einem vernachlässigbaren Niveau. Und deshalb kam die Kommission zu dem Ergebnis, dass keine Gefahr für das Erbgut des Menschen besteht. (vgl. EFSA Journal (2010), S. 43)

### **3.3.2 Chronische Toxizität und Karzinogenität**

Über die chronische Giftigkeit und die mögliche Auslösung von Krebs lagen keine neuen Studien vor, nur die bereits seit 1999 beim SCF vorliegenden. Darunter befindet sich jedoch eine Langzeitstudie. Diese liefert keinen Hinweis darauf, dass Steviolglykoside bei regelmäßiger Aufnahme Vergiftungserscheinungen hervorrufen oder Krebs auslösen können.

In der Versuchsreihe bekamen Ratten über einen Zeitraum von zwei Jahren eine Diät verabreicht. Diese bestand zu 2,5 % aus Steviosid (Reinheit 95,6 %), das sind ca. 388 mg Stevioläquivalent/kg Körpergewicht. Diese und auch drei weitere Studien an Ratten fielen, bezüglich des Auftretens von Krebs, negativ aus. Zudem wurden Daten aus verschiedenen Versuchsmodellen herangezogen, in denen keine tumorfördernde Wirkung nachgewiesen werden konnte.

Die vorhandenen Daten genügten dem Panel, um zu dem Ergebnis zu gelangen, dass Steviolglykoside weder eine chronisch toxische noch eine karzinogene Wirkung auf den Menschen haben. (vgl. EFSA Journal (2010), S. 43)

### **3.3.3 Kontrazeptive Effekte und Auswirkungen auf den männlichen Fortpflanzungsapparat**

In der Vergangenheit gab es Grund zur Annahme, dass empfängnisverhütende Effekte oder Beeinträchtigungen des männlichen Fortpflanzungsapparates durch den Verzehr von Steviolglykosiden auftreten könnten. Die Vermutung war durch die Verwendung der Stevia-Pflanze als Verhütungsmittel bei den Guarani-Indianern begründet. Um der These auf den Grund zu gehen, wurden Untersuchungen an Ratten durchgeführt, unter anderem eine Zwei-Generationen-Studie, mit 97 % reinem Rebaudiosid A. Bei der höchsten Dosierung wurde ihnen 2048 – 2273 mg/kg Körpergewicht verabreicht. Die Resultate zeigten keine negativen Auswirkungen.

Eine weitere Studie an schwangeren Hasen, mit der Verabreichung von 1.400 mg/kg Körpergewicht Rebaudiosid A (97 % Reinheit), zeigte, dass bei der Entwicklung der Föten keine Veränderungen festzustellen waren.

Aufgrund der neuen Ergebnisse, kam das Panel zu dem Erkenntnis, dass keine negativen Einflüsse auf die Fortpflanzung oder den sich entwickelnden Fötus bestehen. (vgl. EFSA, S. 44)

### **3.3.4 Einfluss auf die Nieren-, Herz- und Kreislauffunktionen sowie den Kohlenhydratstoffwechsel**

Verschiedene In-vitro-Studien zeigen, dass Steviolglykoside den Anionentransport in die Nierentubuli stören. Sie hemmen die Verengung von Gefäßen und stimulieren die Insulinausschüttung aus den isolierten Langerhansschen Inseln der Bauchspeicheldrüse. Allerdings liefern diese Studien keine Informationen, die auf In-vitro Situationen übertragbar wären. Andere In-vivo Studien an normalen, fettleibigen und Ratten mit Diabetes haben gezeigt, dass Steviolglykoside die Blutglukose-Homöostase-Werte beeinflussen und den Blutdruck senken können. Eine weitere In-vivo Studie wurde an Hunden durchgeführt. Es wurde Steviaextrakt und Steviosid oral verabreicht, um zu untersuchen, ob negative Einflüsse auf die Nierenfunktion nachweisbar sind. Das Ergebnis ist, dass beide Präparate gut verträglich sind und dass es bezüglich der Nierenfunktion keinerlei Bedenken gibt.



Zusätzlich wurden noch Studien an Menschen vorgenommen. Dabei wurden Probanden Einzeldosen von 1.000 mg Rebaudiosid A (330 mg Stevioläquivalent) verabreicht. Es war keine Wirkung auf die Glukose-Homöostase und den Blutdruck bei Personen mit normaler Glukosetoleranz oder Typ-2-Diabetes feststellbar.

Bei einer ähnlichen Versuchsreihe wurde auch eine Dosis von 1.000 mg Rebaudiosid A pro Person/Tag an Typ-2-Diabetikern, allerdings über den Zeitraum von 16 Wochen, gegeben. Auch hier war kein Einfluss auf die Glucose-Homöostase zu erkennen.

In einer weiteren Analyse, mit gleicher Dosierung über einen Zeitraum von vier Wochen, ging es um etwaige Veränderungen des Blutdrucks. Hierfür wurden Personen ausgewählt, die einen normalen oder niedrigen Blutdruck aufwiesen. Die Auswertung ergab, dass keine signifikanten Auswirkungen messbar waren.

Darüber hinaus hat sich die EFSA mit Auswertungen beschäftigt, die von Kindern mit atopischen Ekzemen handeln, bei denen von anaphylaktischen Reaktionen berichtet wurde. Ebenso wurde auf mögliche allergische Reaktionen eingegangen, die durch Steviolglykoside ausgelöst wurden. Die EFSA fand heraus, dass keine schwerwiegenden Auffälligkeiten aufgetreten sind. (vgl. EFSA, S. 44)

### **3.4 Bedenken und Verzögerungen bei der Zulassung**

Es kam gelegentlich zu der Behauptung, dass die Süßstoff- und Zuckerindustrie für Verzögerungen bei der Zulassung der Steviolglykoside mitverantwortlich seien. Den Haushaltszucker- und Süßstoffherstellern wurde nachgesagt, dass sie die starke Konkurrenz durch den neuen, potentiell gesünderen, Süßstoff fürchteten und deshalb versuchten, die Zulassung zu verhindern oder hinauszuzögern. Bei einer Fachtagung zum Thema „Stevia“ in Hohenheim äußerte sich die Vorsitzende des Deutschen Süßstoffverbandes, Heidrun Mund, zu dieser Anschuldigung: „Es ist nicht richtig, dass wir negativ gegenüber Stevia eingestellt waren! Im Gegenteil: Die Süßstoffindustrie sieht mit großem Interesse jedem neuen Süßstoff entgegen, der einen zusätzlichen Vorteil bringen kann.“ Sie verweist auf die zahlreichen Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Süßstoffe und deren Mischungen.

Eine große Vielfalt hat den Vorteil, dass man so für jedes Lebensmittel individuell den geeigneten Süßstoff oder die geeignete Mischung benutzen kann, denn nicht jeder Süßstoff ist in technologischer Hinsicht gleichermaßen in den verschiedenen Einsatzbereichen geeignet. (vgl. Mund (2010), S. 209)

Im Übrigen darf nicht außer Acht gelassen werden, dass eine lange Vorlaufphase vor der Zulassung eines neuen Süßstoffes zu durchlaufen ist. Es bedarf der Auswertung sehr vieler Untersuchungen und Studien, oftmals auch Langzeitstudien. Das ist nötig, damit der Verbraucher unter keinen Umständen gesundheitliche Beeinträchtigungen erfährt. Die Durchführung verursacht hohe Kosten und um diese decken zu können, müssen finanzstarke Geldgeber vorhanden sein. Zu den Unternehmen, die sich im Falle Stevia am Häufigsten finanziell engagierten, und die Zulassung vorantrieben, gehören die Lebensmittelhersteller Cargill, Coca-Cola und Pepsi. (vgl. Kienle (2011), S. 126)

#### **4. Einsatzmöglichkeiten und Anwendung**

##### **4.1. Welche Sparten planen Stevia zu nutzen, wo wird es schon genutzt**

Stevioside weisen eine gute Wasserlöslichkeit und zudem eine gute Kompatibilität mit verschiedenen organischen Säuren von Obst und Gemüse auf. Dadurch sind Stevioside äußerst interessant für das Konditorei-Gewerbe sowie die Getränkeherstellung. (vgl. Shevchenko, Smetanska, Wendt (2010), S. 193) Im folgenden Kapitel wird ein Überblick über ausgewählte Lebensmittel verschafft, in denen der Einsatz von Steviolglykosiden möglich ist und wo sie bereits eingesetzt werden. Einige der Informationen stammen aus einer Befragung verschiedener Unternehmen durch die Fachzeitschrift „Lebensmittelpraxis“; u. a. über Einsatzmöglichkeiten und das Zukunftspotential von Steviolglykosiden.

###### **4.1.1 Alkoholfreie Getränke**

Im Segment der alkoholfreien Getränke ist schon eine Menge Bewegung. „Coca Cola“ verwendet die Steviolglykoside weltweit bereits in 30 verschiedenen Produkten. In Frankreich nahm „Coca Cola“ eine Vorreiterstellung für Europa ein, als sie eine Fanta-Variante auf den Markt brachten.

Auch in den USA hat „Coca Cola“ diverse Stevia-Varianten im Sortiment. „Coca Cola“ süßt seine Produkte mit „Truvia TM“, einem auf Stevia-Basis hergestellten Zuckeraustauschstoff, der von dem Unternehmen „Cargill“ vermarktet wird. (vgl. The Coca Cola Company (2012, [www.coca-cola-gmbh.de](http://www.coca-cola-gmbh.de) Stand 14.09.2012) Es gibt Pläne, Produkte auf den deutschen Markt zu bringen, allerdings möchte „Coca Cola“ diese noch nicht publik machen. Das bestätigen auch T. Starz und G. Gocke von der „Coca Cola Erfrischungsgetränke AG“ in einem Interview mit „Lebensmittel Praxis online“. Darin erklären sie, dass sie Stevia weder als „Wundersüße“ noch als „Marketinggag“, sondern als sinnvolle Alternative zu herkömmlichen Süßstoffen sehen. (vgl. Dünnebacke (2012), [www.lebensmittelpraxis.de](http://www.lebensmittelpraxis.de) Stand 14.09.2012)

Dem Konkurrent „PepsiCo“ hingegen ist es bereits gelungen, ein Produkt, welches mit Steviolglykosiden gesüßt ist, auf dem deutschen Markt zu platzieren. Es handelt sich dabei um „Lipton Ice Tea Green“. Der „PepsiCo-Deutschland“ Geschäftsführer J. Reichle äußert sich folgendermaßen: „Wir wollen mit Green ein natürliches Image transportieren“.

Die „fritz-kola GmbH“ hat bereits seit Dezember 2011, d. h. kurz nach der Freigabe der Steviolglykoside, eine Stevia-Variante ihrer Kola-Limonade auf dem Markt platziert.

Die „Limuh-GmbH“ stellt Kindergetränke her und formuliert das langfristige Ziel, ausschließlich mit Stevia gesüßte Getränke verkaufen zu wollen. Den Anfang macht seit März 2012 „Limuh Apfelsine“. (vgl. Röttig (2012), [www.lebensmittelpraxis.de](http://www.lebensmittelpraxis.de) Stand 14.09.2012)

#### **4.1.2 Eiscreme**

Die Hersteller von Speiseeis verhalten sich zurzeit noch weitgehend zurückhaltend. Robert Augustin der Marketingleiter von „R&R Ice Cream“ berichtet, dass in der Branche bisher noch keine Euphorie spürbar sei. Allerdings bestehe durchaus Interesse seitens der Marke „Nasch“, Stevia in Zukunft einzusetzen. Diese Produkte enthalten 30 % weniger Zucker bzw. Fett. Zur Zielgruppe gehören gesundheitsbewusste Menschen sowie Diabetiker. (vgl. Röttig (2012), [www.lebensmittelpraxis.de](http://www.lebensmittelpraxis.de) Stand 14.09.2012)

### **4.1.3 Süßwaren**

Das Unternehmen „Kalfany“ hat drei neue zuckerfreie Sorten (Kirsche, Zitrone, Orange) ihrer Marke „Pulmoll“, mit Steviolglykosiden gesüßt, herausgebracht. Auf der Internetseite ist angegeben, dass eine 70 kg schwere Person 6 kg „Pulmoll-Dragees“ essen müsste, um den ADI-Wert zu überschreiten. (vgl. Kalfany (2012), [www.pulmoll.de](http://www.pulmoll.de) Stand 14.09.2012)

„Haribo“ bietet eine Lakritzvariante mit 40 % weniger Kalorien und ohne Zuckerzusatz an. Grundsätzlich wird der „lakritzartige“ Nebengeschmack der Steviolglykoside oftmals bemängelt, doch in diesem Fall ist das laut Hersteller sogar erwünscht, weil dadurch eine Verbesserung des Geschmacks erreicht wird. (vgl. Haribo (2012), [www2.haribo.com](http://www2.haribo.com) Stand 14.09.2012)

### **4.1.4 Backwaren**

W. Schulte, von der Geschäftsleitung der Firma „Küchenmeister“, hält Stevia für seine Produkte für völlig ungeeignet, da die volumengebende Funktion von Zucker beim Backprozess fehlt. Er stellt fest, dass Stevia die wichtigen volumengebenden Eigenschaften eines Zuckeraustauschstoffes fehlen.

Bei „Dr. Oetker“ findet man Stevia aufgrund der Möglichkeit zur Zuckerreduzierung interessant. Man sieht jedoch Nachteile bei den sensorischen Eigenschaften, speziell der verzögerte Süßeindruck mit „lakritzartigem“ Beigeschmack wird bemängelt und könnte für eingeschränkte Einsatzmöglichkeiten sorgen. (vgl. Röttig (2012), [www.lebensmittelpraxis.de](http://www.lebensmittelpraxis.de) Stand 14.09.2012)

### **4.1.5 Molkereiprodukte**

Auch in dieser Branche herrscht laut „Lebensmittelpraxis“ noch Zurückhaltung. Zurzeit wird die Entwicklung beobachtet und abgewartet.

„Danone“ hat bereits 2010 in Frankreich, als erster Konzern in der EU, einen Fruchtojoghurt mit Stevia zum Kauf angeboten. Laut Pressesprecherin Dr. S. Knittel gibt es für Deutschland aktuell jedoch keine konkreten Pläne.

Auch die Privatmolkerei „Bauer & Zott“ gibt an, den Markt zu beobachten, macht allerdings noch keine konkreten Angaben bezüglich neuer Produkte. (vgl. Röttig (2012), [www.lebensmittelpraxis.de](http://www.lebensmittelpraxis.de) Stand 14.09.2012)

#### **4.1.6 Bio-Produkte**

Die „Andechser Molkerei Scheitz“ hat, da Steviolglykoside für Bio-Lebensmittel nicht zugelassen sind, zwei Joghurts auf den Markt gebracht, die mit Stevia-Tee gesüßt werden. (siehe 3.1) Die Geschäftsführerin Barbara Scheitz begrüßt, dass neue Lebensmittelzusatzstoffe in Bio-Produkten von den Gremien der EU nur äußerst zurückhaltend zugelassen werden. „Es spricht jedoch nichts dagegen, ein wirkliches Bio-Steviolglykosid als schlichtes Pflanzenextrakt für Bio-Produkte zuzulassen“, äußert sie sich zu der Thematik. Darüber hinaus hält sie es für sinnvoll, wenn in diesem Fall geringere Werte erlaubt wären, als bei konventionellen Produkten, sprich weniger als 4 mg/kg Körpergewicht. (vgl. Röttig (2012), [www.lebensmittelpraxis.de](http://www.lebensmittelpraxis.de) Stand 14.09.2012)

Bei einer Befragung der Mitglieder des „Bundesverbandes Naturkost Naturwaren Herstellung und Handel e.V.“ sprachen sich 59 % gegen die Aufnahme des Zusatzstoffes in die Öko-Verordnung aus. 24 % der Befragten befürworteten die Aufnahme und die restlichen 17 % enthielten sich ihrer Stimme. Als Grund für die Ablehnung wurde sehr häufig der hohe Verarbeitungsgrad (Trocknung, Mazeration, Fällung und Entfärbung, Ionenaustausch und mehrfache Kristallisation mit Hilfe von Lösungsmitteln und anderer chemischer Stoffe) genannt. Die Bio-Lebensmittelhersteller haben die Befürchtung, dass es zu einer Irreführung der Bio-Verbraucher kommen könnte, da diese eine möglichst hohe Naturbelassenheit erwarten. Auch der Vorstand des BNN spricht sich einstimmig gegen die Zulassung der Steviolglykoside in Bio-Lebensmitteln aus.

Viele Unternehmen äußerten sich hingegen positiv bezüglich einer möglichen Zulassung von Blättern der Stevia-Pflanze in Bio-Qualität. Diese könnte man als natürliches Süßungsmittel, z.B. als Stevia-Tee oder Stevia-Pulver, verwenden. (vgl. Bundesverband Naturkost Naturwaren Herstellung und Handel e.V. (2012), [www.n-bnn.de](http://www.n-bnn.de) Stand 15.08.2012)

#### 4.1.7 Marmelade/Konfitüre

Einige Hersteller von Konfitüren und Marmeladen haben bereits Produkte eingeführt, die mit Steviolglykosiden gesüßt werden.

Das Unternehmen „Schwartau“ hat ihre Light-Konfitüre „Schwartau extra Wellness“, durch eine neue Variante ersetzt, die „nur mit der Süße aus Früchten und Stevia“ gesüßt wird. Es sind vier verschiedene Geschmacksrichtungen erhältlich: Kirsche, Erdbeere, Waldfrucht sowie Multivitamin. Laut Internetseite des Herstellers enthalten die Produkte 30 % weniger Kalorien (**38,4 g/ 100 g** Kohlenhydrate, davon Zucker **38,3g /100 g**). Im Vergleich dazu weisen die Produkte ohne Steviolglykoside, beispielsweise die „Schwartau Extra Erdbeer-Variante“ einen Kohlenhydratanteil von **58,6 g/100 g**, die „Schwartau Frutissima Erdbeer“ hingegen lediglich einen Kohlenhydratanteil von **34,7 g/100 g**, auf. (Schwartauer Werke (2012), [www.schwartauer-werke.de](http://www.schwartauer-werke.de) Stand 05.09.2012)

Als zweites Beispiel in diesem Segment soll „Zentis“ dienen, deren Produkt „Leichte Früchte“ in vier unterschiedlichen Variationen erhältlich ist: Aprikose, Erdbeere, Himbeere und Sauerkirsche. „Leichte Früchte“ weist, laut Hersteller, 30 % weniger Kalorien als herkömmliche Konfitüren auf und wirbt mit „einer raffinierten und einzigartigen Süße-Kombination aus Stevia (Steviolglykoside gewonnen aus der Stevia Pflanze) und Kristallzucker“. Die Erdbeer-Variante enthält einen Kohlenhydratanteil von **36,5 g/100 g** (davon **36,5 g** Zucker). Im Vergleich dazu, verfügt die „Erdbeer-Frühstücks-Konfitüre“ von „Zentis“, die ohne Süßstoff hergestellt wird, über einen Kohlenhydratanteil von **54 g/100 g** (davon **50 g** Zucker). Interessant ist, dass die Konfitüre „75 % Frucht – Erdbeer“ nur einen gering höheren Zuckeranteil (+2,6 g/100 g), als das mit Steviolglykosiden gesüßte Produkt, aufweist (**40,3 g/100 g** Kohlenhydrate, davon **39,1 g** Zucker). (Zentis (2012), [www.zentis.de](http://www.zentis.de) Stand 05.09.2012)

#### **4.1.8 Ketchup**

Die Marke „Knorr“ des Unternehmens „Unilever“ hat den „Knorr Tomaten Ketchup Stevia“ entwickelt. Dieser enthält 40 % weniger Zucker (12 g/100 ml Kohlenhydrate, davon 9 g/100 ml Zucker), im Vergleich zu herkömmlichem „Knorr Tomaten Ketchup“ (18 g/100 ml Kohlenhydrate, davon Zucker 11 g/100ml). (vgl. Knorr (2012), [www.knorr.de](http://www.knorr.de) Stand 26.09.2012)

#### **4.1.9 Süßstoffe und Aromen**

Im folgenden Kapitel werden Produkte vorgestellt, die als Alternativen zum Haushaltszucker im Handel erhältlich sind. Im Anschluss daran folgt eine Stellungnahme des Bundesverbandes der Verbraucherzentralen; in dieser werden vorhandene Probleme bei der Deklaration beleuchtet.

Der Anbieter „Heartland Sweeteners Europe“ hat sein Produkt „Nevella“ in drei verschiedenen Variationen auf den Markt gebracht.

Zum einen gibt es die „Stevia Streusüße“. Verwendet man einen Teelöffel (0,5 g) des Produktes, ergibt sich eine Energieaufnahme von 1,9 kcal (ca. 8 KJ) und 0,5 g Kohlenhydraten. Die angegebene Menge soll, laut Hersteller, 5 g Zucker ersetzen, mit einem Energiewert von 20 kcal (ca. 84 KJ). Die Streusüße enthält den Trägerstoff Maltodextrin, das bietet, laut Hersteller, den Vorteil, dass ein Teelöffel Streusüße einem Teelöffel Haushaltszucker entspricht und deshalb dem Verbraucher der Umgang mit der Dosierung erleichtert wird. 1 g Streusüße entspricht, aufgrund des geringeren Gewichtes, der Menge von 10 g Zucker. Daraus folgt, dass die Streusüße eine ca. zehnfache Süßkraft im Vergleich zu Zucker hat.

Das Unternehmen „Nevella“ wirbt mit der Aussage, dass die Streusüße ideal sei zum Süßen von Obst, Joghurt, Desserts und anderen Speisen, sowie zum Backen. (Heartland (2012), [www.nevella.com](http://www.nevella.com) 15.8.2012) Ein Glas Streusüße enthält 75 g und kostet ca. 2,99 €, im Vergleich dazu ist 1 kg Zucker ab ca. 0,70 € erhältlich.

Die „Stevia Tabletten im 100er Spender“ sollen hervorragend zum Süßen von Getränken geeignet sein, wobei eine Tablette wieder einem Teelöffel gefüllt mit Zucker entspricht. Eine Tablette enthält lediglich 0,19 Kilokalorien und 0,01 g Kohlenhydrate.

Als drittes gibt es „Stevia Sticks“, diese sind laut Hersteller optimal zum Süßen von Joghurts und Obst sowie von heißen und kalten Getränken geeignet. Eine Packung enthält 40 Sticks à 1,5 g. Auch hier soll ein Stick einem Teelöffel voll Zucker entsprechen. Ein Stick enthält 0,3 Kilokalorien und 1,5 g Kohlenhydrate. (vgl. Heartland (2012), [www.nevella.com](http://www.nevella.com) 15.8.2012)

Auf der Homepage des „Bundesverbandes der Verbraucherzentralen und Verbraucherverbände“ kann man einige Beschwerden nachlesen. Aufgeführte Kritikpunkte der Verbraucher sind:

- Werbung auf dem Produkt als „Low calorie sweetener“, obwohl das Produkt laut Etikett 371 kcal (1553 KJ)/100g auf Grund des hohen Maltodextringehaltes von 97 % beinhaltet. Im Vergleich dazu hat Haushaltszucker 400 kcal(1675 KJ)/100g. (vgl. Aign et. al. (2012), S. 56)
- Die Zutatenliste ist auf Grund der kleinen Schrift sehr schlecht lesbar. Der Hinweis auf den Kaloriengehalt wird lediglich in englischer Sprache angegeben.

Die Verbraucherzentrale stimmt dem zu und bemängelt desweiteren, dass auf der Vorderseite mit großen Aufdrucken mit der Aufschrift „Stevia“ und „Stevia Extrakt“ geworben wird und zudem Stevia-Blätter abgebildet sind. Diese weisen auf die Pflanze hin und der Verbraucher erwartet dadurch ein Produkt, bei dem Bestandteile der Stevia-Pflanze als Hauptzutat eingesetzt werden.

Im Februar 2012 wurde „Heartland Sweeteners Europe“ abgemahnt und durch eine formlose Unterlassungserklärung aufgefordert, das Produkt nach der Ablauffrist nicht mehr im bisherigen Design in den Handel zu bringen. Mittlerweile kam es zu einer Überarbeitung der Verpackung. Jedoch bleiben Kritikpunkte bestehen:

- Nach wie vor wird, unter dem Produktnamen „Nevella“, nur in englischer Sprache auf den Kaloriengehalt des Produktes hingewiesen („Low Calorie Sweetener“). Positiv ist, dass in der neuen Version der Aufdruck „weniger als zwei Kalorien pro Teelöffel“ vorhanden ist. Somit gibt es einen Hinweis darauf, dass die Tafelsüße nicht kalorienfrei ist.



- Ein weiterer Kritikpunkt ist die Wortwahl, „mit kalorienarmem Süßstoff natürlichen Ursprungs“, die aus Sicht der Verbraucherzentrale nicht richtig ist, da die Stevia-Extrakte durch chemische Verfahren gewonnen werden und demzufolge das Endprodukt mit Natürlichkeit nichts zu tun hat. Des Weiteren sind Steviolglykoside kalorienfrei und erst durch das Maltodextrin gelangen die Kalorien in das Produkt.
- Auf der Vorderseite wird nicht auf die Hauptzutat Maltodextrin hingewiesen. Auf der Verpackung ist zu lesen „mit Tafelsüße Stevia“. Wobei der Begriff „Stevia“ durch die Aufmachung direkt ins Auge fällt, der Hinweis auf die Tafelsüße, durch Verwendung einer kleineren Schriftgröße, wesentlich unscheinbarer wirkt und der Begriff „mit“ davor fast gar nicht zu erkennen ist. „Tafelsüße mit Stevia“, in gleicher Schriftgröße und -type, wäre laut Verbraucherzentrale ein verbraucherfreundlicherer Produktname.
- Darüber hinaus soll, laut Hersteller, die Mengenkennzeichnung der Steviolglykoside in der Zutatenliste zukünftig komplett wegfallen. So wäre es unmöglich zu erfahren, wie gering der Anteil ist. Die Verbraucherzentrale fände eine Mengenangabe auf der Frontseite sinnvoll. (vgl. Bundesverband der Verbraucherzentralen (2012), [www.lebensmittelklarheit.de](http://www.lebensmittelklarheit.de) Stand 30.08.2012)

Auch die Streusüße von „Natreen“ enthält als Hauptbestandteil Maltodextrin, der Kohlenhydratanteil liegt bei 94 %. Der Steviolglykosidanteil liegt bei 3 %. Auf der Internetseite wirbt das Unternehmen mit der „Streusüße als praktische Zuckeralternative für die kalorienbewusste Ernährung“. Bei einem Energiegehalt von 378 kcal (1600 KJ)/100 g liegt dieser sogar noch leicht über dem Produkt der Marke „Nevella“ (s.o.).

„Natreen Stevia im Minispender“ enthält als Hauptbestandteil Laktose, der Steviolglykosidanteil beträgt 12,5 %, darüber hinaus ist auch zu 3,2 % der Süßstoff Sucralose enthalten. Dieses Produkt enthält 310 kcal (1317 KJ)/100g, wobei sich der Wert bei einer Tablette relativiert und lediglich 0,18 kcal (0,76 KJ) aufweist. (vgl. Natreen (2012), [www.natreen.de](http://www.natreen.de) Stand 26.09.2012)

## **4.2 Verwendungsmöglichkeiten in der Küche**

Neben den mit Steviolglykosiden gesüßten Lebensmitteln und Getränken ist es möglich, sie auch in Form von Tafelsüße, also als Streusüße, in Tablettenform oder als Flüssigsüße, im Handel zu erwerben. Laut Herstellerangaben weisen diese Produkte eine gute Hitzestabilität auf und sind gut geeignet, um beim Kochen oder Backen eingesetzt zu werden. Leider fehlt bei Steviolglykosiden die so wichtige volumengebende Wirkung des Zuckers, welche beim Gelingen von Rühr- und Biskuitteigen eine entscheidende Rolle spielt. Auch die konservierende Wirkung von Zucker, beispielsweise bei der Marmeladenzubereitung, können sie nicht ersetzen. (vgl. Bechthold (2010), S. B32) Die Hitzestabilität ist jedoch ab 140° C nicht mehr gegeben, die Steviolglykoside beginnen zu zerfallen. Bei 200° C ist der Zerfall komplett. (siehe Kapitel 2.2.2). Auch die EFSA hat diese Ergebnisse in ihrer Zulassungsstudie bestätigt (vgl. EFSA (2010), S. 13). Demnach ist von der Verwendung beim Backen mit Temperaturen über 140° C abzuraten, wenn man eine ausreichende Süße wünscht.

## **4.3 Pflege und Kultur der Stevia-Pflanze im Privathaushalt**

Es gibt zahlreiche Wege, sich eine Stevia-Pflanze für den heimischen Gebrauch anzuschaffen. Mittlerweile ist der Bezug sowohl in Blumenfachgeschäften als auch in Baumärkten oder über das Internet möglich. Zusätzlich haben Interessenten die Möglichkeit, sich Saatgut zu besorgen und dieses im Garten oder in Blumentöpfen auszusähen. Der Anbau im Freiland verspricht einen besseren Wuchs als im Blumentopf.

Die Stevia-Pflanze sollte an einem sonnigen Ort stehen und kann in handelsüblicher Blumenerde angepflanzt werden. Es ist auf regelmäßige Wasserzufuhr zu achten, da eine Austrocknung die Pflanze schädigen kann. Am besten ist ein Wechselspiel zwischen feucht und trocken, dadurch wird das Wurzelwachstum angeregt. Eventuell auftretende Staunässe ist unbedingt zu vermeiden, weil dadurch eine bakterielle Welke ausgelöst werden kann. Die Folge ist Verwelken mit anschließendem Tod der Pflanze. (vgl. Eichhorn, Evert, Raven (2005), S. 286) Wie bei den meisten Küchenkräutern ist es nicht ratsam, das Gewächs stark zu düngen, da es zu Ablagerungen in den Blättern führt. Es sollte allenfalls ein wenig organischer Dünger verwendet werden.

Um einen buschigen Wuchs durch Verzweigungen zu erreichen, kann man die Pflanze regelmäßig an den Triebspitzen kürzen. Das Überwintern der Pflanze sollte bei 15 – 20° C stattfinden; auf keinen Fall sollte die Stevia-Pflanze dem Frost ausgesetzt werden, denn schon ab 5° C kann sie Schaden nehmen. (vgl. Bergmann (2008), S. 42)

Im Herbst sollten abgestorbene Triebe bodennah zurückgeschnitten werden. Hat die Pflanze geblüht oder spätestens Februar bis Anfang März, ist es ratsam die Pflanze auf ca. 15 Zentimeter zurückzuschneiden. Dadurch leitet man einen neuen Wachstumszyklus ein. (vgl. <http://www.gartendatenbank.de/wiki/stevia-rebaudiana> Stand 30.08.2012)

Bei Recherchen, besonders im Internet, wird häufig kundgegeben, dass man die Blätter der Pflanze direkt zum Süßen, von z. B. Tee, nutzen kann. Auch die getrockneten Blätter, die man problemlos über Internetanbieter beziehen kann, werden als geeignetes Süßungsmittel genannt. Davon ist ganz eindeutig abzuraten. Die Europäische Kommission hat seither nur industriell hergestellte Steviolglykoside in der EU genehmigt, jedoch nicht den Handel mit Pflanzenteilen der Stevia-Pflanze gestattet. Das Hauptproblem besteht darin, dass beispielsweise bei einem Aufguss aus Stevia-Blättern auch viele bisher noch unbekannte Stoffe gelöst werden können. Es bestünde die Gefahr, dass z. B. allergische Reaktionen durch Inhaltsstoffe in den Blättern im menschlichen Organismus ausgelöst werden, die aktuell noch nicht ausreichend erforscht wurden.

#### **4.4 Medien**

Auch in den Medien, wie in Zeitungen, dem Fernsehen und besonders dem Internet wurde und wird viel über Stevia geschrieben und diskutiert. Gibt man in der Suchmaschine „Google“ den Begriff „Stevia“ ein, so erzielt man nahezu 16 Millionen Einträge (Stand 22.09.2012). Bei der genaueren Bezeichnung „Stevia rebaudiana Bertoni“ sind es etwa 211.000 und der Begriff „Steviolglykoside“ bringt es immerhin noch auf ungefähr 27.000 Einträge.

Im Zuge der Freigabe als Süßungsmittel in Deutschland/Europa, haben sich auch viele renommierte Zeitungen mit dem Thema Stevia befasst und diverse Artikel veröffentlicht.

- Im April 2010 kündigte „der Spiegel“ eine Revolution in der Lebensmittelindustrie an. In dem Bericht wird behauptet, dass die großen Lebensmittelhersteller hinter der Freigabe stecken, da sie ein Milliardengeschäft wittern. Der Grund sei das Auslaufen vieler Patente zur Herstellung von künstlichen Süßstoffen, und der damit befürchteten Überschwemmung des Marktes mit billig produzierten Süßungsmitteln aus dem chinesischen Raum, wird gemutmaßt. Daraufhin hätten die großen Lebensmittelhersteller neue Möglichkeiten gesucht, um Geld zu verdienen. Es ist allerdings nicht realisierbar, auf die Stevia-Pflanze Patente anzumelden. Die industriell hergestellten Substanzen, Steviolosid / Rebaudiosid A und die Methoden zur Herstellung, kann man sich allerdings schon patentieren lassen. Die reine Pflanze bleibt, bis auf einige Ausnahmeregelungen (als Extrakt aus einem Tee-Aufguss), in Lebensmitteln verboten. Die chemisch gewonnenen und geschützten Bestandteile sind legal. Desweiteren wird in dem Bericht darauf verwiesen, dass der Lebensmittelriese „Cargill“ in den USA bereits Maßnahmen getroffen habe, um den „natürlichen Süßstoff“ in der Bevölkerung anzupreisen; unterstützt durch Kampagnen der US-Regierung gegen Fettleibigkeit und übermäßigen Zuckerkonsum.(vgl. Müller (2010). [www.Spiegel.de](http://www.Spiegel.de) Stand 25.08.2012)

- „Die Süddeutsche Zeitung“ kündigt, in einem Bericht aus dem November 2012, an, dass Zucker und herkömmliche Süßstoffe „echte Konkurrenz“, in Form des natürlichen Süßstoffes aus der Stevia-Pflanze, bekommen. Außerdem heißt es, dass Stevia als „natürliche Süße ohne die Nachteile des Zuckers“ vermarktet werden könne. Zudem wird auf den Coca Cola Konzern hingewiesen, der schon 24 Patente rund um Stevia angemeldet haben soll. (vgl. Berndt (2011). <http://www.sueddeutsche.de/> Stand 25.08.2012)

- Auch im „Hamburger Abendblatt“ wurde über Stevia berichtet. Dort ist unter anderem zu lesen, dass die Zuckerindustrie bereits um ihr Milliardengeschäft bange und immer mehr Nahrungsmittelhersteller, wie z. B. Nestle, den Einsatz von Stevia prüfen würden. Des Weiteren wird davon berichtet, dass Experten der Meinung sind, dass der Preis für Steviolglykoside in Zukunft sogar unter den des Zuckers fallen könnte. (vgl. Wassink (2012), [www.abendblatt.de](http://www.abendblatt.de) Stand 22.09.2012)

## 5. Ernährungswissenschaftliche und gesundheitliche Betrachtung

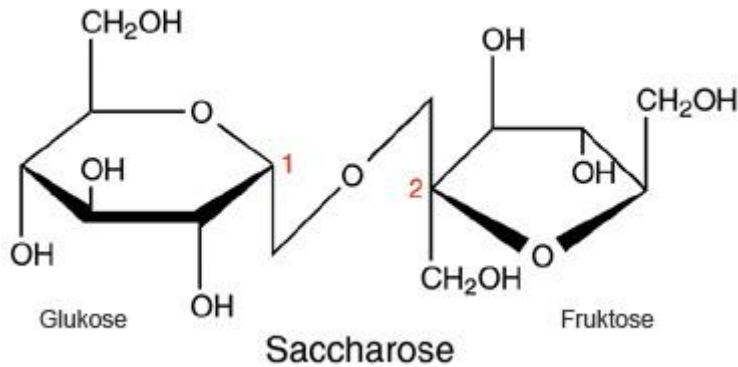
### 5.1 Verwendung von Saccharose

Haushaltszucker besteht aus Saccharose und wird als Standard Süßungsmittel verwendet. Die weltweite Produktion stieg seit dem Jahr 1800, als sie 750.000 t betrug, auf ca. 176 Mio. t (im Wirtschaftsjahr 2011/2012). Dabei fallen 138 Mio. t auf die Produktion aus Zuckerrohr und ca. 38 Mio. t werden aus Zuckerrüben gewonnen. (vgl. Wirtschaftliche Vereinigung Zucker (2012), [www.zuckerverbaende.de](http://www.zuckerverbaende.de) Stand 04.09.2012)

Neben der Süßkraft und dem besonderen Charakter der Süße verfügt Saccharose über weitere wichtige Eigenschaften. Der Süße Geschmack der Saccharose setzt sehr schnell ein und klingt auch schnell wieder vollständig ab. Sie ist bei der Ausbildung des Geschmacks der Lebensmittel beteiligt. Zudem verstärkt und stabilisiert Zucker die Aromen der Lebensmittel und betont eine fruchtige Geschmacksnote. Saccharose hat einen entscheidenden Einfluss bei der Textur und der Konsistenz von Lebensmitteln. (vgl. Hoffmann, Mauch, Untze (2002), S.18)

#### 5.1.1 Aufbau Saccharose

Haushaltszucker besteht aus Saccharose (1- $\alpha$ -D-Glucopyranosyl-2- $\beta$ -D-fructofuranosid), mit der Verhältnisformel  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Saccharose (Abb. 7) wird aus Zuckerrüben oder Zuckerrohr gewonnen. Es ist ein nichtreduzierendes Disaccharid, das aus den beiden Monosacchariden  $\alpha$ -Glucose und  $\beta$ -Fructose aufgebaut ist. Die beiden Zuckermoleküle sind durch eine glykosidische Sauerstoffbrücke miteinander verbunden. Die Saccharose ist farb- und geruchslos und weist einen rein süßen Geschmack auf. (vgl. Rosenplenter (2007), S. 49)



**Abb. 7 Strukturformel Saccharose**

Quelle [www.uni-duesseldorf.de](http://www.uni-duesseldorf.de) Stand 27.09.2012

### 5.1.2 Empfohlene Verzehrmenge von Saccharose

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung drückt ihre Empfehlung für die Aufnahme von Zucker, die täglich nicht überschritten werden sollte, im GDA-Wert aus. Demzufolge sollte die Gesamtzuckeraufnahme einer Frau 90 g/Tag und eines Mannes 110 g/Tag nicht überschreiten. (vgl. DGE (2007), [www.dge.de](http://www.dge.de) Stand 04.09.2012)

Es gibt keine Beweise dafür, dass der Konsum von Zucker, abgesehen von Zahnkaries, weitere negative Folgen hat. Auch wenn der Saccharose viele negative Effekte nachgesagt werden, fehlen die wissenschaftlichen Belege dafür. Bei Kindern kann ein sehr hoher regelmäßiger Zuckerkonsum dazu führen, dass die benötigten essentiellen Nährstoffe nicht mehr in ausreichender Menge aufgenommen werden. In der Auswertung der „nationalen Verzehrstudie“ wurde festgestellt, dass die Zahl der Menschen, welche die empfohlene tägliche Menge an Nährstoffen nicht erreichen, in der Gruppe mit hoher Zuckeraufnahme besonders groß ist. Gerade bei vier- bis sechsjährigen Kindern waren die ermittelten Werte sehr bedenklich. Die empfohlene Aufnahmemenge von Saccharose wird als moderat beschrieben. (vgl. Kasper (2009), S. 8)

### 5.1.3 Zusammenhang von Saccharose und verschiedenen Krankheiten

In Deutschland sind 50 % der erwachsenen Männer und 35 % der Frauen übergewichtig, ihr BMI-Wert liegt zwischen 25 und 30. 18 % der untersuchten Männer und 20 % der Frauen hatten sogar einen BMI-Wert über 30, sie werden als adipös bezeichnet. (vgl. Kasper (2009), S. 271) Bei Kindern und Jugendlichen tritt diese Problematik auch schon verstärkt auf, so dass jedes fünfte Kind und jeder dritte Jugendliche übergewichtig ist. Die WHO spricht bereits von einer „Adipositasepidemie“ und fand in Studien heraus, dass ein linearer Anstieg der Adipositasprävalenz vorliegt. (vgl. Langnäse, Mast, Müller (2001), S. 398)

Zucker begünstigt die Entstehung von Übergewicht und Adipositas. Er ist ein reiner Energielieferant (1680 KJ/100 g), frei von essentiellen Nährstoffen und liefert somit lediglich „leere Kalorien“. Auf die Zufuhr von Saccharose kann vollständig verzichtet werden, sie sollte zumindest nicht über 10 % der täglichen Energiezufuhr liegen. (vgl. Kasper (2009), S.125)

Im Rahmen einer angestrebten Gewichtsreduktion, ist es ratsam möglichst viel Energie einzusparen, um als Ziel eine negative Energiebilanz zu erreichen. Eine Verwendung von Süßstoff, anstelle von kalorienreichem Zucker, ist ein sinnvolles Mittel, welches man im Rahmen der Gewichtsabnahme in Anspruch nehmen sollte.

Bei der Entstehung von Karies spielen Kohlenhydrate eine entscheidende Rolle. Speziell der Saccharose wird, auf Grund des häufigen Verzehrs, die größte Bedeutung zugesprochen. „Streptococcus mutans“ gilt als das wichtigste Bakterium bei diesem Geschehen. Auch nach dem Putzen der Zähne befindet sich noch ein bakterieller Belag auf der Zahnoberfläche. Geraten nun Kohlenhydrate, z. B. durch Softdrinks an die Zähne, entwickelt sich eine Plaque. Die Bakterien dieser Plaque nutzen den Zucker zur Energiegewinnung, dabei entstehen organische Säuren. Nach einer gewissen Zeit ist die Säure an den Zähnen so stark, dass die neutralisierende Wirkung des alkalischen Speichels nicht mehr ausreicht. Als Folge davon sinkt der pH-Wert an der Zahnoberfläche. Erreicht er einen Wert der unter 5,7 liegt, so kommt es zu einer Demineralisation des Zahnschmelzes und somit zu einem Beginn der Karies.

Viele epidemiologische Studien bestätigen die Bedeutung des Zuckerverzehrs bei der Entstehung von Karies. Allerdings wurde herausgefunden, dass kein Zusammenhang mit der Höhe der aufgenommenen Menge besteht. (vgl. Kasper (2009), S.485)

Bei Kindern spielt der Konsum zuckerhaltiger Getränke, z. B. gezuckerter Tee oder Limonaden, eine große Rolle beim Auftreten frühkindlicher Karies. Diese Art wird auch „Zuckertee-Karies“ genannt. (vgl. Kasper (2009), S.486) Eine Untersuchung an sechs- bis siebenjährigen Kindern aus dem Jahre 2004 ergab, dass lediglich maximal 60 % von ihnen naturgesunde Zähne hatten. (vgl. Jablonski-Momeni, Pieper (2007), S. 663)

Steviolglykoside weisen keine kariogene Wirkung auf. Demzufolge kann der Verzehr mit Steviolglykosiden gesüßten Produkten, im Gegensatz zu Zucker, das Risiko senken, an Karies zu erkranken. (siehe 5.4).

Typ-1- und Typ-2-Diabetiker dürfen, wenn sie es wünschen, durchaus Haushaltszucker zum Süßen verwenden. Wenn ein Blutglukosespiegel vorliegt, der im befriedigenden Bereich liegt, gilt die Empfehlung für die Allgemeinbevölkerung. Sie besagt, dass nicht mehr als 10 % der gesamten Energieaufnahme durch Zucker erfolgen sollte. (vgl. Kasper (2009), S. 322)

Es ist nicht zwingend erforderlich, dass Diabetiker Kostformen mit besonders geringem Kohlenhydratanteil wählen. Die DGE empfiehlt, dass eine moderate Aufnahme freier Zucker, bis 50 g/Tag, in die Diät mit eingebaut werden darf. Dennoch wird darauf hingewiesen, dass bevorzugt ballaststoffreiche Kohlenhydrate verzehrt werden sollten. Liegt der BMI über 25, sind eine verringerte Energieaufnahme und eine Erhöhung des Energieverbrauchs anzustreben. Im Zuge dessen kann eine weitere Beschränkung der Aufnahme von Saccharose nützlich sein. (vgl. Toeller (2005), S. 75-76) Somit stellt eine Verwendung von Süßstoffen, anstelle von Zucker, gerade für übergewichtige Diabetiker mit unbefriedigendem Glukosespiegel, eine gute Alternative dar.



## **5.2 Vor- und Nachteile gegenüber herkömmlichen Süßstoffen am Beispiel Aspartam**

Zurzeit sind in der Europäischen Union zehn verschiedene Süßstoffe zugelassen (Tab. 3). Süßstoffe verfügen über eine wesentlich höhere Süßkraft, aber keinen - oder fast keinen Brennwert. Durch den hohen Süßegrad, liegen die Nutzungsmengen lediglich im mg-Bereich.

Übergewichtigen Diabetikern wird empfohlen, auf Zucker so gut es geht zu verzichten. Anstelle dessen, sollten sie Süßstoffe zum Süßen ihrer Speisen und Getränke verwenden. Gerade im Sektor der Limonaden kann dadurch viel Zucker eingespart werden.

Süßstoffe sind nicht kariogen und somit zahnschonend.

Ein weiterer Vorteil bei der Anwendung ist die synergetische Wirkung der Süßstoffe. Der Effekt macht sich dadurch bemerkbar, dass durch das Mischen bestimmter Süßstoffe eine höhere Süßkraft erzeugt werden kann, als die Summe der Einzelsubstanzen normalerweise ergeben würde. Dadurch ist es möglich, die eingesetzte Menge, bei Verwendung eines solchen Süßstoffgemisches, zu reduzieren. Darüber hinaus kann durch die Kombination mehrerer Süßstoffe der Geschmack verbessert werden. (Tombek (2010), S. 196)

Der vermutlich größte Nachteil von Süßstoffen ist, dass man trotz aller Bemühungen seitens der Hersteller nicht zu 100 % den charakteristischen Geschmack von Zucker imitieren kann. Eine weitere fehlende Eigenschaft von Süßstoffen ist die wichtige volumengebende Wirkung des Zuckers bei Backprozessen.

### **5.2.1 Wofür werden Süßstoffe verwendet?**

Süßstoffe dienen dazu, Saccharose in Lebensmitteln zu ersetzen und trotzdem den süßen Geschmack zu erhalten. Dadurch sollen sie bei der Gesundheitsprävention positiv mitwirken. Eingesetzt werden sie in energiereduzierten Lightgetränken und Lightprodukten aus der Lebensmittelbranche, denn sie verursachen lediglich eine zu vernachlässigende Energiezufuhr. (vgl. Biesalski (2010), S. 994)

Süßstoffe verfügen entweder über keinen oder einen Nährwert, der auf Grund der geringen Einsatzmenge so niedrig ist, dass er zu vernachlässigen ist. Daraus leitet sich die englische Bezeichnung „non nutritive sweeteners“ ab. (vgl. Belitz, Grosch Schieberle (2001), S. 424)

Süßstoffe sind auch für den heimischen Gebrauch als Tabletten, Streu- oder Flüssigsüße erhältlich. Es wird, seitens der Hersteller, viel Wert auf eine leichte Dosierung gelegt. So entsprechen in der Regel eine Tablette oder ein Teelöffel voll Tafelsüße, einem Teelöffel voll Zucker bzw. einem Zuckerwürfel. Die Einsatzmöglichkeiten sind recht vielfältig. Man kann Getränke (heiß und kalt) oder Desserts damit süßen und auch der Einsatz beim Kochen und Backen ist möglich. (vgl. Süßstoff-Verband (2012) (1), <http://www.suessstoff-verband.de> Stand 29.09.2012)

Name	E-Nr.	ADI-Wert mg/kg Körpergewicht	Kör-	Süßkraft im Verhältnis zu Zucker	Entdeckt / zugelassen (EU) seit
Acesulfam-K	950	SCF *1 9	JECFA *2 15	130 – 200	1967/1983
Aspartam	951	SCF 40	JECFA 50	200	1965/1994*3
Acesulfam-Aspartam-Salz	962	*4		350	1995/2004
Cyclamat	952	SCF 7	JECFA 11	30 – 50	1937/1963 (D), 1994
Neohesperdin-DC	959	SCF 5	JECFA *5	400 – 600	1963/1994
Neotam	961	2		7.000 – 13.000	?/2010*6
Saccharin	954	5		300 – 500	1879/1900 (USA). 1995
Steviolglykoside	960	4		300	1887/2011
Sucralose	955	15		600	1980/2006
Thaumatococcus	957	unbegrenzt		2.000 – 3.000	1855/1998

\*1 SCF: Scientific Committee on Food, \*2 JECFA: Joint FAO/WHO Committee on Food Additives, \*3 Europäische Süßungsmittel-Richtlinie 94/35/EG, \*4 Der ADI-Wert ist bereits durch die ADI-Werte für Aspartam und Acesulfam-K abgedeckt, \*5 GRAS-Status in den USA, \*6 seit 2001 in Australien und Neuseeland zugelassen

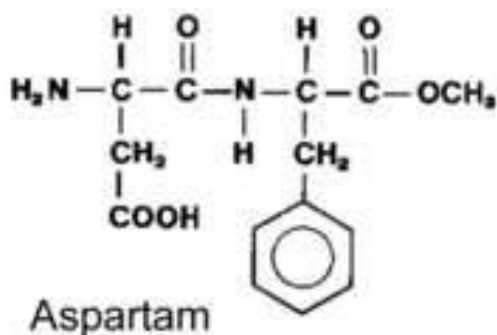
**Tab.3:Übersicht über die in der Europäischen Union zugelassenen Süßstoffe**

Quelle nach Süßstoffverband (2012), [www.suessstoff-verband.de](http://www.suessstoff-verband.de) Stand 31.08.2012

### 5.2.2 Aufbau Aspartam

Aspartam (Abb. 8) (N-(L- $\alpha$ -Aspartyl)- L-phenylalanin- methylester), oft als E951 auf Lebensmittelverpackungen zu finden, ist einer der am häufigsten verwendeten synthetisch hergestellten Süßstoffe, mit der Verhältnisformel  $C_{14}H_{18}N_2O_5$ . Eingesetzt wird Aspartam weltweit in über 90 Ländern und dort in insgesamt über 6.000 verschiedenen Produkten (vgl. Tombek (2010, S. 196). Entdeckt wurde es 1965. Aspartam ist ein Dipeptidester, eine Kombination aus zwei Aminosäuren, nämlich L-Asparaginsäure und L-Phenylalanin, die mit Methanol verknüpft sind. (vgl. Kasper (2009), S. 323)

Aspartam ist ein weißes, geruchloses Pulver, in kristalliner Form, das eine ca. 130 – 200 Mal so große Süßkraft wie Saccharose aufweist. Es ist in Wasser kaum löslich und in Öl, Fett sowie Ethanol praktisch unlöslich. Aspartam verfügt über einen guten Geschmack. Der oft bei Süßstoffen vorkommende bittere bzw. metallische Nachgeschmack fehlt komplett. Aspartam galt lange Zeit als der Süßstoff, der dem Zucker geschmacklich am nächsten kommt. Häufig wird Aspartam auch in Süßstoffmischungen eingesetzt. (vgl. Meyer (2007), S.468). Es wird als Protein verstoffwechselt, deshalb beträgt der Energiegehalt von Aspartam ca. 17 KJ/g. Er ist jedoch, auf Grund der hohen Süßkraft und der dadurch geringen Einsatzmenge, fast zu vernachlässigen. (vgl. Biesalski (2010), S. 71-72) Ein weiterer Vorteil für die industrielle Lebensmittelherstellung ist die Eigenschaft von Aspartam, den Geschmack einiger Aromen zu verstärken. (vgl. <http://www.suessstoffverband.de/suessstoffe/aspartam/> Stand 29.09.2012)



**Abb. 8: Strukturformel Aspartam**

Quelle <http://www.suessstoffverband.de> Stand 06.09.2012

### **5.2.3 Bedenken gegenüber Aspartam**

Aspartam wird in vielen verschiedenen Produkten verwendet, z. B. in Getränken, Süßwaren, Nachspeisen, Kaugummi, Joghurts, kalorienreduzierten Produkten, in Erzeugnissen zur Gewichtskontrolle und auch als Tafelsüße. Aber speziell in Süßstoffmischungen wird Aspartam sehr häufig verwendet. (vgl. EFSA (2012), <http://www.efsa.europa.eu> Stand 10.09.2012)

Aspartam hat mit einer Reihe von Vorurteilen zu kämpfen. Es wurden umfassende Untersuchungen (Tierversuche, klinische Studien, epidemiologische Untersuchungen, Verzehr- sowie Überwachungsstudien nach dem Inverkehrbringen) im Rahmen der Zulassung getätigt. Darüber hinaus hat die EFSA seit 2002 regelmäßig die Unbedenklichkeit von Aspartam überprüft. Dabei wurden keine negativen Auswirkungen festgestellt. Zurzeit wird eine Neubewertung von Aspartam durchgeführt, die ursprünglich erst für das Jahr 2020 vorgesehen war. Auf Grund einer Anfrage der Europäischen Kommission, hat man diese Untersuchung auf 2012 (mittlerweile auf 2013 verlängert) vorgezogen. Das geschieht im Rahmen einer systematischen Neubewertung der Sicherheit aller in der Europäischen Union vor 20.01.2009 zugelassenen Süßstoffe (gemäß Verordnung Nr. 257/2010). (vgl. EFSA (2012), <http://www.efsa.europa.eu> Stand 10.09.2012) Bis die Neubewertung von Aspartam abgeschlossen ist und möglicherweise neue Erkenntnisse erlangt werden, ist weiterhin von der Unbedenklichkeit auszugehen.

Problematisch ist die Aspartamaufnahme für Menschen, die an einer Phenylketonurie leiden. Sie müssen darauf achten, welche phenylalaninhaltigen Lebensmittel sie zu sich nehmen. Da Aspartam diesen Stoff zu 56 % enthält, sind Steviolglykoside, um keine unnötigen Risiken einzugehen, eine sinnvolle Alternative für die betroffenen Personen. (vgl. Biesalski (2010), S. 814)

### **5.2.4 Vergleich Steviolglykoside/Aspartam**

Beim Süßen von heißen Getränken wie Kaffee oder Tee mit Aspartam, die unmittelbar verzehrt werden, treten keine Probleme auf. Wenn Aspartam jedoch ein Bestandteil von Lebensmitteln ist, die erhitzt werden müssen, kann es durchaus zu Schwierigkeiten kommen.

Ebenso können negative Auswirkungen auftreten, wenn Getränke, die Aspartam enthalten, einer längeren Lagerdauer unterliegen. Die zu erwartenden Abbaureaktionen können die  $\alpha/\beta$ -Umlagerung auslösen, eine Hydrolyse in die einzelnen Komponenten (L-Asparaginsäure, L-Phenylalanin und Methanol) sowie eine Cyclisierung zu 2,5-Dioxopiperazin. Die Folge davon ist eine nachlassende Süßkraft. (vgl. Belitz, Grosch, Schieberle (2001), S. 434) Wie bereits beschrieben wurde, beginnen bei Steviolglykosiden ab 140° C ebenfalls Zerfallreaktionen, die einen Einfluss auf die Stärke der Süßkraft haben.

Ein großer Vorteil von Aspartam ist der Geschmack, der dem von Zucker sehr nahe kommt. Wie bereits erwähnt, gibt es bei den Steviolglykosiden zurzeit noch Probleme mit dem Beigeschmack, besonders bei Steviosid; weniger bei Rebau-diosid A.

### **5.3 Der Geschmack von Steviolglykosiden**

Ein erheblicher Nachteil der Steviolglykoside besteht in dem zum Teil recht lang anhaltenden, bitteren und „lakritzartigen“ Beigeschmack. Die Ernährungsumschau weiß jedoch von einem Erfolg der Technischen Universität München und des Deutschen Institut für Ernährungsforschung zu berichten. Demnach haben Wissenschaftler die für den bitteren Geschmack, bei hohen Konzentrationen an Steviolglykosiden, verantwortlichen Geschmacksrezeptoren (hTAS2R4 und hTAS2R14) auf der Zunge ausmachen können.

Es wurden sensorische Tests und Zellkulturversuche an neun verschiedenen Steviolglykosiden durchgeführt. Die Struktur der Glykosidmoleküle wurde als ein wesentlicher Faktor für den Grad der Süße und Bitterkeit ausgemacht. Je mehr Glukose am Molekül gebunden ist, desto süßer und weniger bitter schmeckt der gewonnene Stoff.

Durch diese Erkenntnis ergeben sich rundum neue Möglichkeiten zur Minimierung des bitteren Geschmacks. Es können nun, speziell auf diesen Resultaten beruhende, Züchtungen neuer Pflanzen vorgenommen werden um den Geschmack zu verbessern.

Zudem bietet sich die Gelegenheit, bei den Produktionsprozessen der Steviolglykoside, zielorientierter auf die Beseitigung der bitteren Stoffe hinzuarbeiten. (vgl. Ernährungs Umschau (2012), <http://www.ernaehrungs-umschau.de> Stand 05.09.2012)

#### **5.4 Steviolglykoside und Karies**

Zahnkaries ist eine mikrobielle Erkrankung. Auf die Entstehung von Karies wird in Kapitel 5.1.3 näher eingegangen. Da die Abspaltung der Glucosemoleküle erst im Dickdarm einsetzt (siehe Kapitel 2.2.4), kommt es im Mund zu keiner kariogenen Reaktion. Somit sind die Glykoside nicht an der Entstehung von Karies beteiligt.

Jedoch muss erwähnt werden, dass oftmals nur ein Teil des Zuckers in den Lebensmitteln ersetzt wird. Eine Marmelade enthält schon allein durch die Früchte Kohlenhydrate. Wenn nun z. B. 30 % des zugesetzten Zuckers durch Steviolglykoside ersetzt werden, können trotzdem nach dem Verzehr von Marmelade Plaque bildende Prozesse einsetzen. Es darf also nicht angenommen werden, dass ein Produkt allein durch den Einsatz einer bestimmten Menge von Steviolglykosiden per se nicht kariogen ist.

#### **5.5 Sind Steviolglykoside für Diabetiker geeignet?**

Wie in Kapitel 2.2.4 erläutert wird, haben Steviolglykoside keinen Einfluss auf den menschlichen Kohlenhydratstoffwechsel. Es ist nach der Aufnahme von Steviolglykosiden keine messbare Ausschüttung von Insulin oder Glucagon feststellbar. (vgl. Huber, Maier (2009), S. 217)

Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Frage, ob Steviolglykoside einen kephalen Effekt auslösen können, der oftmals im Zusammenhang mit Süßstoffen diskutiert wird. Wenn der kephale Effekt nach dem Verzehr von Steviolglykosiden einsetzen würde, käme es zu einer Ausschüttung von Insulin, der Blutglukosespiegel stiege an und infolgedessen träte ein Hungergefühl auf.

Es wurde eine Untersuchung mit zwei Versuchsreihen durchgeführt, bei denen jeweils Tee, der mit 630 mg Steviosid (Reinheit 99 %) gesüßt wurde, zum Einsatz kam. Der Wert entspricht, laut ADI-Wert, etwa der täglich tolerablen Aufnahmemenge einer 60 kg schweren Person. Im ersten Versuchsteil wurde der Tee lediglich drei Minuten lang im Mund gespült.

Im zweiten Versuchsdurchlauf hingegen wurde er getrunken. Anhand des Vergleiches von Blutproben, die vor und nach den Versuchen genommen wurden, konnte der Insulinwert ermittelt werden. In beiden Versuchsteilen war bis 20 Minuten nach Beendigung weder ein signifikanter Anstieg des Blutzuckerwertes, noch eine Ausschüttung von Insulin festzustellen. Das Fazit, das aus dem Versuch gezogen werden kann, ist, dass für 99 % reines Steviosid ein kephaler Effekt auszuschließen ist. (Kienle (2011), S. 102)

## **5.6 Weitere mögliche Zusatznutzen**

Neben den bereits beschriebenen Eigenschaften werden darüber hinaus noch verschiedene Zusatznutzen der Stevia-Pflanze und der Steviolglykoside postuliert und beschrieben. Wenn sich diese bestätigen sollten, könnten in Zukunft Produkte aus der Pflanze zur Therapie unterschiedlichster Krankheiten entwickelt werden. Bisher wurden blutdrucksenkende, verdauungsfördernde, antidiabetische, wundheilende sowie entzündungs- und sogar krebshemmende Wirkungen diskutiert. Allerdings sind bisher noch keine Studien durchgeführt worden, deren Ergebnisse das wissenschaftlich eindeutig belegen könnten. Zumindest ist auf dem Gebiet in Zukunft noch viel Forschungspotential vorhanden. (vgl. Bechthold (2010), S. B31)

## **5.7 Die empfohlene Aufnahmemenge**

Für alle toxischen Substanzen, ausgenommen Karzinogene, gibt es einen Bereich, in dem noch keine negativen Effekte nachgewiesen werden können, bzw. auf Grund des heutigen Wissensstandes, keine negativen Auswirkungen zu erwarten sind. Schon der Arzt und Philosoph Paracelsus sagte: „Alle Dinge sind Gift und nichts ist ohne Gift, allein die Dosis macht, dass etwas kein Gift sei.“

### 5.7.1 Der ADI-Wert

Zuständig für die Festlegung eines ADI-Wertes sind internationale Expertengremien, z. B. die EFSA und der gemeinsame Sachverständigenausschuss für Lebensmittelsicherheit, von WHO und FAO.

Der ADI-Wert benennt die Aufnahmemenge eines Fremdstoffes in Lebensmitteln, die ein Mensch sein Leben lang täglich zu sich nehmen kann ohne gesundheitlichen Schaden zu nehmen. Man gibt den ADI-Wert in Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht an.

Eine entscheidende Bedeutung bei der Festlegung eines ADI-Werts haben in der Regel Fütterungsversuche, die mit Ratten und Mäusen durchgeführt werden. Die Tiere erhalten eine Diät mit verschiedenen Dosierungen des zu untersuchenden Stoffes, mit dem Ziel die höchste Dosierung in Erfahrung zu bringen, bei der noch keine gesundheitsrelevanten Wirkungen zu beobachten sind. Dieser ermittelte Wert nennt sich „No Effect Level“ (NEL). Nun wird dieser ermittelte Wert genommen und durch einen Sicherheitswert dividiert, der normalerweise 100 beträgt und so erhält man den ADI-Wert.

Wichtig ist zu erwähnen, dass der Sicherheitswert mehrere Unwägbarkeiten berücksichtigt. Zum einen die Übertragung des NEL-Wertes von den Versuchstieren auf den Menschen. Zum anderen müssen individuelle Unterschiede, sowohl bei den Versuchstieren, als auch bei den Menschen, bedacht werden. Des Weiteren müssen Wechselwirkungen verschiedener Zusatzstoffe, die häufig im Einzelnen noch unbekannt sind, einbezogen werden.

Es können bestimmte Umstände auftreten, in denen der Sicherheitsfaktor erhöht wird. Wenn eine Substanz ein natürlicher Bestandteil der menschlichen Nahrung ist, kann der Sicherheitsfaktor allerdings auch niedriger ausfallen.

Kommt es vor, dass man einen ADI-Wert gelegentlich überschreitet, so ist das zunächst einmal unbedenklich. Erst wenn man permanent und regelmäßig sehr viel mehr von einem Zusatzstoff aufnimmt, kann es zu gesundheitlichen Problemen kommen. Dennoch bewegen sich Menschen, die den ADI-Wert regelmäßig überschreiten, normalerweise immer noch in einer vorhandenen Sicherheitsspanne.



Überschreitet eine Person den ADI-Wert dauerhaft um das Doppelte, so existiert noch immer ein Sicherheitsfaktor von 50 anstelle von 100. (vgl. BMBF (2012) <http://www.biosicherheit.de/> Stand 20.09.2012)

### 5.7.2 ADI-Wert für Steviolglykoside

Die EFSA hat eine annehmbare tägliche Aufnahme (ADI) von 0 - 4 mg/kg Körpergewicht am Tag berechnet, festgelegt als Stevioläquivalent. Das bedeutet, Steviol gilt als Basiswert bei der Berechnung der Menge Steviolglykosid, die man zu sich nehmen darf.

### 5.7.3 Berechnung von Stevioläquivalent

Das Stevioläquivalent [SÄ] für ein Steviolglykosid wird mit folgender Formel errechnet:  $[SÄ] = UF \times [SG]$

[SÄ] = Konzentration des Stevioläquivalents, UF = Umrechnungsfaktor,

[SG] = Konzentration des entsprechenden Steviolglykosids

(vgl. Jaeck (2012), [www.internetchemie.info](http://www.internetchemie.info) Stand 28.08.2012)

Steviolglykosid (SG)	Molmasse	Umrechnungsfaktor UF
Steviosid	804,38 g/mol	0,395
Rebaudiosid A	966,43 g/mol	0,329
Rebaudiosid B	804,38 g/mol	0,395
Rebaudiosid C	950,44 g/mol	0,334
Rebaudiosid D	1128,48 g/mol	0,282
Rebaudiosid E	966,43 g/mol	0,329
Rebaudiosid F	936,42 g/mol	0,340
Steviolbiosid	642,33 g/mol	0,496
Dulcosid A	788,38 g/mol	0,400

**Tab. 4: Umrechnungstabelle Stevioläquivalent**

Quelle nach Geuns (2007), [www.eustas.org](http://www.eustas.org), S. 4

Beispiel: Eine Zubereitung enthält 100 mg/kg Rebaudiosid A (UF = 0,329)

$$[\text{SÄ}] = 100 \times 0,329 = 32,9 \text{ mg/kg}$$

Das bedeutet 100 mg Rebaudiosid A entsprechen 32,9 mg Stevioläquivalent.

#### 5.7.4 Einsatzhöchstmengen in Lebensmitteln

Die Verwendung von Steviolglykosiden ist nicht in allen Lebensmitteln gestattet. Die EFSA hat für Lebensmittel, in denen der Einsatz gestattet ist, individuelle Höchstmengen festgelegt, um sicherzustellen, dass der ADI-Wert nicht überschritten wird.

Ausgewählte Lebensmittel*	Höchstmenge Steviolglykosid (E 960)**
Kaugummi	3300
Kleinstsüßwaren (ohne Zuckerzusatz)	350
Frühstücksgetreidekost	330
Backwaren	330
Diätetische Lebensmittel	330
Kakao- und Schokoladenprodukte	270
Lebensmittel für eine gewichtskontrollierende Ernährung (gesamte Tagesdosis)	270
Speiseeis	200
Zubereitungen aus Obst- und Gemüse	200
Konfitüren (extra), Gelees (extra), Marmeladen	200
Fisch und Fleischprodukte	200
Aromatisierte fermentierte Milchprodukte	100
Frucht- und Gemüsenektare	100
Aromatisierte Getränke	80
Bier und Malzgetränke	70
Suppen und Brühen	40

\* die aufgeführten Lebensmittel entsprechen einer umgangssprachlichen Bezeichnung, nicht den gesetzlichen Begriffen

\*\* Angabe in mg/l bzw. mg/kg berechnet als Stevioläquivalent

#### Tab. 5 Verwendungshöchstmengen in ausgewählten Lebensmitteln

Erstellt nach: Quelle <http://eur-lex.europa.eu/> Stand 29.08.2012

Bei einem ADI-Wert von 0 – 4 mg/kg Körpergewicht bezogen auf Stevioläquivalent ergibt sich nach der Umrechnung ein Richtwert von ca. 10 mg/kg Körpergewicht an Steviolglykosiden. Das ist ein recht niedriger Wert. Im Vergleich dazu liegt der ADI-Wert von Aspartam bei 40 mg/kg Körpergewicht.

Aus diesen Berechnungen ergibt sich für eine 60 kg schwere Person eine täglich tolerable Aufnahmemenge von 240 mg Stevioläquivalent bzw. 600 mg Steviolglykosiden.

Trinkt diese Person aromatisierte Getränke, die die Höchstmenge von 80 mg/l Steviolglykoside (berechnet als Stevioläquivalent) enthalten, so wäre der ADI-Wert nach dem Konsum von drei Litern erreicht. Ein 20 kg schweres Kind hätte die täglich tolerable Aufnahmemenge bereits nach einem getrunkenen Liter des Getränks ausgeschöpft.

### **5.7.5 Ersetzbare Zuckermenge**

Bei einer täglich tolerablen Aufnahme von 4 mg/kg Körpergewicht Stevioläquivalent ergibt sich ein umgerechneter Wert von ca. 11 mg/kg Körpergewicht Steviolglykosid. Eine 80 kg schwere Person kann somit am Tag 320 mg Stevioläquivalent oder 880 mg Steviolglykosid aufnehmen. Geht man von einer 300-fachen Süßkraft im Vergleich zu Zucker aus, so ergibt sich daraus eine Menge von 264 g Zucker die am Tag durch Steviolglykosid ersetzt werden kann.

### **5.7.6 Bedenken bei Überschreitung des ADI-Wertes**

Es bestehen weiterhin Bedenken bezüglich der auf den Verbraucher zukommenden Aufnahmemenge von Steviolglykosiden. Zurzeit ist noch nicht abzusehen, welche Mengen die Konsumenten in Zukunft tatsächlich aufnehmen werden. Die EU-Kommission sieht insbesondere die getrunkene Menge von Softdrinks (mit Steviolglykosiden gesüßt) bei Kindern und Erwachsenen als kritisch an. Werden die Grenzen der ermittelten Werte ausgereizt, kann der ADI-Wert überschritten werden. Es sollen in Zukunft noch Befragungen von Herstellern und Verbrauchern durchgeführt werden, um die zugelassene Menge unter Umständen noch anzupassen.

Die EFSA hat geschätzte Werte ermittelt, die auf Daten aus Großbritannien beruhen. Demnach wird eine durchschnittliche Aufnahme von Steviolglykosiden (ermittelt als Stevioläquivalent) bei Kindern (1-14 Jahre) von 0,7 – 7,2 mg/kg Körpergewicht am Tag und bei Erwachsenen (älter als 18 Jahre) von 2,2 – 2,7 mg/kg Körpergewicht am Tag erwartet. Bei Kindern im 95. Perzentil liegt der vermutete Wert sogar zwischen 3,3 und 17,2 mg/kg Körpergewicht am Tag.

Bei den Erwachsenen liegt die geschätzte Aufnahme im 97,5. Perzentil zwischen 8,0 und 9,7 mg/kg Körpergewicht am Tag. (vgl. EFSA Journal (2010), [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu), S. 19 Stand 09.09.2012) Die ermittelten Ergebnisse deuten darauf hin, dass gerade die Aufnahme bei Kindern bedenklich ist. Der ADI-Wert könnte demnach schnell überschritten werden. Es ist geplant zunächst abzuwarten, in wie weit sich Steviolglykoside in der Lebensmittelindustrie und beim Verbraucher etablieren. Wenn neue Daten vorliegen, kann gegebenenfalls regulierend eingegriffen werden.

## **6. Fazit**

Diese Diplomarbeit hat sich mit dem Thema *Stevia rebaudiana* Bertoni und den aus ihr gewonnenen Steviolglykosiden beschäftigt. Das Ziel war es, die Einführung des neuen Süßstoffes kritisch zu beleuchten.

Im Anschluss an die Freigabe der Steviolglykoside sind seit Ende 2011 viele neue Produkte eingeführt worden und es hat den Anschein, dass in Zukunft immer mehr renommierte Unternehmen Steviolglykoside verwenden werden. In vielen Lebensmitteln/Getränken kann der Einsatz von Steviolglykosiden, ob als Ersatz für Zucker oder in Kombination mit anderen Süßstoffen eine sinnvolle und ratsame Alternative darstellen. Ob sich der Süßstoff auf Dauer durchsetzen wird, hängt in erster Linie von der Akzeptanz der Verbraucher ab. Die Lebensmittelhersteller sollten großen Wert darauf legen, dass die zurzeit herrschende positive Wahrnehmung weiterhin bestehen bleibt.

Unter diesem Gesichtspunkt kann man einige der aktuell verfügbaren Streusüß-Variationen als warnendes Beispiel betrachten. Wenn der Verbraucher davon ausgeht, eine kalorienfreie Alternative zum Zucker zu erwerben, die zudem recht teuer ist, und sich im Nachhinein herausstellt, dass nur geringe Mengen Steviolglykoside enthalten sind, so führt dies zur Verunsicherung des Konsumenten. Wie bereits im entsprechenden Kapitel angesprochen, sind einige Aussagen, seitens der Hersteller, ziemlich grenzwertig. Es stellt sich die Frage, inwieweit der Verbraucher so etwas dauerhaft toleriert.

Ein offener Umgang mit den Verwendungsmöglichkeiten, auch hinsichtlich des geringen ADI-Wertes, scheint angebracht. Leider ist es oftmals nicht vermeidbar, andere Süßstoffe oder Zucker zusätzlich zu verwenden. Hinsichtlich des ADI-Wertes kann es in Zukunft noch zu Anpassungen kommen. Der Einsatz der Steviolglykoside, besonders im Softdrinksegment, wird weiterhin genaueren Beobachtungen durch die Zulassungsbehörde unterstehen. Dennoch ist festzuhalten, dass die Nutzung im Rahmen der gesetzlich empfohlenen Verzehrmenngen für die Gesundheit des Verbrauchers völlig unbedenklich ist.

Kritisch zu hinterfragen ist die Marketingstrategie vieler Hersteller, die den Versuch unternehmen, die „Natürlichkeit“ als zentrale Werbebotschaft zu nutzen. Obwohl die Blätter der Ausgangsstoff bei der Produktion der Steviolglykoside sind, ist nach den verschiedenen chemischen Bearbeitungsprozessen, auch nach Ansicht der Verbraucherzentrale, jegliche Natürlichkeit im Endprodukt abhanden gekommen.

Zukünftig könnte die Nutzung der Pflanze in Europa für die Landwirtschaft eine interessante Alternative darstellen. Jedoch gilt es zunächst, seitens der EU, dafür einen gesetzlichen Rahmen zu schaffen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Stevia-Pflanze zahlreiche Facetten bietet und sicherlich ein großes Potential vorweisen kann. In wie weit das ausgeschöpft wird, kann nur die Zukunft zeigen.

## 7. Zusammenfassung

In der vorliegenden Diplomarbeit geht es um die Pflanze *Stevia rebaudiana* Bertoni und die in ihren Blättern gebildeten süß schmeckenden Komponenten, die Steviolglykoside. Mischungen dieses Stoffes enthalten als Hauptbestandteile Steviosid und /oder Rebaudiosid A, die seit Dezember 2011 in der europäischen Union als neuer Süßstoff freigegeben sind. Sie dürfen, in bestimmten Grenzen, in ausgewählten Lebensmitteln und Getränken eingesetzt sowie als Streusüße vertrieben werden. Einige neue Produkte und Produktvarianten sind bereits im Handel erschienen und werden in Zukunft noch folgen.

Die Diplomarbeit gibt einen Überblick über viele verschiedene Gesichtspunkte, die diese Thematik umfassen. Unter anderem geht es um die Pflanze und ihren Anbau sowie die Prozesse, die in ihr ablaufen, um die süßen Stoffe zu bilden. Die Steviolglykoside werden analysiert und die Produktionsschritte werden erläutert. Zudem wird die Wirkungsweise im menschlichen Körper nach der Aufnahme erklärt.

Es wird ein Überblick verschafft über die Zulassung durch die EFSA, deren Analyse möglicher Gefahren für den menschlichen Organismus und die daraus resultierende Festlegung einer täglich tolerablen Verzehrmenge. Darüber hinaus wird erklärt welche Vor- und Nachteile Steviolglykoside im Vergleich mit Zucker und herkömmlichen Süßstoffen aufweisen. Als Letztes wird ein kurzer Überblick über die momentane Marktlage gezeigt und einige bereits erhältliche Produkte werden vorgestellt.

## **Abstract**

The present diploma thesis is about the plant *Stevia rebaudiana* Bertoni and the sweet tasting compounds, the Steviolglycosides, which are formed in the leaves. The main components in mixtures are Stevioside and Rebaudioside A, which are released in the European Union as a new sweetener since December 2011. They can be used in selected foods and beverages within legal limits and distributed as powdered sweetener. Some new products and product variants are already on the market and some further will follow in future.

This diploma thesis gives an overview of many different points of view regarding this complex theme. Among other things it is about the plant and the cultivation as well as the processes to build these sweet substances. The Steviolglycosides will be analysed and production steps will be explained. Furthermore it will be explained what happens in the human body after the intake.

It gives a review about the authorization by the EFSA, their analytical work about possible dangers for the human organism and the resulting definition of an acceptable daily intake. Additionally, the pros and cons compared to sugar and traditional sweeteners are explained. In the end a short overview shows the current market situation and some already available products.

## **8. Eidesstattliche Erklärung:**

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Hamburg, 24.09.2012

Matthias Kriehn



## 9. Literaturverzeichnis

Aign, W., Elmadfa, I., Fritzsche, D., Muskat, E. (2012). Die große GU Nährwert Kalorien Tabelle. München: Gräfe und Unzer Verlag

Andechser Molkerei Scheitz. <http://www.andechser-natur.de/unternehmen/aktuelles/> Stand 31.08.2012

Baltes, W. (2007). Lebensmittelchemie, Heidelberg: Springer-Verlag

Baratti, D. (2004). Bertoni, Mosè Giacomo, Historisches Lexikon der Schweiz, <http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D41106.php> Stand: 25.07.2012

Bergmann, H. (2008). GU Pflanzenratgeber Kräuter für den Garten, München: Gräfe und Unzer Verlag

Bechthold, A. (2010). Neue Süßstoffe aus der Steviapflanze, „Ernährungslehre und -praxis, in: Ernährungsumschau 8/2010, S. B29-B32

Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberle, P. (2001). Lehrbuch der Lebensmittelchemie, Heidelberg: Springer Verlag

Berndt, C. (2011). Süddeutsche Zeitung GmbH, <http://www.sueddeutsche.de/leben/eu-kommission-laesst-stevia-zu-superzucker-der-nicht-dick-macht-1.1190349> Stand 25.08.2012

Biesalski, H. K., Bischoff S. C., Puchstein, C. (2010). Ernährungsmedizin, Stuttgart: Georg Thieme Verlag

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2012). <http://www.biosicherheit.de/lexikon/836.adi-wert.html> Stand 20.09.2012

BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2011). <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Standardartikel/Ernaehrung/SpezielleLebensmittelUndZusaetze/SteviaRebaudiana.html> Stand 28.08.2012

Brandle, J. E., Rosa, N. (1992). Heritability for yield, leaf:stem ratio and stevioside content estimated from a landrace cultivar of *Stevia rebaudiana*, in: Canadian Journal of Plant Science, S. 1263-1266

Brandle, J. (1998). Genetic control of rebaudioside A and C concentration in leaves of the sweet herb, *Stevia rebaudiana*, in: Canadian Journal of Plant Science, S. 85-92

Bundesverband der Verbraucherzentralen und Verbraucherverbände - Verbraucherzentrale Bundesverband e.V. (2012) (1). <http://www.lebensmittelklarheit.de/cps/rde/xchg/lebensmittelklarheit/hs.xsl/4548.htm> Stand 30.08.2012

(2) <http://www.lebensmittelklarheit.de/cps/rde/xchg/lebensmittelklarheit/hs.xsl/3699.htm> Stand 26.09.2012

Bundesverband Naturkost Naturwaren Herstellung und Handel e.V. (2012). <http://www.n-bnn.de/cms/website.php?id=/de/news/data6857.html&sid=6> Stand 15.08.2012

Das, K., Dang, R., Shivananda, T., Sekeroglu, N. (2007). Influence of bio-fertilizer on the biomass yield and nutrient content in *Stevia rebaudiana* Bert. grown in Indian subtropics, in: Journal of Medical Plants Research Vol. 1 S. 5-8

DGE (2007). Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., Stellungnahme der DGE zur Anwendung von „Guideline Daily Amounts“ (GDA) in der freiwilligen Kennzeichnung von Lebensmitteln, <http://www.dge.de/pdf/ws/DGE-Stellungnahme-GDA.pdf> Stand 04.09.2012

DGE-info (2012). Ernährungsumschau Spezial März 2012

Dünnebacke, T. (2012).

<http://www.lebensmittelpraxis.de/component/content/article/5540--die-win-win-situation.html?cpon=1> Stand 14.09.2012

EFSA Journal (2010). Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive, <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/1537.pdf> Stand: 09.09.2012

Eichhorn, F., Evert, R., Raven, P. (2005). Biologie der Pflanzen, Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG

ErnährungsUmschau Forschung & Praxis online (2012). <http://www.ernaehrungs-umschau.de/news/?id=5445> Stand 05.09.2012

European Food Safety Authority (EFSA) (2012). Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), <http://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/aspartame.htm> Stand 10.09.2012

Europäisches Parlament (1997). Verordnung (EG) Nr. 258/97, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997R0258:DE:HTML> Stand 28.08.2012

Gartendatenbank (2011). <http://www.gartendatenbank.de/wiki/stevia-rebaudiana> Stand 30.08.2012

Gentry, A. H. (1996). A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America, University of Chicago Press

Graubaum, H.J., Härtel, B., Schneider, B. (1993). Einfluß von Süßstoff-Lösungen auf die Insulinsekretion und den Blutglucosespiegel, Sonderdruck der Ernährungsumschau, Jahrgang 40, Heft 4, S. 152-156

Haribo GmbH und Co. KG (2012).

<http://www2.haribo.com/deDE/aktuelles/news/news/261/title/haribo-stevi-lakritz-die-innovation-im-lakritzsegment-ohne-zuckerzusatz-und-40-weniger-kalorien.html> Stand 14.09.2012

Heartland Food Products Group (2012).

<http://www.nevella.com/stevia/gr/temp/faqs.html> Stand 15.08.2012

Hoffmann, H., Mauch, W., Untze, W. (2002). Zucker und Zuckerwaren, Hamburg: Behr's Verlag GmbH & Co. KG

Huber, C., Maier, V. (2009). Stevia – Ein natürliches Süßungsmittel mit gesundheitlichem Zusatznutzen?, in: Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Band 5, Heft 2, Mai 2010, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 217-223

Jablonski-Momeni, A., Pieper, K. (2007). Die Bedeutung der Ernährung für die Zahngesundheit, Ernährungs Umschau Ausgabe 11/07, S. 663-667

Jaeck, A. (2012).

<http://www.internetchemie.info/chemiewiki/index.php?title=Steviol%C3%A4quivalente> Stand 28.08.2012

JECFA (2010). Steviol Glycosides, <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/monograph10/additive-442-m10.pdf> Stand 17.09.2012

Jesdinsky, G.(2011). <http://www.gartendatenbank.de/wiki/stevia-rebaudiana> Stand 30.08.2012

Kalfany Süße Werbung GmbH & Co. KG (2012).

[http://www.pulmoll.de/template\\_loader.php?tplpage\\_id=37](http://www.pulmoll.de/template_loader.php?tplpage_id=37) Stand 14.09.2012

Kasper, H. (2009). Ernährungsmedizin und Diätetik, München: Urban und Fischer Verlag

Kienle, U. (2011). Stevia rebaudiana – Der Zucker des 21. Jahrhunderts, Baunach: Spurbuchverlag

Knorr (2012). Unilever Deutschland GmbH,

<http://www.knorr.de/de/DE/Produktwelt/Produktdetails/KNORR-Tomaten-Ketchup-Stevia/3506c223-0c43-4f2f-a5ab-7dd31995a309> Stand 26.09.2012

Kren, V. (2001). Glycoscience Chemistry and Chemical Biology, (Hrsg.) Fraser-Reid, B., Tatsuto, K., Thiem, J., Heidelberg: Springer Verlag

Kroyer, G. (2010). Stevioside and Stevia-sweetener in food: application, stability and interaction with food ingredients, in: Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Band 5, Heft 2, Mai 2010, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 225-229

Langnäse, K., Mast, M., Müller M. (2001). Die Adipositasepidemie“ – Gesundheitsförderung und Prävention sind notwendige Schritte zu ihrer Eingrenzung. Ernährungs-Umschau 48, Heft 10, S. 398-402

Lankes, C., Noga, G., Pude, R. (2006). Universität Bonn,

[http://www.gartenbauwissenschaft.uni-bonn.de/arbeitsgruppen/pflanzen-und-produktqualitaet/ag-lankes-1/projekte/ertragsbildung-von-stevia-rebaudiana-unter-langtagbedingungen/copy\\_of\\_AnbauvonSteviarebaudiana.bmp/view?searchterm=Stevia](http://www.gartenbauwissenschaft.uni-bonn.de/arbeitsgruppen/pflanzen-und-produktqualitaet/ag-lankes-1/projekte/ertragsbildung-von-stevia-rebaudiana-unter-langtagbedingungen/copy_of_AnbauvonSteviarebaudiana.bmp/view?searchterm=Stevia) Stand 03.09.2012

Lankes, C., Pude, R. (2007). Fünfjährige Untersuchungen von Stevia rebaudiana, in: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften Band 19. Kiel: Schmidt und Klaunig Verlag, S. 50-51

Leonhardmair, Töpfer (2010). Pressemitteilung, Universität Hohenheim, [https://www.uni-hohenheim.de/pressemitteilung.html?&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=6767&cHash=bee04e1888](https://www.uni-hohenheim.de/pressemitteilung.html?&tx_ttnews%5Btt_news%5D=6767&cHash=bee04e1888) Stand 04.09.2012

Lieberei, R., Reissdorf, C. (2007). Nutzpflanzenkunde, Stuttgart: Thieme-Verlag

Maßfeller, R. (2012), <http://www.lebensmittelpraxis.de/sortiment/warenkunden/4836-stevia.html> Stand 28.09.2012

Meyer, H. (2007). Handbuch Süßungsmittel, (Hrsg. Nöhle, U., Hamburg: Behr's Verlag

Müller, D. (2010). Süßstoff Stevia – Lebensmittelriesen starten die Zucker-Revolution, Spiegel online Wirtschaft. <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/suessstoff-stevia-lebensmittelriesen-starten-die-zucker-revolution-a-687925.html> Stand 25.08.2012

Mund, H. (2010). Grußwort zur Tagung „Stevia“ – Ante Portas in: Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Band 5, Heft 2, Mai 2010, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 209-210

National Institutes of Health. (2008). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18554769> Stand 17.09.2012

Natreen (2012), Sara Lee Coffee & Tea Germany GmbH, (1) <http://www.natreen.de/natreen/produkte/natreen-stevia/zum-streuen.html#66>, (2) <http://www.natreen.de/natreen/produkte/natreen-stevia/tabletten.html#66> Stand 26.09.2012

Rosenplenter, K. (2007). Handbuch Süßungsmittel, (Hrsg.) Nöhle, U., Hamburg: Behr's Verlag

Röttig, B. (2012). Lebensmittel Praxis. <http://www.lebensmittelpraxis.de/sortiment/maerkte-und-trends/5156--herantasten.html> Stand 14.09.2012

Schmandke, H. (2004). Ernährungsumschau 51, Heft 11, S. 455-458

Schwartauer Werke GmbH & Co. KGaA (2012). <http://www.schwartauerwerke.de/de/produkte/brotaufstriche/wellness/> Stand 05.09.2012

SCF (Scientific Committee on Food) (1999). Opinion on Stevioside as a sweetener, [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out34\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out34_en.pdf) Stand 17.09.2012

Sengbusch, P. (2003). <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d20/20b.htm> Stand: 02.09.2012

Shevchenko, Y., Smetanska, I., Wendt, A. (2010). Stevia rebaudiana Bertoni – Überblick über die Forschung an einer verbotenen Pflanze und deren möglichen Einsatz, in: Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Band 5, Heft 2, Mai 2010, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 193-198

Shibata, H. (1991). Glucosylation of Steviol and Steviol-Glucosides in Extracts from *Stevia rebaudiana* Bertoni, in: Plant Physiologie Journal, S. 152-156

Stiftung Warentest (2011). <http://www.test.de/Suessungsmittel-Stevia-Stevia-offiziell-zugelassen-4286085-4286087/> Stand 31.08.2012

Süßstoff-Verband e. V. (2012) (1). <http://www.suessstoffverband.de/verwendung/tafelsuessen/> Stand 29.09.2012

Süßstoff-Verband e. V. (2012) (2). <http://www.suessstoffverband.de/suessstoffe/aspartam/> Stand 29.09.2012

The Coca Cola Company (2012). <http://www.coca-cola-gmbh.de/kontakt/faq.do?forward=inhaltsstoffe> Stand 14.09.2012

Toeller, M. (2005). Evidenz-basierte Ernährungsempfehlungen zur Behandlung und Prävention des Diabetes mellitus, in: Diabetes und Stoffwechsel, 14/2005, S. 75-94

Tombek, A. (2010). Update Süßstoffe – Neues über Nutzen und Risiken, in: Ernährung Umschau 4/10, S. 196-200

Verbraucherzentrale Wallin, H. (2004). 63rd JECFA Steviol Glycosides Chemical and Technical Assessment, [ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/cta/CTA\\_63\\_Steviol.pdf](ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/cta/CTA_63_Steviol.pdf) S. 1-2 Stand 21.08.2012

Wassink, M. (2012). Hamburger Abendblatt, Axel Springer AG, <http://www.abendblatt.de/hamburg/article2226774/Suessstoff-Stevia-Der-Siegeszug-des-neuen-Zuckers.html> Stand 22.09.2012

Wirtschaftliche Vereinigung Zucker e. V.. Verein der Zuckerindustrie e. V. (2012). <http://www.zuckerverbaende.de/zuckermarkt/zahlen-und-fakten/weltzuckermarkt/erzeugung-verbrauch.html> Stand 04.09.2012

Wollrab, A. (2009). Organische Chemie, Eine Einführung für Lehramts- und Nebenfachstudenten, Heidelberg: Springer Verlag

Zentis GmbH & Co. KG (2012). <http://www.zentis.de/cms/Markenwelt/Fruhestueckswelt/Produkt-Sortiment/Leichte-Fruerche> Stand 14.09.2012