



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT/ DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Die Bedeutung der Zichorie (*Cichorium sp.*)  
(Asteraceae) für die Humanernährung anhand  
ausgewählter Beispiele“

verfasst von / submitted by

Lena-Maria Daka

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfillment of the requirements for the degree of  
Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Wien, 2016 / Vienna, 2016

Studienkennzahl lt. Studienblatt/  
degree programme code:

A 190 477 445

Studienrichtung lt. Studienblatt/  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Lehramtsstudium  
UF Haushaltsökonomie und Ernährung  
UF Biologie und Umweltkunde

Betreut von/ Supervisor:

Ass.-Prof. Dr. Petra Rust



Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel „Die Bedeutung der Zichorie (*Cichorium sp.*) (Asteraceae) für die Humanernährung anhand ausgewählter Beispiele“ selbstständig verfasst und keine als die angegebenen Quellen benutzt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche gekennzeichnet. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Wien, am 07.02.2016

Daka, Lena-Maria



# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis .....	V
Tabellenverzeichnis.....	VII
1 Einleitung .....	1
2 Taxonomie und Botanik.....	2
2.1 Taxonomie.....	3
2.2 Botanik .....	4
2.2.1 Botanische Merkmale der Asteraceae (=Korbblütler).....	4
2.2.2 Botanische Merkmale der Gattung <i>Cichorium</i> .....	6
2.2.3 Botanische Merkmale ausgewählter Arten .....	7
3 Verbreitung der Gattung <i>Cichorium</i> und ihre historische Entwicklung.....	8
3.1 Über die Herkunft der Gattung <i>Cichorium</i> .....	8
3.2 Die historische Entwicklung .....	8
3.3 Heutige Verbreitung.....	9
4 Nutzung der Pflanze .....	11
4.1 Nutzung der Wurzel von <i>C. intybus var. sativum</i> .....	11
4.1.1 Gewinnung von Inulin für die Industrie .....	11
4.1.2 Verwendung als Kaffeesurrogat .....	11
4.2 Nutzung der Blätter von <i>C. intybus var. foliosum</i> und <i>C. endivia</i> .....	13
4.2.1 Verwendung als Heilpflanze.....	13
4.2.2 Verwendung als Gemüsepflanze.....	13
5 Inhaltsstoffe.....	18
5.1 Primäre Pflanzeninhaltsstoffe.....	18
5.1.1 Fett .....	18

5.1.2	Kohlenhydrate (KH).....	20
5.2	Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe.....	23
5.2.1	Sesquiterpenlaktone (SLe).....	23
5.2.2	Flavonoide .....	28
5.2.3	Vitamine .....	31
6	Produktion und marktwirtschaftliche Situation des Anbaus von <i>Cichorium sp.</i> .....	33
6.1	Produktion und Anbauggebiete .....	33
6.2	Preisentwicklung.....	35
7	Zusammenfassung.....	36
8	Literaturverzeichnis .....	37
9	Abbildungsnachweis .....	41
	Danksagung.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
	Lebenslauf.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
$\alpha$	alpha
$\beta$	Beta
et al.	et alii
C	Kohlenstoff
FS	Fettsäure
g	Gramm
GFS	gesättigte Fettsäuren
kcal	Kilokalorien
k.D.	keine Daten
KH	Kohlenhydrat
mg	Milligramm
MUFS	mehrfach ungesättigte Fettsäuren
$\mu\text{g}$	Mikrogramm
$\omega$	omega
SLe	Sesquiterpenlaktone
sp.	Spezies
u.a.	und andere
vergl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel





## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - <i>Cichorium sp.</i> am Wegrand .....	2
Abbildung 2 - Stammbaum der Gattung <i>Cichorium</i> .....	3
Abbildung 3 - Aufbau der Einzelblüten bei <i>Arnica montana</i> .....	5
Abbildung 4 - Blütenstand aus Zungenblüten von <i>Cichorium sp.</i> .....	6
Abbildung 5 - Verbreitung von <i>C. intybus</i> weltweit.....	9
Abbildung 6 - Verbreitung von <i>C. endivia</i> weltweit.....	10
Abbildung 7 - Verbreitung von <i>C. calvum</i> weltweit .....	10
Abbildung 8 - Chicorée.....	14
Abbildung 9 - Zuckerhut.....	14
Abbildung 10 - Chioggia und Treviso.....	15
Abbildung 11 - Escariol und Frisée.....	16
Abbildung 12 - Inulin.....	20
Abbildung 13 - Biosynthese von Sesquiterpenlaktonen.....	24
Abbildung 14 - Hauptgruppen der Sesquiterpenlaktone in <i>C. intybus</i> .....	24
Abbildung 15 - Die 3 häufigsten Sesquiterpenlaktone in <i>C. intybus</i> .....	25
Abbildung 16 - Untergruppen der Flavonoide .....	28
Abbildung 17 - Astragalin, Hyperosid und Luteolin 7-O-glucuronid als Beispiele für Flavonolglykoside. ....	29
Abbildung 18 - Chemische Struktur von Cyanidin-3-O-glucosid, Cyanidin-3-O-galactosid und Cyanidin-3-O-(6''-O-acetyl)-glucosid.....	29
Abbildung 19 - Produktion der Zichorienwurzel weltweit .....	34
Abbildung 20 - Produktion und Ertrag der Wurzel seit 1961 .....	34
Abbildung 21 - Preisentwicklung einer Tonne Zichorienwurzel.....	35



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Gegenüberstellung der Arten <i>C. intybus</i> , <i>C. endivia</i> und <i>C. calvum</i> .....	7
Tabelle 2- Ausgewählte Sorten der Radicchio-Gruppe ( <i>C. intybus</i> var. <i>foliosum</i> ).....	15
Tabelle 3 - Ausgewählte Sorten des Endiviensalates ( <i>C. endivia</i> ).....	16
Tabelle 4 - Ausgewählte primäre Pflanzeninhaltsstoffe in Kopfsalat, Endiviensalat, und Chicorée. ....	18
Tabelle 5 - Fettsäuren in Blättern von <i>C. intybus</i> .....	19
Tabelle 6 - Essentieller FS im Eisbergsalat und in Cichorée. ....	19
Tabelle 7 - Vitamingehalt in Chicorée, Endivie und einigen anderen ausgewählten Blattsalaten .....	32
Tabelle 8 - Top 5 Länder für die Produktion von Zichorienwurzel weltweit im Jahr 2013. ....	33
Tabelle 9 - Salatproduktion in Österreich .....	35



# 1 Einleitung

Spaziert man in den Sommermonaten auf Österreichs Straßen, wird der Blick immer wieder auf Pflanzen mit strahlend blauen Blüten gelenkt, die den Wegrand säumen (Fischer et al., 2008). Es handelt sich dabei um Wildformen der Gattung *Cichorium*. Deren Auftreten an Wegrändern begründet sowohl den deutschen Namen „Wegwarte“ als auch ihren Lateinischen (*kio* = *gehen*, *chorion* = *vom Feld*) (Hegi, 1987).

Doch auch wem diese Beschreibung nichts sagt, der hat zumindest etwas von „Chicorée“, „Radicchio“ und „Endivie“ gehört. Es sind Salate, die aus den wilden Arten *C. intybus* (Chicorée und Radicchio) und *C. endivia* (Endivie) gezüchtet wurden (Kiers, 2000).

Schon im alten Rom zählte *C. intybus* zu den beliebten Speisepflanzen. Durch ihre Kältetoleranz konnte sie bis in die Wintermonate hinein geerntet werden. Zudem war sie lange haltbar und gut zu konservieren (Kiers, 2000).

Neben der Verwendung als Nahrungsmittel galt *C. intybus* schon damals als wichtige Heilpflanze. Heute weiß man, dass ihre gesundheitsfördernde Wirkung vor allem auf Sesquiterpenlaktone, einige Flavonoide und Inulin zurückzuführen ist (Beer et al., 2014; Nair et al., 2010; u.a.). Der chemische Aufbau dieser Inhaltsstoffe, sowie deren Bedeutung für die Humanernährung werden in dieser Arbeit genauestens beleuchtet und mit Studien belegt.

Doch nicht nur die gesundheitliche Wirkung soll im Vordergrund stehen.

In den letzten 20 Jahren stieg die Produktion von *C. intybus* deutlich an (Faostat 2015).

Ein Effekt, der durch die zunehmende Verwendung der Pflanze in der Lebensmittelindustrie begründet werden kann. Inulin aus der Wurzel von *C. intybus* wird immer häufiger als Nahrungsergänzungsmittel in kalorienreduzierten Produkten verwendet oder als Stabilisator und Emulgator eingesetzt (Ternes, 2007; Franck, 2002). Diese Trends sowie die marktwirtschaftliche Situation der Gattung *Cichorium* werden am Ende der Arbeit erläutert.

## 2 Taxonomie und Botanik

Die Gattung *Cichorium* gehört zur Pflanzenfamilie der Asteraceae.

Der Gattungsname *Cichorium* leitet sich aus den griechischen Worten *kio* = *gehen* und *chorion* = *vom Feld* ab. Er bezieht sich, genauso wie der deutsche Name „Wegwarte“, auf das häufige Vorkommen der Pflanze an Weg- und Feldrändern (Hegi, 1987).

Alle Arten der Gattung *Cichorium* weisen eine für die Pflanzenfamilie typische Wuchsform auf.

Sie können ein- bis mehrjährig sein (Kiers, 2000) und bilden in letzterem Fall eine Speicherwurzel (=Rübe) aus.

Die Form der Blattspreite der Laubblätter reicht von ungeteilt über fiederschnittig bis fiederspaltig (Fischer, Oswald, & Adler, 2008). Bei der jungen Pflanze wachsen sie rosettenartig (=in Bodennähe mit gestauchter Sprossachse). Durch hohe Temperaturen kommt es zum sogenannten „schossen“. Dabei streckt sich die Sprossachse und bringt Blüten hervor (Unmann, 2006). Die Pflanze wird nun bis zu 120 cm hoch und ist sparrig verzweigt. Die Blüten sind in den meisten Fällen blau, selten auch weiß. Sie öffnen sich schon zeitig in der Früh und schließen sich um die Mittagszeit (Fischer et al., 2008).



Abbildung 1 - *Cichorium sp.* am Wegrand (Quelle: eigene Abbildung)

Bevor die morphologischen Merkmale der Pflanzenfamilie und der Gattung ausführlicher besprochen werden, soll nun ein Überblick über die Taxonomie gegeben werden.

## 2.1 Taxonomie

Die Gattung *Cichorium* gehört zur Pflanzenfamilie der Asteraceae (=Korbblütler). Diese ist eine der artenreichsten Familien im Pflanzenreich. Sie umfasst 12 Triben, welche sich den drei Unterfamilien Asteroideae, Carduoideae und Cichorioideae zuteilen lassen.

Zur Unterfamilie Cichorioideae gehören die Triben Arctotideae und Cichorieae (Kubitzky, 2007). Letztere ist auch unter dem Namen Lactuceae bekannt und umfasst rund 20 Gattungen, inklusive der Gattung *Cichorium* (Fischer et al., 2008).

Kiers (2000) untersuchte die Verwandtschaftsbeziehung der sechs wilden Arten innerhalb der Gattung *Cichorium* mittels chromosomaler DNA- und rDNA-Analyse.

Das Ergebnis wird in Abbildung 2 dargestellt.

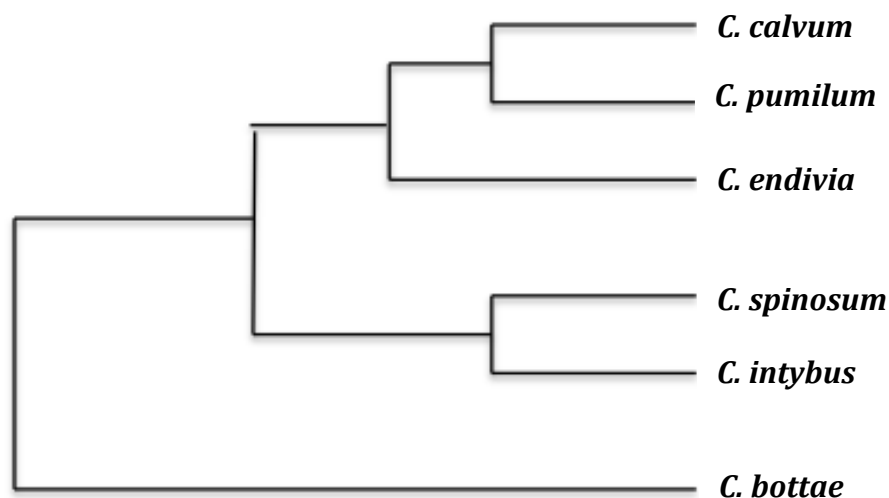


Abbildung 2 - Stammbaum der Gattung *Cichorium* erstellt nach (Kiers, 2000).

Der Stammbaum zeigt, dass *C. bottae* die Schwesternart zu allen anderen Arten ist. *C. spinosum* und *C. intybus* bilden eine Schwesterngruppe zu *C. calvum*, *C. pumilum* und *C. endivia*. Letztere Art ist dabei eine Schwesternart zu den beiden anderen, *C. calvum* und *C. pumilum*. Als Ergebnis der DNA-Analyse sind *C. intybus* und *C. spinosum* am nächsten miteinander verwandt (Kiers, 2000).

Innerhalb der Arten kann eine weitere systematische Unterteilung erfolgen.

Da sich der Anbau in Europa nahezu ausschließlich auf *C. intybus* und *C. endivia* beschränkt, werden im Folgenden nur die Varietäten dieser zwei Arten erläutert.

Sorten von *C. intybus* var. *sativum* liefern die „Zichorienwurzel“, einen wichtigen Rohstoff für die Herstellung von Kaffee-Surrogat (S. 11). *C. intybus* var. *foliosum* dient der Kultivierung von Blattsalaten (S. 13).

*C. endivia* lässt sich in die Varietäten *var. latifolium*, *var. crispum* und *var. endivia* gliedern (Kiers, 2000).

Die Sorten innerhalb dieser Varietäten werden im Kapitel 4.2. beschrieben.

## **2.2 Botanik**

Im Folgenden sollen nun die morphologischen Merkmale der Asteraceae behandelt werden. Danach wird die Gattung *Cichorium* genauer beschrieben. Zum Schluss werden die botanischen Unterschiede innerhalb der drei häufigsten Arten *C. intybus*, *C. endivia* und *C. calvum* erläutert.

### **2.2.1 Botanische Merkmale der Asteraceae (=Korbblütler)**

#### **Allgemeiner Aufbau**

Die Pflanzen der Familie der Asteraceae weisen eine krautige Wuchsform auf.

Bei den Laubblättern kann zwischen Grundblättern (=Blätter am Stängelgrund) und Stängelblättern (=Blätter oberhalb des Stängelgrundes) unterschieden werden. Innerhalb der Asteraceae sind die Grundblätter oft in einer Rosette angeordnet. Die Sprossachse ist dabei stark gestaucht, sodass die Laubblätter eng zusammen liegen (Fischer et al., 2008).

Typisch für die Unterfamilie der Cichorioideae ist das Führen von Milchsaft. Bei Arten der Unterfamilie der Asteroideae fehlt er (Hess, Landolt, & Hirzel, 1972).

#### **Die Infloreszenz (=Blütenstand)**

Die Infloreszenz ist aus morphologischer Sicht ein Teil der Sprossachse, welche mit Blüten abschließt. Sie kann innerhalb der Asteraceae als Köpfchen oder als Korb ausgebildet sein. Die Rhachis (=Blütenstandsboden) ist in beiden Fällen gestaucht, als Korb jedoch scheibenförmig vergrößert und eventuell aufgewölbt (Fischer et al., 2008).



Sie wird in diesem Fall von Involukralblättern umgeben. Diese können unbehaart, behaart und ein- oder mehrreihig angeordnet sein.

Mehrere Einzelblüten bilden eine Scheinblüte, die auch als Pseudanthium bezeichnet wird. Es verhält sich als bestäubungsbiologische Einheit und wird von Blütenbesuchern als eine einzelne Blüte wahrgenommen (Fischer et al., 2008).

### Die Einzelblüten

Es treten innerhalb der Pflanzenfamilie Asteraceae zwei unterschiedliche Formen von Einzelblüten auf, Röhrenblüten und Zungenblüten. Die Kronblätter der Röhrenblüten sind radiärsymmetrisch verwachsen. Zungenblüten haben eine zygomorphe Blütensymmetrie (Bohm & Stuessy, 2001).

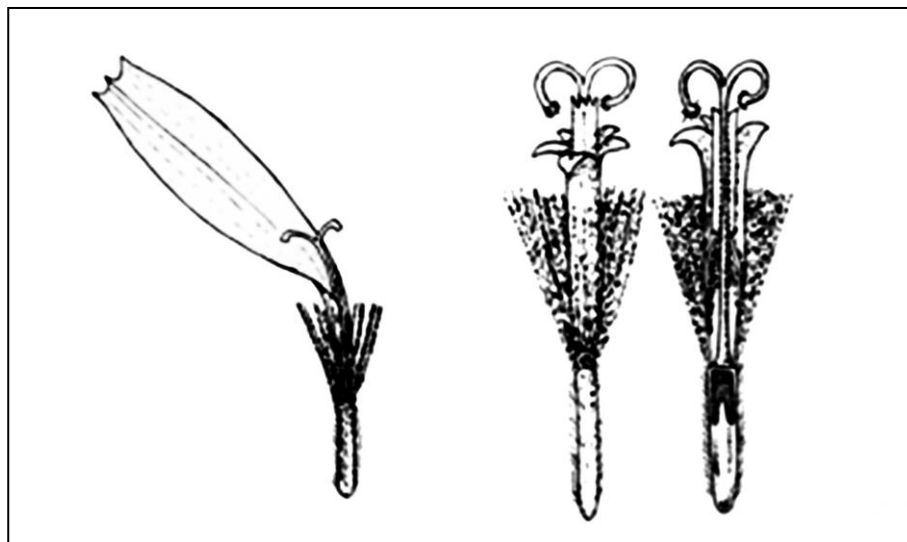


Abbildung 3 - Aufbau der Einzelblüten bei *Arnica montana*, links eine Zungenblüte, rechts Röhrenblüten von außen und im Querschnitt (Bresinsky, Körner, Kadereit, Neuhaus, & Sonnewald, 2008).

Die Kelchblätter sind zu einem sogenannten Pappus umgewandelt. Dieser ist mit der Frucht der Blüte verbunden. Ist er als Haarkranz ausgebildet, dient er vor allem der Windausbreitung. Er kann aber auch schuppig geformt sein oder vollständig fehlen.

Die typischen Früchte sind Nüsse. Sie werden aus einem unterständigen Gynoeceum, mit einer Samenanlage, gebildet (Fischer et al., 2008).

### Verbreitung der Asteraceae

Die Pflanzen der Familie Asteraceae sind auf allen Kontinenten der Erde, mit Ausnahme der Antarktis, zu finden (Boenigk & Wodniok, 2014). Durch morphologische

Anpassungen, wie Speicherblätter, reduzierte Blätter, Pfahlwurzeln und ähnliches können sie in allen Klimaregionen der Erde auftreten (Pfadenhauer & Klötzli, 2014).

### 2.2.2 Botanische Merkmale der Gattung *Cichorium*

#### Allgemeiner Aufbau

Die allgemeine Wuchsform entspricht dem Bauplan der Asteraceae (S. 4).

Alle Arten der Gattung *Cichorium* sind krautig. Nach dem Schossen (S. 2) kann die Pflanze zwischen 30cm und 120 cm hoch werden. Die meist gezähnten Laubblätter sitzen dann alternierend auf der Sprossachse.

Da die Tribus der *Cichorieae* zur Unterfamilie der Cichorioideae gehört, ist Milchsaft vorhanden (Fischer et al., 2008).

Bei mehrjährigen Pflanzen, ist eine Speicherwurzel ausgebildet. Sie zeigt im Querschnitt eine braune Korkschicht mit darunterliegender, hellerer Rindenschicht. Im Inneren sind das gelbliche Xylem und der zentrale Markteil zu finden. Das Reservekohlenhydrat Inulin wird in Milchsaftschläuchen geführt. Diese ziehen sich durch den gesamten Wurzelkörper (Freudl, 1949).

#### Die Infloreszenz

Die Infloreszenz ist ein Korb. Er wird von Involukralblättern umgeben, welche in zwei Reihen angeordnet sind. Die äußere wird dabei von fünf kurzen und abstehenden Hüllblättern gebildet, die innere Reihe von acht Blättern.

Die Anzahl der Einzelblüten reicht von fünf bis 20. Ein wichtiges Bestimmungsmerkmal stellt das ausschließliche Vorhandensein von Zungenblüten dar (Fischer et al., 2008).



Abbildung 4 - Blütenstand aus Zungenblüten von *Cichorium* sp. (Quelle: eigene Abbildung)

## Die Einzelblüte

Die Zungenblüten haben eine relativ kurze und sehr enge Röhre. Die Zunge wird von fünf verwachsenen Kronblättern gebildet. Die Farbe der Einzelblüten ist meist hellblau, kann in einzelnen Fällen aber auch weiß sein.

Eine Besonderheit ist das Fehlen eines Haarpappus. Im Falle der Gattung *Cichorium* sind die Kelchblätter zu kleinen Schuppen umgeformt oder fehlen vollständig (Fischer et al., 2008).

## Verbreitung der Gattung *Cichorium*

Die Arten der Gattung *Cichorium* sind in Europa, Nord-Afrika, auf der Arabischen Halbinsel so wie in West- und Zentralasien zu finden (Kiers, 2000). Im folgenden Kapitel wird genauer auf die Verbreitung und die geschichtliche Entwicklung der Gattung *Cichorium* eingegangen.

### 2.2.3 Botanische Merkmale ausgewählter Arten

Die Unterscheidung auf Artniveau erfolgt hauptsächlich anhand der Größe der Einzelblüten, der Früchte und der Pappusschuppen.

Es sollen nun die drei in Österreich am häufigsten vorkommenden Arten *C. intybus*, *C. endivia* und *C. calvum* einander gegenübergestellt werden.

**Tabelle 1 - Gegenüberstellung der Arten *C. intybus*, *C. endivia* und *C. calvum*. Tabelle erstellt nach (Fischer et al., 2008) LB = Laubblätter, PS = Pappusschuppen**

<i>C. intybus</i>	<i>C. endivia</i>	<i>C. calvum</i>
<b>Allgemeiner Aufbau:</b>		
Mehrjährig	Einjährig	Einjährig
Pflanzenhöhe 30-120 cm	Pflanzenhöhe 30 – 60 (120cm)	Pflanzenhöhe 30 – 60 cm
LB unterseitig behaart	LB unbehaart	LB unbehaart
<b>Der Blütenstand:</b>		
Körbe 3-5 cm	Körbe 2 cm	2-3 cm
<b>Die Einzelblüte:</b>		
Früchte 2-3 mm	Früchte 2-3,5 mm	Früchte 1,5 – 2 mm
PS 02,-0,3 mm	PS 0,4 – 0,8 mm	PS fehlen oder nur 0,1 mm
<b>Verbreitung:</b>		
In allen Bundesländern Österreichs vertreten. Wächst sowohl in der collinen als auch in der montanen Stufe.	Hauptsächlich Vorkommen als Kulturpflanze. Die wilde Pflanze ist nur sehr selten in Wien, Oberösterreich, Steiermark, Vorarlberg zu finden.	Verwildert nur selten zu finden (in den Bundesländern Burgenland, Wien, Niederösterreich, Steiermark und ev. Kärnten. Auftreten in der collinen Stufe.

## 3 Verbreitung der Gattung *Cichorium* und ihre historische Entwicklung

### 3.1 Über die Herkunft der Gattung *Cichorium*

Man nimmt an, dass sowohl *C. intybus* als auch *C. endivia* ihren Ursprung im Mittelmeerraum haben (Vagile, 1992).

Theophrastus (373-285 v. Chr.) erwähnt in seinen Schriften, dass romanische Völker die Pflanzen schon im Altertum kultiviert haben.

Auch Plinius (79-23 v. Chr.) und Horatius (65-8 v. Chr.) beschreiben die Gattung *Cichorium* und deren Anbau in weiten Teilen Italiens.

Aufgrund der hohen Kältetoleranz wird die Pflanze nicht nur im mediterranen Raum, sondern auch in den Alpen, bis etwa 2000 m angebaut. Die ältesten archäologischen Funde stammen aus der Schweiz. Sie lassen sich bis in die Bronzezeit zurückdatieren (Hegi, 1987).

Ein weiteres Ursprungsland könnte Ägypten sein. Man nimmt an, dass hier vor allem *C. intybus* kultiviert und als Heilmittel verwendet wurde. Diese Annahme kann jedoch nicht durch archäologische Funde gestützt werden (Körber-Grohne, 1994).

### 3.2 Die historische Entwicklung

Horatius (65-8 v. Chr.) verwendet erstmals den Gattungsnamen *Cichorium*. Doch schon vor ihm war die Pflanze unter ähnlichen Bezeichnungen wie „kichória“ oder „kichóreia“ bekannt (Hegi, 1987).

Carl von Linné fügt zum Gattungsnamen den Artnamen hinzu. Er unterscheidet in seinem Buch „Species Plantarum“ drei Arten: *C. intybus*, *C. endivia* und *C. spinosum* (Linné, 1764).

Im deutschen Sprachraum erscheint die Pflanze in den Schriften der Hildegard v. Bingen (1098 – 1179 n. Chr.) als „Sunnenvirbel“. Doch auch unter dem Namen „Wegwarte“ ist sie in zahlreichen Büchern zu finden. Im Kräuterbuch von Joachim Camerarius (1586) werden die „Gartenwegwart“ und die „Feldwegwart“ illustriert. Es ist dies der eindeutige Hinweis darauf, dass zu dieser Zeit bereits eine Kultivierung stattgefunden haben muss. Dabei stand vor allem die züchterische Verbesserung der Blätter im

Vordergrund. Diese sollten dünner, weniger bitter und ganzrandig sein (Körber-Grohne, 1994).

Ab dem 18. Jahrhundert führt die gezielte Züchtung zu einer Vergrößerung der Wurzel. Die so entstandene Wurzelzichorie wird bis heute unter anderem als Kaffeeersatz verwendet (S. 11).

Die Morphologie der Wurzelzichorie zeigt, dass aus der ihr in weiterer Folge der Chicorée entstand. Den Ursprung dieses Salates vermutet man in Brüssel, um das Jahr 1830 (Körber-Grohne, 1994).

### 3.3 Heutige Verbreitung

Die Gattung *Cichorium* ist heute in ganz Europa zu finden sowie im nördlichen Afrika und in Zentral- und West-Asien.

Wie bereits in Tabelle 1 (S. 7) beschrieben wird, sind die Verbreitungsgebiete der einzelnen *Cichorium* Arten sowohl innerhalb Österreichs als auch weltweit sehr verschieden.

*C. intybus* ist dabei die am weitesten verbreitete Art. Sie ist im gesamten Mittelmeerraum zu finden. Ihre Verbreitung reicht bis in die südlichen Teile von Schweden und Finnland. Blickt man in den Osten findet man die Pflanze im südlichen Russland sowie in Teilen Chinas (Bräutigam. & Meusel, 1992).

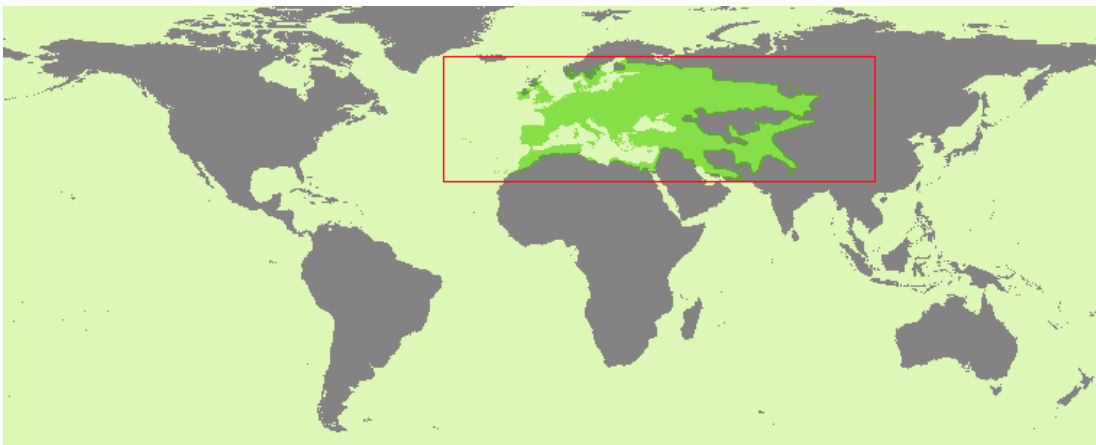


Abbildung 5 - Verbreitung von *C. intybus* weltweit [1]

Das natürliche Vorkommen von *C. endivia* beschränkt sich vor allem auf Süd-Frankreich, Süd-Italien, Kroatien, Griechenland und einen kleinen nördlichen Abschnitt von Afrika. Hier ist die Pflanze in Marokko und Algerien, Libyen und Ägypten zu finden. Auf dem

asiatischen Kontinent kommt *C. endivia* im Irak und Iran, sowie in Saudi Arabien und Pakistan vor.

Besonders charakteristisch für diese Art ist das Vorkommen von zahlreichen Individuen an einem einzigen Standort (Körper-Grohne, 1994).



Abbildung 6 - Verbreitung von *C. endivia* weltweit [2]

Bei *C. calvum* handelt es sich um eine sehr seltene Art. Sie kommt fast ausschließlich in Pakistan, Afghanistan und Äthiopien vor.

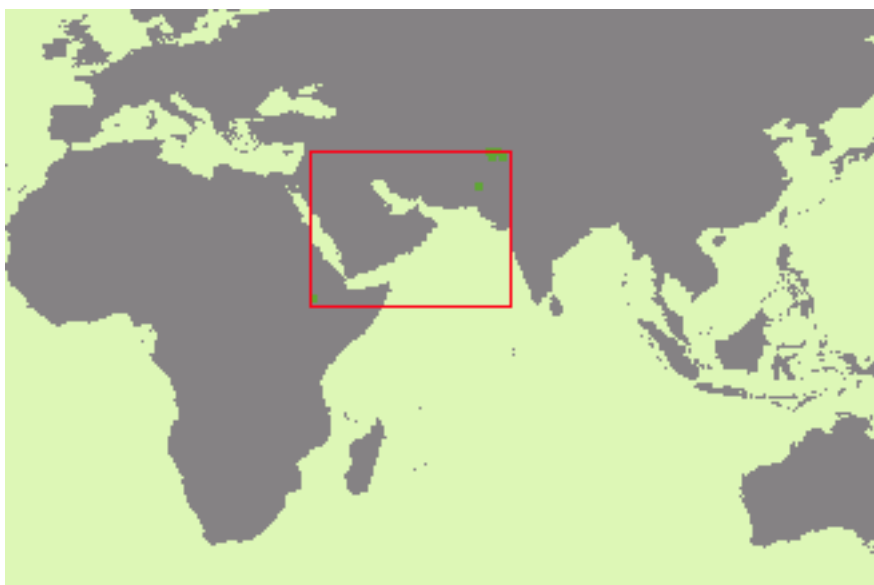


Abbildung 7 - Verbreitung von *C. calvum* weltweit. [3]

## 4 Nutzung der Pflanze

Welche Pflanzenteile der Gattung *Cichorium* genutzt werden ist in erster Linie von Art und Varietät abhängig.

*C. intybus var. sativum* wird zur Wurzelgewinnung angebaut (S. 4). Die Rübe wurde früher hauptsächlich als Kaffeeersatz verwendet. Heute ist sie Rohstoff für die Gewinnung von Inulin, das in der Nahrungsmittelindustrie Verwendung findet.

Für die Nutzung der Blätter werden *C. intybus var. foliosum* sowie alle Varietäten von *C. endivia* herangezogen. In der Antike sowie im Mittelalter waren sie häufig als Heilpflanzen im Gebrauch. Heute liegt der Schwerpunkt ihrer Verwendung bei der Salatgewinnung.

### 4.1 Nutzung der Wurzel von *C. intybus var. sativum*

#### 4.1.1 Gewinnung von Inulin für die Industrie

Auf Seite 2 wurde bereits erwähnt, dass die Wurzel von *C. intybus* der Speicherung von Nährstoffen dient. Als Reservekohlenhydrat dient Inulin, welches bis zu 17,62% des Gewichtes der frischen Wurzel ausmachen kann (Ploese, 1940).

Es setzt sich aus mehreren Fructoseeinheiten zusammen (S. 20). Die Kettenlänge ist für die Art der Verwendung von Bedeutung. Kurzkettiges Inulin wird zur Produktion von Fructose-Sirup eingesetzt und ist somit speziell für Diabetiker und Diabetikerinnen als Zuckeraustauschstoff wichtig (Ternes, 2007). Langkettiges Inulin kann als Fettersatzstoff sowie als Stabilisator gebraucht werden (Ternes, 2007).

#### 4.1.2 Verwendung als Kaffeesurrogat

Die Nutzung der Wurzelzichorie als Kaffeeersatz wurde erstmals von J.D.Timme im Jahr 1756 beschrieben (Schmid, 1938).

Zu dieser Zeit war bereits bekannt, dass die Röstung der Rübe zu einem kaffeeähnlichen Geschmack führt und so der teure Bohnenkaffee gestreckt werden kann (Franke, 1907). Eine wichtige Bedeutung erlangte die Wurzel für die Kaffeeerzeugung jedoch erst, als es im Zuge des ersten Weltkrieges zu einer Lebensmittelsperre durch England kam. Im Deutschen Reich und später auch in Österreich kam es zu starken Engpässen von Kaffee, Tee und Kakao. Neben Malz und Weizen wurde immer häufiger *C. intybus* als Kaffeeersatz verwendet (Kuttenkeuler, 1917).

Purer Zichorienkaffee ist heute nur noch sehr schwer zu finden. Allerdings werden im Internet zahlreiche Mischgetränke mit Zichorienwurzeln verkauft. Auch große Konzerne wie Nestlé führen einen Instantkaffee namens „Rikoré“. Es handelt sich dabei um eine Mischung aus Zichorie und Kaffeebohnen (<https://www.ricore.be/ricore/>).

„Lindes Kornkaffee“ enthält 17,4% Zichorie, sowie Gerste, Roggen und Malz. Er wird ebenfalls von Nestlé produziert (<http://www.nestle-marktplatz.de/view/Produkte/LINDES-Kornkaffee-4005500086208>).

### **Produktion von Zichorienkaffee**

Für die Produktion des Kaffeepulvers wird die Wurzel nach der Ernte gewaschen und geschnitten. Anschließend wird sie in der Sonne oder in einem Trockenschrank getrocknet. Letzteres Vorgehen bedingt zwar einen weniger ausgeprägten Geschmack, ist dafür aber deutlich effizienter und ökonomischer. Nachdem der Wurzel das Wasser entzogen wurde, wird sie nun für 30 Minuten geröstet. Durch die Zugabe von Ölen oder Butter kann sowohl die Farbe als auch das Aroma verbessert werden. Verantwortlich für den kaffeeähnlichen Geschmack ist das Kohlenhydrat Inulin, welches durch Erhitzen karamellisiert.

Zuletzt werden die Wurzelstücke pulverisiert und können dann, wie echter Kaffee, aufgegossen werden (Pal Bais & Ravishankar, 2001).



## **4.2 Nutzung der Blätter von *C. intybus* var. *foliosum* und *C. endivia***

Sowohl *C. intybus* als auch *C. endivia* sind beliebte Salatpflanzen. Aus ihren Blättern werden sowohl kalte als auch warme Speisen bereitet.

Zudem werden die Blätter von *C. intybus* schon seit der Antike als Heilmittel verwendet.

### **4.2.1 Verwendung als Heilpflanze**

Wie bereits auf Seite 8 erwähnt, fanden die Blätter von *C. intybus* bereits im alten Ägypten als Heilpflanze Verwendung. Sie sollte den Magen stärken, Augenkrankheiten lindern und galt als universelles Gegengift (Körber-Grohne, 1994).

Im antiken Rom bis hin zum Mittelalter wurden die Blätter und deren Extrakt zur Linderung von Beschwerden eingesetzt. Blut, Milz, Leber und Nieren könnten damit gereinigt werden. Die Pflanze galt außerdem als appetitanregend, fiebersenkend und half bei Kopfschmerzen und Hämorrhoiden (Kiers, 2000).

Auch aktuelle Studien befassen sich mit der präventiven oder heilenden Wirkung von *C. intybus*. Es wurden Anthocyane gefunden, die als Antioxidantien in der Krankheitsvorbeugung bedeutend sein können (S. 30) (Mulabagal, Wang, Ngouajio, & Nair, 2009). Außerdem weisen die enthaltenen Bitterstoffe auf eine blutzuckersenkende (Kilger, 1967) sowie eine verdauungsfördernde (Hohmann, 2009) Wirkung hin (siehe S.26).

### **4.2.2 Verwendung als Gemüsepflanze**

Innerhalb der Gattung *Cichorium* werden vor allem die Blätter von *C. intybus* und *C. endivia* als Gemüse genutzt. Sie können sowohl roh als auch gekocht gegessen werden.

Aufgrund der hohen Widerstandsfähigkeit gegenüber kalter Witterung sind beide Arten beliebte Wintersalate. Sie werden erst im November oder Dezember geerntet und sind in kalten, dunklen Räumen sehr gut lagerbar (Körber-Grohne, 1994).

Die drei bekanntesten Sortengruppen von *C. intybus* sind Chicorée, Zuckerhut und Radicchio. Innerhalb von *C. endivia* können Escariol, Frisée und Endivie unterschieden werden (Kiers, 2000).

## **Verschiedene Sortengruppen bei *C. intybus* und *C. endivia***

Bei *C. intybus* können drei Sorten-Gruppen für die Blattnutzung unterschieden werden.

**Der Chicorée** wird auch Treibzichorie genannt (Kiers, 2000). Dieser Name bezieht sich auf die Besonderheiten im Anbau der Pflanze. Nachdem der Kopf auf dem Feld bist zu

7cm groß geworden ist, wird die Pflanze vorsichtig mit der Wurzel ausgegraben. Es werden entweder nur die äußeren Blätter der Rosette entfernt (Lieberei & Reisdorff, 2012), oder sie werden einige Zentimeter oberhalb der Rübe gänzlich abgeschnitten (Serena & Suanjak, 2014). Im Anschluss daran wird die Pflanze im Dunklen gelagert. Über den Winter entsteht eine neue 15-20cm lange und bis zu 5cm dicke, dichte Rosette. Ihre Blätter sind durch den Lichtausschluss zart und ausgebleichen.

Die älteste Sorte ist „Witloof“. Das Treiben erfolgt hier noch traditionell in sandbedeckten Gefäßen. Jüngere Sorten wie „Dura“ und „Tardivo“ werden in dunklen Räumen auf Regalen gelagert (Serena & Suanjak, 2014).



Abbildung 8 - Chicorée [4]

**Der Zuckerhut** hat trotz seines Namens einen bitteren Geschmack. Weniger irreführend sind die ebenfalls bekannten Bezeichnungen „Fleischkraut“ oder „Herbstzichorie“ (Unmann, 2006).

Die grünen Blätter wachsen in einer lockeren Rosette, die dem Chinakohl sehr ähnlich sieht (Kiers, 2000). Positiv sind der geringe Milchsafffluss und die gute Lagerfähigkeit, negativ der häufige Befall durch Blattläuse.

Von den vier wichtigsten Sorten eignen sich „Jupiter“ und „Virtus“ gut für den Frühhanbau, während „Costa“ und „Uranus“ erst im Herbst angebaut werden (Unmann, 2006).



Abbildung 9 - Zuckerhut [5]

Unter dem **Radicchio** versteht man im Allgemeinen alle rot bis violetten Sorten. Es lassen sich 6 Typen unterscheiden. Der runde, feste „Radicchio di Chioggia“ und der längliche Typ „Radicchio di Treviso“ werden im deutschsprachigen Raum am häufigsten gepflanzt. Die besten Erträge werden im Herbstanbau erzielt (Unmann, 2006).



Abbildung 10 - Chioggia und Treviso (Unmann, 2006)

In der folgenden Tabelle sind ausgewählte Sorten aufgelistet, die durch die Züchtung von Chioggia und Treviso entstanden sind. Sie unterscheiden sich vor allem in ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber Kälte und werden in entsprechenden Gebieten angebaut.

Tabelle 2- Ausgewählte Sorten der Radicchio-Gruppe (*C. intybus var. foliosum*) modifiziert nach (Unmann, 2006)

Typ	Sorte	Pflanzung	Beschreibung
Chioggia	Indigo	April bis Juli	schossfeste Ganzjahressorte
	Caspio	Juni bis Juli	im Frühhanbau leichtes schossen
	Leonardo	(Mai), Juni bis Juli	große Sorte, bildet viel grünes Umblatt, weshalb die einzelnen Pflanzen mehr Abstand brauchen. Gute Frosttoleranz und beste Lagerfähigkeit
Treviso	Fiero	Juni bis Juli	Nur im Herbstanbau ist er schossfest.

Innerhalb der Art *C. endivia* können nach Kiers (2000) ebenfalls drei Sorten-Gruppen unterschieden werden.

**Der Escariol** zeichnet sich durch ganzrandige Blätter mit breiter Blattrippe aus. Sorten dieser Gruppe wurden aus *C. endivia* var. *latifolium* gezüchtet.

Im Gegensatz zum Escariol weist die Sorte **Frisée** gekrauste bis stark geschlitzte Blätter auf (Unmann, 2006).



Abbildung 11 - Escariol und Frisée (Unmann, 2006)

Tabelle 3 listet die wichtigsten Sorten dieser beiden Sortengruppen auf. Im Gegensatz zu Salaten von *C. intybus* kann *C. endivia* auch sehr gut im Sommer angebaut werden.

Tabelle 3 - Ausgewählte Sorten des Endiviensalates (*C. endivia*) modifiziert nach (Unmann, 2006)

Typ	Sorte	Pflanzung	Beschreibung
<u>Escariol:</u> Ganzrandige Blätter mit breiten Rippen	Kethel	Anfang März	
	Seance	ganzjährig	gute Hitzetoleranz
	Trivoli	k.D.	flache, helle etwas krause Sorte
<u>Frisée:</u> Gekrauste bis stark geschlitzte Blätter	Frisela	ganzjährig	fein gekraust
	Jolie	k.D.	gute Hitze- und Kältetoleranz; mittel gekraust
	Zidane	k.D.	Etwas empfindlicher; sehr fein geschlitzt

Sowohl Escariol als auch Frisée eignen sich hervorragend für Fertigsalate, da die Schnittstellen nur sehr langsam braun werden. Um die Blätter zarter zu machen und den

Gelbanteil zu erhöhen wird vor der Ernte häufig eine Bleichhaube eingesetzt (Unmann, 2006).

Die **Endivien-Gruppe** wird heute nur noch sehr selten aus *C. endivia* var. *endivia* kultiviert. Die deutsche Bezeichnung „Schnittendivie“ weist auf den Gebrauch als Schnittsalat hin. Die Blätter stehen locker und können mehrmals abgeschnitten werden (Lieberei, Reisdorff, & Franke, 2007).

## 5 Inhaltsstoffe

Zu den bedeutendsten Inhaltsstoffen zählen Inulin und Sesquiterpenlaktone.

In der Vergangenheit hatte vor allem Inulin wegen seines kaffeeähnlichen Geschmackes große Bedeutung (S. 11). Heute wird dieses Reservekohlenhydrat vermehrt in der Nahrungsmittelindustrie eingesetzt (S. 11, 20).

Sesquiterpenlaktone sorgen für den bekannten, bitteren Geschmack der Zichorien-Salate. Zudem stehen sie mit vielen gesundheitsfördernde Effekten in Verbindung.

In diesem Kapitel wird der chemische Aufbau wichtiger Inhaltsstoffe erklärt. Es wird deren Vorkommen in der Pflanze beschrieben und auf die Bedeutung für die Humanernährung eingegangen.

### 5.1 Primäre Pflanzeninhaltsstoffe

Primäre Pflanzeninhaltsstoffe sind Hauptbestandteile aller Pflanzen und an deren Stoffwechsel beteiligt. Zu den primären Pflanzeninhaltsstoffen zählen Kohlenhydrate, inklusive Ballaststoffe, Fette und Proteine. Dem Menschen dienen sie in der Regel als Nährstoffe (Watzl & Leitzmann, 2005).

In Tabelle 4 werden die primären Pflanzeninhaltsstoffe von Salaten der Gattung *Lactuca* und *Cichorium* gegenübergestellt. Dafür werden nur die Blätter der Pflanzen herangezogen. In den weiteren Kapiteln werden ähnliche Vergleiche angestellt um eine mögliche positive Wirkung der *Cichorium*-Salate hervorzuheben.

Tabelle 4 - Ausgewählte primäre Pflanzeninhaltsstoffe in Kopfsalat, Endivien-salat, und Chicorée erstellt nach (Souci et al., 2004)

Nährstoff (pro 100g)	Kopfsalat	Endivie	Chicorée
Wasser (g)	94,3	94,2	94,1
EW (g)	1,2	1,8	1,2
Fett (g)	0,2	0,2	0,2
KH (g)	1,1	1,2	2,4
Energie (kcal)	11,5	13,9	16,7

#### 5.1.1 Fett

Mit einem Fettgehalt von 0,2% gehören Salate der Gattung *Cichorium* zu den fettarmen Lebensmitteln (Souci et al., 2004). Morales et al. (2012) beschreibt höhere

Gesamtfettwerte (vergl. Tabelle 5). Die Blätter von *C. intybus* enthalten einen hohen Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (MUFS). Sowohl die Ratio MUFS/GFS (gesättigte Fettsäuren) als auch der Gehalt an  $\omega$ 3-Fettsäuren sind herausragend. Tabelle 5 verdeutlicht diese Werte in Zahlen (Morales et al., 2012).

**Tabelle 5 - Fettsäuren in Blättern von *C. intybus* erstellt nach (Morales et al., 2012)**

Gesamtfett	0,92 g/100 g
<b>Fettsäure</b>	<b>Gehalt in % des Gesamtfettgehaltes</b>
Palmitinsäure (C16:0)	10,41
Linolsäure (C18:2 n-6)	21,14
$\alpha$ -Linolensäure (C18:3 n-3)	60,45
Gesättigte FS total (GFS)	15,96
Einfach-ungesättigte FS total (EUFS)	1,95
Mehrfach ungesättigte FS total (MUFS)	82,09
MUFS/GFS	5,14
n-6/n-3	0,35

Auch der Vergleich zwischen dem gebräuchlichen Eisbergsalat und Chicorée zeigt, dass letzterer deutlich mehr  $\alpha$ -Linolensäure enthält (vergl. Tabelle 6).

**Tabelle 6 - Essentielle FS in Eisbergsalat und in Chicorée. Erstellt nach (Galli & Simopoulos, 1988)**

	<b>C18:2 n-6 (%FS)</b>	<b>18:3 n-3 (%FS)</b>
Eisbergsalat	41,6	26,6
Chicorée	18,2	54,7

### **Bedeutung für die Humanernährung**

Einfach und mehrfach ungesättigte Fettsäuren haben eine positive Wirkung auf die Blutfettwerte. Insbesondere dann, wenn sie als Ersatz für gesättigte Fettsäuren aufgenommen werden. Sie sorgen für eine Reduktion des Gesamtcholesterins und des LDL-Cholesterins. Auf diese Weise wird das Arteriosklerose- und Herzinfarkttrisiko verringert.  $\Omega$ 3-Fettsäuren haben eine entzündungshemmende Wirkung und fördern die Endothelfunktion. Bereits 1,3 g Linolensäure pro Woche reicht aus, um die Gefahr von

koronaren Herzkrankheiten und Schlaganfällen zu minimieren (Rosenkranz, Schneider, & Erdmann, 2006). Bezieht man sich auf die Werte von Morales (2012) entspricht diese Menge einer Aufnahme von 234 g der Pflanze.

### 5.1.2 Kohlenhydrate (KH)

Sowohl Endiviensalat (1,2g/100g) als auch Chicorée (2,4g/100g) (vergl. Tabelle 4) enthalten eine vernachlässigbare Menge an KH im Bezug auf die gesamte Nährstoffzufuhr eines Menschen.

Eine wichtigere Rolle spielt jedoch das Reservekohlenhydrat Inulin (vergl. S. 11). Es handelt sich dabei um ein komplexes Kohlenhydrat, dass von den menschlichen Verdauungsenzymen nicht gespalten und resorbiert werden kann. Man spricht somit von einem Ballaststoff (Ternes et al., 2007).

#### Inulin

Die Inulingewinnung stellt einen der Hauptgründe für den Anbau von *C. intybus* dar (vergl. S. 11). Aus diesem Grund soll nun der chemische Aufbau des Kohlenhydrats, sowie dessen Verwendung in der Humanernährung genauer beleuchtet werden.

#### Chemischer Aufbau:

Inulin gehört zu den Fructanen. Diese bestehen im Allgemeinen aus einem Glucosemolekül, welches durch eine  $\alpha$  (1-2)-Bindung mit einer Fructosekette verbunden ist (Nair et al., 2010).

Diese Kette wird durch eine variierende Anzahl von Fructoseeinheiten mittels  $\beta$  (1-2)-Bindung gebildet. Bei vielen Pflanzen handelt es sich dabei um verzweigte Strukturen. Inulin der Gattung *C. intybus* weist jedoch nur lineare Ketten auf (Ebermann & Elmadfa, 2011).

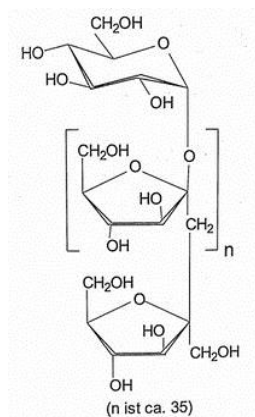


Abbildung 12 - Inulin  
(Ternes et al., 2007)



Die Kette besteht, je nach Sorte und Klima, aus zwei bis 50 Fructoseeinheiten (Ternes et al., 2007). J. van Arkel und seine Mitarbeiter (2010) konnten zudem einen Zusammenhang zwischen der Kettenlänge und dem Erntezeitpunkt feststellen. Ein bis fünf Monate nach der Aussaat konnten sie eine mittlere Polymerisationslänge von ca. 14 Fructoseeinheiten messen. Darauf folgte eine zweimonatige Phase mit kurzkettigem Inulin. Im Anschluss daran wurde ein Abfall der Inulinkonzentration beobachtet. Dieser wurde durch die Aufeinanderfolge von einigen kalten Nächten eingeleitet. Inulin bestand in dieser Zeit aus mittellangen Polymeren (Van Arkel et al., 2012).

Die unterschiedlichen Kettenlängen spielen eine wesentliche Rolle für den Verwendungszweck (vergl. S. 11).

### **Bedeutung für die Humanernährung**

Inulin ist grundsätzlich geschmacksneutral und farblos (Franck, 2002). Zusammen mit seinem Quellvermögen und seinen Eigenschaften als Ballaststoff wird es so zu einem beliebten Nahrungsergänzungsmittel.

#### Verwendung als Ballaststoff

Inulin zählt zu den löslichen Ballaststoffen. Die  $\beta(1-2)$ -Bindungen können von den menschlichen Verdauungsenzymen nicht gespalten werden. Dadurch kann Inulin unverdaut bis in den Dickdarm gelangen. Dort wird es von Darmbakterien in kurzkettige Fettsäuren umgebaut (Nilsson et al., 1988 & Roberfroid, 1999).

Sowohl *in vivo* als auch *in vitro* führt die Aufnahme von Inulin zu einem Anstieg der Bifidusbakterien im Dickdarm (Nair et al., 2010). Diese wiederum hemmen den Stoffwechsel schädlicher Darmbakterien und senken den pH-Wert des Dickdarms (Gibson et al., 1995).

Durch die feine, gelartige Textur und den neutralen Geschmack eignet sich Inulin daher besonders gut für die Ergänzung von Ballaststoffen in Joghurt und anderen Milchprodukten (Niness, 1999).

#### Verwendung für kalorienreduzierte Lebensmittel

Inulin weist ein hohes Wasserbindungsvermögen auf. Bei Kontakt mit flüssigen Stoffen bildet sich eine weiße, gelartige Struktur. Durch den Einsatz in Eis, Dressings, Konfekt aber auch in Backwaren und Streichfett kann Inulin so bis zu 100% des enthaltenen

Fettes ersetzen und trotzdem die gewünschte cremige Konsistenz erhalten (Franck, 2002).

Die Verwendung von Inulin in zuckerreduzierten Lebensmitteln ist heute ebenfalls gebräuchlich. Das Mundgefühl kann deutlich verbessert bzw. aufrechterhalten werden, was bei anderen Zuckeraustauschstoffen nicht der Fall ist (Ternes, 2007).

Da Inulin nur im Dickdarm durch Darmbakterien abgebaut wird, kann der menschliche Körper lediglich 1,5kcal/g Inulin gewinnen. Im Vergleich zu Kohlenhydraten (4kcal/g) und Fett (9kcal/g) ist so eine signifikante Kalorienreduktion möglich (Wouters, 1998).

#### Verwendung für Diabetiker/innen – Nahrung

Inulin wird zur Herstellung von Fructose-Sirup herangezogen und kann so andere Süßungsmittel ersetzen.

Da es einen glykämischen Index von null hat, ist es so besonders gut für Diabetiker/innen-Nahrung einsetzbar (Bach Knudsen & Hessov, 1995). Ein weiterer positiver Effekt besteht darin, dass Inulin nicht kariogen ist (Ternes, 2007).

#### Verbesserung der Calcium-Aufnahme

Durch die kurzkettigen Fettsäuren, welche durch den Abbau von Inulin im Dickdarm entstehen, wird die Aufnahme von Calcium deutlich verbessert. Dies ist auf die osmotische Wirkung der Fettsäuren zurückzuführen. Bei deren Aufnahme in die Darmwand werden gleichzeitig Calcium-Ionen absorbiert, während Wasserstoff-Ionen ins Darmlumen abgegeben werden (Eisenbrand, 2006).

#### Reduktion der Blutfette

An Ratten und Hamstern konnte eine signifikante Reduktion der Triglycerid- und VLDL-Werte, nach Inulingabe, gezeigt werden (Nair et al., 2010). Der tatsächliche Effekt von Inulin auf die Blutfettwerte des Menschen ist dennoch umstritten, da in Humanstudien keine vergleichbaren Ergebnisse erzielt werden konnten. Es ist anzunehmen, dass eine Senkung des Triglycerid-Wertes erst nach einer höheren Dosis von Inulin zu erwarten ist. Diese großen Mengen können jedoch nicht vom Menschen aufgenommen werden, da ab einer Aufnahme von ca. 30g/Tag starker Durchfall auftritt (Kaur & Gupta, 2002).

## 5.2 Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe

Unter sekundären Pflanzeninhaltsstoffen versteht man chemische Verbindungen, die für den Stoffwechsel der Pflanze nicht essentiell sind. Sie spielen jedoch als Abwehrstoffe und Wachstumsregulatoren eine wichtige Rolle (Leitzmann et al., 2003).

Bitterstoffe und toxische Substanzen halten Fressfeinde ab. Andere Verbindungen schützen die Pflanze vor UV-Strahlungen (Baltes & Matissek, 2001).

Für den Menschen sind sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe von Bedeutung, da sie häufig pharmakologisch wirksam sind (Leitzmann et al., 2003).

Im folgenden Kapitel soll nun auf die bedeutendsten Bitterstoffe eingegangen werden. Im Anschluss daran wird das Vorkommen von Flavonoiden und Vitaminen besprochen.

### 5.2.1 Sesquiterpenlaktone (SLe)

SLe sind für den bitteren Geschmack in *Cichorium*-Salaten verantwortlich. Es besteht die Annahme, dass sie appetitanregend und verdauungsfördernd wirken (Kisiel & Zielinska, 2001) und in der Krebstherapie eingesetzt werden können (Fitzpatrick, 2004).

In diesem Abschnitt soll zuerst auf den chemischen Aufbau und die Unterteilung der SLe eingegangen werden. Im Anschluss wird das Vorkommen dieser Bitterstoffe in der Pflanze beschrieben. Danach soll deren Bedeutung für die Humanernährung erläutert werden.

#### Chemischer Aufbau

SLe sind Sesquiterpene, welche zusätzlich ein Laktone als funktionelle Gruppe aufweisen. Sesquiterpene bestehen aus 15 C-Atomen, die sich aus drei Isopren-Einheiten zusammensetzen. Durch oxydative Veränderungen am Germacatrien (=Vorstufe) können zwei verschiedene SLe entstehen (Abb. 13). Sie unterscheiden sich durch die Stelle des Laktone ringes, welcher entweder an Position 6 oder 8 sitzen kann (Hänsel & Sticher, 2013).

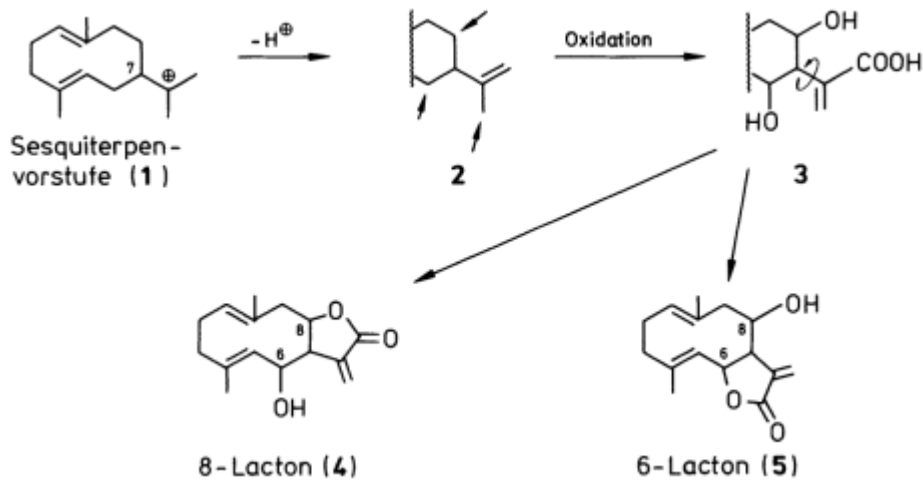


Abbildung 13 - Biosynthese von Sesquiterpenlaktonen (Hänsel & Sticher, 2013).

Je nach Oxidation und Glykosylierung der Sesquiterpen-Vorstufe können unterschiedliche Gruppen von SLe unterschieden werden. In *C. intybus* sind Guaianolide, Eudesmanolide und Germacranolide zu finden (Abb. 14) (de Kraker et al., 1999).

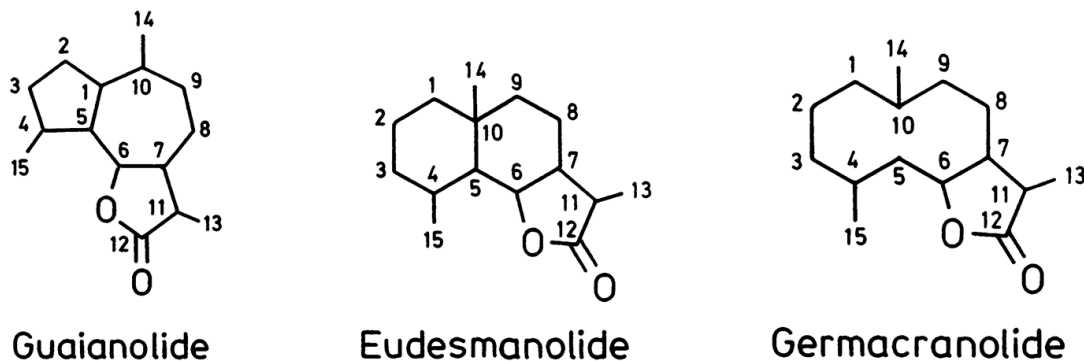


Abbildung 14 - Hauptgruppen der Sesquiterpenlaktone in *C. intybus* (modifiziert nach Hänsel & Sticher, 2013)

Guaianolide haben einen 5er- und einen 6er-Ring, an welchem auf Position 6 der Laktonring sitzt. Eudesmanolide weisen zwei geschlossene 6er-Ringe auf. Auch hier ist das Lakton am sechsten C-Atom des zweiten Ringes zu lokalisieren. Germacranolide haben im Unterschied zu Eudesmanoliden einen 10er-Ring, an welchem das Lakton gebunden ist (Hänsel & Sticher, 2013).

Die drei häufigsten Vertreter von SLE in *C. intybus* gehören zur Gruppe der Guaianolide. Es handelt sich dabei um 8-deoxylactucin, Lactucopicrin (=Lactupicrin) und Lactucin.

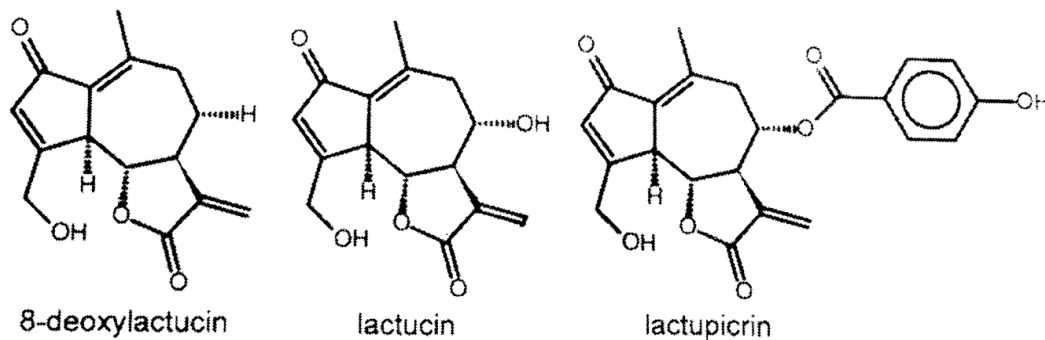


Abbildung 15 - Die 3 häufigsten Sesquiterpenlaktone in *C. intybus*. (de Kraker et al., 1999)

Aus der Gruppe der Eudesmanolide konnte Sonchusid B und Cichoriolid A isoliert werden.

Sonchusid A und Cichoriosid B sind Vertreter der Germacranolide (Seto et al., 1988).

### Vorkommen in der Pflanze

Das quantitative Vorkommen von SLE wird von mehreren Faktoren beeinflusst.

Diese wurden von Foster et al. (2006) auf folgende Weise zusammengefasst.

- genetische Faktoren: Ob eine Pflanze einen hohen Gehalt an Bitterstoffen hat ist genetisch vorprogrammiert.
- Umweltfaktoren: Stress beeinflusst die Produktion von sekundären Pflanzenstoffen. Nährstoffmangel führt zu einer erhöhten Produktion von SLE. Klimabedingter Stress hat keinen Einfluss.
- Reifegrad und Morphologie: Je älter eine Pflanze ist, umso bitterer schmeckt sie.

Poli et al. (2002) stellten ebenfalls eine Veränderung der SL-Konzentration im Hinblick auf die Wachstumsphasen der Pflanze fest.

In ihrer Studie wurde der Gehalt an Bitterstoffen während des Jahresverlaufs gemessen. Untersucht wurde dabei die Radicchiosorte „Rosso di Chioggia“.

In der Wurzel wurde die höchste Konzentration vor und nach der Blütezeit gemessen (ca. 800µg/g Frischgewicht).

Die inneren Blätter enthielten am wenigsten Bitterstoffe. Zum Zeitpunkt der Ernte (vor dem Schossen und vor der Blüte) hatten sie mit 140µg/g Frischgewicht die höchste Konzentration erreicht.

Ein etwas höherer Gehalt von 200µg/g Frischgewicht konnte in den äußeren Blättern gemessen werden. Dieser Wert wurde von den Wachstumsphasen nicht beeinflusst.

### **Bedeutung für die Humanernährung und pharmakologische Wirkung von *C. intybus***

SLe habend zahlreiche positive Effekte wenn sie vom Menschen aufgenommen werden. Dazu zählt eine appetitanregende und verdauungsfördernde Wirkung (Beer et al., 2014). Aber auch die Senkung des Blutzuckerspiegels konnte beobachtet werden.

Neben der ernährungsphysiologischen Bedeutung soll im Folgenden aber auch kurz auf den medizinischen Wert der Bitterstoffe eingegangen werden. Denn häufig werden SLe auch wegen ihrer antimikrobiellen und antitumoralen Wirkung eingesetzt.

#### Appetitanregende und verdauungsfördernde Wirkung

Die Bitterstoffe von *Cichorium* führen zu einer vermehrten Speichelsekretion als reflektorische Reaktion der Rezeptoren auf der Zunge (Beer et al., 2014). Dies führt auf der einen Seite zu einer besseren Spaltung von Stärke. Auf der anderen Seite wird die Nahrung eingeweicht und verflüssigt. Diese Wirkung ist z.B. bei Patienten mit Chemotherapie von Bedeutung. Genauso wie bei älteren Menschen, die häufig unter geringem Speichelfluss leiden (Hohmann, 2009).

Des Weiteren wird die Magensaftproduktion angeregt und die Sekretion von Galle und Pankreas gesteigert (Beer et al., 2014).

#### Senkung des Blutzuckerspiegels

Kilger (1967) untersuchte die blutzuckersenkende Wirkung von *C. intybus* var. *foliosum* an Kaninchen. Er verfütterte erst die Frischdroge und ermittelte dann die wirkungsvollsten Inhaltsstoffe. Kilger kam zu dem Ergebnis, dass die Bitterstoffe Lactucin und Lactucopicrin zu einer besonders starken und dauerhaften Senkung des Blutzuckerspiegels führten. Er wies jedoch auch darauf hin, dass eine bedeutende Wirkung nur bei stark konzentrierten Injektionen zu beobachten war oder bei einer dauerhaften Fütterung bis zur Sättigung. Aus diesem Grund empfehle sich *C. intybus*

nicht als Therapeutikum. Die Pflanze sei als zusätzliche diätetische Maßnahme jedoch zielführend.

#### Entzündungshemmende und anti-tumorale Wirkung

Cavin et al. (2005) untersuchten die entzündungshemmende Wirkung von *C. intybus* an menschlichen Dickdarmzellen. Die Reduktion von Dickdarm-Karzinomen durch SLe wurde bereits zuvor beschrieben (Marnett & Dubois, 2002). Ihre Wirkungsweise ist auf eine Hemmung der Cyclooxygenase-2-Aktivität zurückzuführen. Diese vermindert wiederum die Bildung von Prostaglandinen, welche die Apoptose hemmen und die Mitose von Krebszellen fördern (Fitzpatrick, 2004).

Außerdem reagieren pathogene Zellen nach einer Behandlung mit SLe sensibler auf weitere Medikamente (Chadwick et al., 2013).

Prostaglandine sind gleichzeitig auch für Entzündungsreaktionen im menschlichen Körper verantwortlich (Fitzpatrick, 2004).

Durch die Behandlung von Krebszellen mit Wurzelextrakt als auch mit Extrakten einzelner SLe konnten Cavin et al. (2005) belegen, dass vor allem 8-deoxylactucin eine entzündungshemmende Wirkung aufweist.

Der antiinflammatorische Effekt von SLe dient aber nicht nur der Behandlung von Krebszellen. Er kann ebenso in der Therapie von Migräne (Palevitch et al., 1997) und Arthritis (Knuesel et al., 2002) eingesetzt werden.

#### Antimikrobielle Wirkung

Einige Studien konnten eine antimikrobielle Wirkung von *C. intybus* nachweisen. So zeigt die Untersuchung von Sharma et al., (2014) eine Reduktion des Bakteriums *Streptococcus mutans*. Es ist einer der Hauptauslöser für Karies.

Petrovic et al., (2004) vermuten die antimikrobielle Wirkung im antioxidativen Effekt der Pflanze.

## 5.2.2 Flavonoide

Flavonoide bilden eine sehr heterogene Gruppe phenolischer Verbindungen. Sie fehlen in keiner höheren Pflanze (Hänsel & Sticher, 2007). In der Gattung *Cichorium* kommen Flavone und Anthocyanidine, vor. Diese sekundären Pflanzenstoffe weisen eine antioxidative Wirkung auf, haben eine Schutzfunktion auf Leberzellen und können in der Krebsprävention eingesetzt werden (Mulabagal et al., 2009; Nallamilli et al., 2013; Gilbert & Liu, 2010; u.a.).

Im Folgenden soll zuerst der chemische Aufbau der Flavonoide erklärt werden. Anschließend werden einige Flavone und Anthocyanidine beschrieben, die in der Gattung *Cichorium* zu finden sind. Zum Schluss wird auf die Bedeutung für den Menschen eingegangen.

### Chemischer Aufbau

Der Grundkörper der Flavonoide besteht aus zwei aromatischen Ringen. Diese sind über eine C<sub>3</sub>-Brücke miteinander verbunden. Die Art der C<sub>3</sub>-Kette beeinflusst die chemischen Eigenschaften der Flavonoide und bildet die Grundlage ihrer Einteilung in Chalkone. Flavanone, Flavone, Dihydroflavonole, Flavonole, Flavan-3-ole, Flavan-3,4-diole und Anthocyanidine (Abb. 16) (Hänsel & Sticher, 2007).

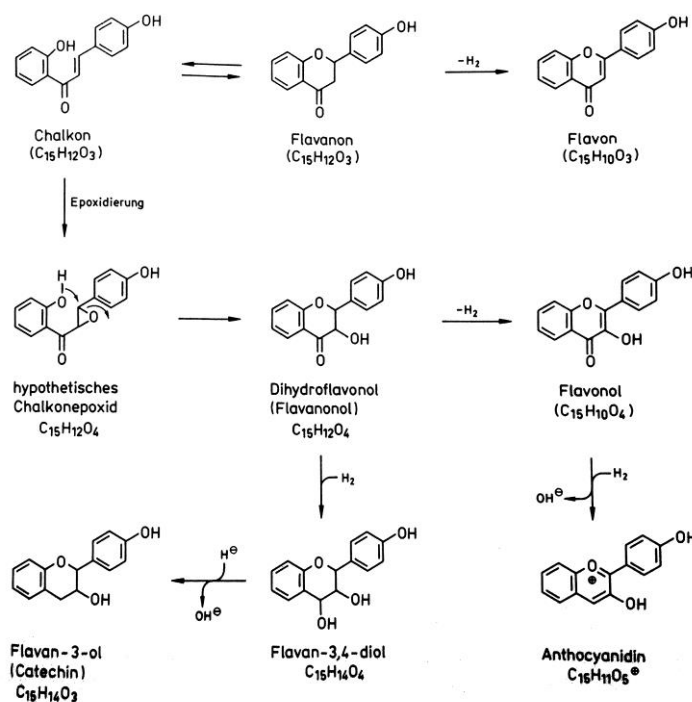


Abbildung 16 - Untergruppen der Flavonoide (Steinegger & Hänsel, 1992)



## Flavone

Die meisten Flavone in *C. intybus* kommen als Glykoside vor. Dabei können eine oder auch mehrere OH-Gruppen mit einem Glykosid verbunden sein. Man spricht in diesen Fällen von Flavonolglykosiden (Hänsel & Sticher, 2007).

In *C. intybus* sind die Flavonolglykoside Kaempferol 3-O-glucosid (=Astragalin) (siehe Abb. 17), Kaempferol 3-O-glucuronid (kein Trivialname), Quercetin 3-O-galactosid (=Hyperosid) (siehe Abb. 17), Quercetin 3-O-glucuronid (=Miquelianin), Isorhamnetin 3-O-glucuronid (kein Trivialname) und Luteolin 7-O-glucuronid (kein Trivialname) (siehe Abb. 17) zu finden (Bohm & Stuessy, 2001; Reese & Harborne, 1984;).

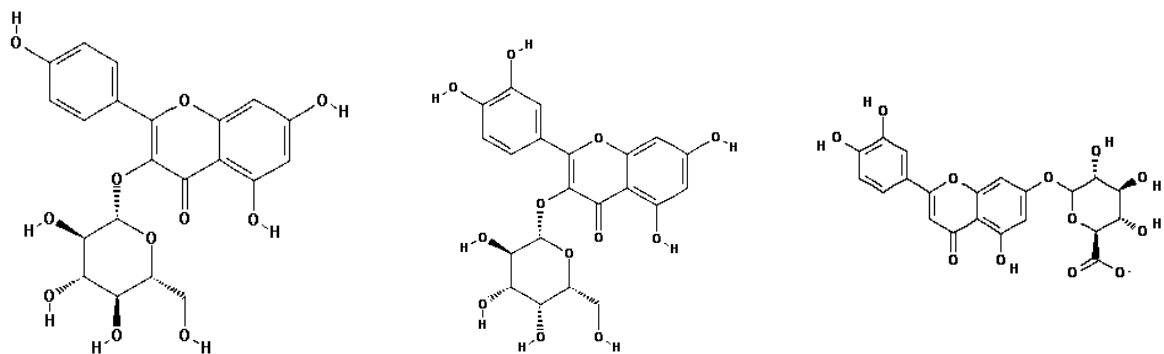


Abbildung 17 – Astragalin (links), Hyperosid (Mitte) und Luteolin 7-O-glucuronid (rechts) als Beispiele für Flavonolglykoside. [6]

## Anthocyanidine

Anthocyanidine (siehe Abbildung 16) bilden den Grundkörper für Anthocyanine. Dabei handelt es sich um jene Farbstoffe, die für die violette Färbung der Radicchio-Gruppe verantwortlich sind.

Carazzone et al. (2013) konnten 9 Anthocyanine isolieren. Cyanidin-3-O-glucosid, Cyanidin-3-O-galactosid und Cyanidin-3-O-(6''-O-acetyl)-glucosid waren in allen getesteten Sorten („Chioggia“, „Treviso“, „Treviso tardivo“, und „Verona“) vertreten.

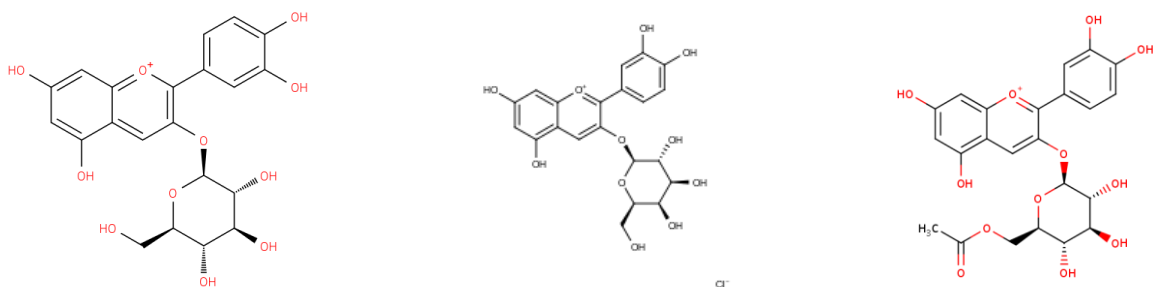


Abbildung 18 – Chemische Struktur von Cyanidin-3-O-glucosid [7], Cyanidin-3-O-galactosid [8] und Cyanidin-3-O-(6''-O-acetyl)-glucosid [9]

## **Bedeutung für die Humanernährung und pharmakologische Wirkung**

Da Flavonoide eine sehr heterogene Gruppe bilden ist die Wirkung der einzelnen Unterklassen recht verschieden. Zusammenfassend lassen sich aber folgende Wirkungen feststellen (Hänsel & Sticher, 2013):

- antiallergisch
- antiphlogistisch
- antiviral und antimikrobiell
- antioxidativ
- antiproliferativ, antikanzerogen

Es soll nun auf einige Wirkungen genauer eingegangen werden, welche mit *C. intybus* direkt in Verbindung gebracht werden können.

### Antioxidative Wirkung

Oxydativer Stress ist einer der Hauptauslöser für Krankheiten wie Krebs, Arteriosklerose und neuronale Erkrankungen. Verursacht werden diese Krankheiten unter anderem durch freie Radikale. Diese stehen ebenfalls im Verdacht Diabetes melitus II auszulösen und rufen Entzündungsreaktionen hervor (Mulabagal et al., 2009). Eine Untersuchung von wässrigem Zichorien-Extrakt ergab ein hohes antioxidatives Potential. Neben anderen phenolischen Verbindungen wie Chlorogensäure, Caftarensäure und Cichoriensäure hat das Flavonoid Luteolin eine besonders gute Wirkung (Dalar & Konczak, 2014).

Mulabagal et al. (2009) konnte außerdem besonders hoch konzentrierte, bioaktive Anthocyane in *C. intybus* var. *Indigo* isolieren. Diese führten zu einer signifikanten Verlangsamung der Lipidperoxidation und zeigten eine entzündungshemmende Wirkung.

### Antikanzerogene Wirkung

Durch den Schutz von Chromosomen wirken Flavonoide spontanen Mutationen entgegen. So kann schon durch eine ausgewogene Ernährung mit viel Obst und Gemüse das Krebsrisiko verringert werden (Gilbert & Liu, 2010).

In *C. intybus* spielt vor allem das Flavon Luteolin eine Rolle in der Krebsprävention (Fang et al., 2007).

### Hepatoprotektive Wirkung

Schon im antiken Rom wurde *C. intybus* bei Lebererkrankungen eingesetzt (vergl. S. 13). Eine Untersuchung von Nallamilli et al. (2013) konnte die hepatoprotektive Wirkung an Ratten bestätigen. In ihrer Studie wurde die Leber von Ratten mittels Carbon-Tetrachlorid geschädigt. Im Anschluss wurde den Tieren neun Tage lang alkoholisches oder wässriges Wurzelextrakt von *C. intybus* zugefüttert. Sowohl das alkoholische Extrakt als auch das wässrige Extrakt zeigten eine signifikante Verbesserung der Leberwerte. Das Ergebnis des wässrigen Extraktes war sogar mit dem eines bereits bekannten, leberschützenden Medikamentes (*Silymarin STADA®*) zu vergleichen. Nallamilli (2013) und seine Mitarbeiter gehen davon aus, dass die Flavonoide in *C. intybus* sowohl eine regenerierende Wirkung auf das Lebergewebe ausüben, als auch eine Schutzfunktion auf die Nephronen haben.

### **5.2.3 Vitamine**

Vitamine aller Art spielen aufgrund ihrer niedrigen Menge in der Gattung *Cichorium* eine eher untergeordnete Rolle. Der Vollständigkeit halber soll ihr Vorkommen in diesem Kapitel überblicksmäßig dargelegt werden. Es werden die zwei Sorten Chicorée und Endiviensalat anderen Blattsalaten gegenübergestellt und mit den D-A-CH Referenzwerten verglichen.

#### **Vitamin A und $\beta$ -Carotin**

In Tabelle 7 ist zu sehen, dass Chicorée einen vergleichsweise guten Gehalt an Gesamtcarotinoiden aufweist (3,4 g/100g). Dabei handelt es sich laut Souci et al. (2004) um die Menge an  $\beta$ -Carotin. Möchte man diesen Wert mit den D-A-CH Referenzwerten vergleichen, ist die empfohlene Zufuhr an Retinol-Äquivalent mit 6 zu multiplizieren. Für erwachsene Männer zwischen 19 und > 65 Jahren entspricht dies einer Empfehlung von 6 mg  $\beta$ -Carotin pro Tag. Frauen im selben Alter haben einen etwas niedrigeren Bedarf von 4 mg  $\beta$ -Carotin pro Tag (D-A-CH, 2013). 100g Chicorée deckt also schon mehr als die Hälfte des täglichen Bedarfs.

$\beta$ -Carotin stellt die Vorstufe zu Vitamin A dar. Dies ist als Retinal am Sehvorgang beteiligt und ist außerdem bedeutsam für das Immunsystem des Menschen und die Entwicklung und das Wachstum von Zellen und Geweben (Biesalski et al., 1997).

Zudem ist es ein gutes Antioxidans. Darum gilt es als gute Prophylaxe gegen Krebserkrankungen verschiedenster Art (Flagg et al., 1995).

**Tabelle 7- Vitamingehalt in Chicorée, Endivie und einigen anderen ausgewählten Blattsalaten (erstellt nach Souci et al., 2004)**

Menge pro 100 g	Chicoree	Endivie	Chinakohl	Feldsalat	Kopfsalat	Löwenzahnbl.	D-A-CH Werte
<b>Vitamine</b>							
A (µg)	570	280	70	650	185	1300	0,8-1 mg
Gesamtcarotinoide (µg)	3400	1700	425	3900	1100	7900	ca 6 mg
E (µg)			240	600	600	2500	12-14 mg
K (µg)			80		115		60-70 µg
B1 (µg)	60	50	30	65	60	190	1-1,2 mg
B2 (µg)	35	120	40	80	80	170	1,23-1,4 mg
Nicotinamid (µg)	240	410	400	380	320	800	13-16 mg
Pantothensäure (µg)			200		110		6 mg
B6 (µg)	50		120	250	55		1,2-1,5 mg
Biotin (µg)	5				2		30-60 µg
Folsäure (µg)	50	110	65	145	60		300 µg
C (mg)	9	9	25	35	13	70	100mg

### Niacin und Nicotinamid

Im Vergleich zu anderen Blattsalaten (mit Ausnahme der Löwenzahnblätter) weist Endivien-Salat einen hohen Gehalt an Nicotinamid auf (410 µg/100g). Bei einem Vergleich mit den D-A-CH Referenzwerten (empfohlene Zufuhr von 13-16 mg/d bei 25 bis 51 Jährigen) wird jedoch klar, dass die Endivie als Niacin-Quelle kaum eine Rolle spielt.

## 6 Produktion und marktwirtschaftliche Situation des Anbaus von *Cichorium sp.*

Es wurde bereits erwähnt, dass die Gattung *Cichorium* sowohl für die Produktion der Wurzel als auch der Blätter von Bedeutung ist (S. 11).

Dieses Kapitel befasst sich mit der Produktion beider Pflanzenteile. Es werden die Hauptproduzenten genannt und die Produktionsentwicklung der letzten Jahrzehnte beschrieben. Auch der Anbau in Österreich soll dabei kurz erläutert werden.

Zuletzt wird die Preisentwicklung der letzten Jahre dargestellt.

### 6.1 Produktion und Anbauggebiete

#### *C. intybus*

Im Kapitel „Nutzung der Wurzel von *C. intybus var. sativum*“ (S. 11) wurde bereits erwähnt, dass die Wurzel von *C. intybus* heute vor allem zur Inulinproduktion herangezogen wird.

Tabelle 8 zeigt die 5 Länder mit der größten Wurzelproduktion weltweit. Es lässt sich erkennen, dass mehr als die Hälfte der weltweiten Produktion in Belgien erfolgt.

Abbildung 19 lässt erkennen, dass 91,7% der weltweiten Produktion in Europa stattfindet (Faostat, 2015)

**Tabelle 8 - Top 5 Länder für die Produktion von Zichorienwurzel weltweit im Jahr 2013. Quelle: (Faostat 2015)**

Land	Produktion in Tonnen
Belgien	269.515
Frankreich	88.323
Niederlande	57.000
Süd-Afrika	28.300
Polen	25.909
Weltweit	498.209

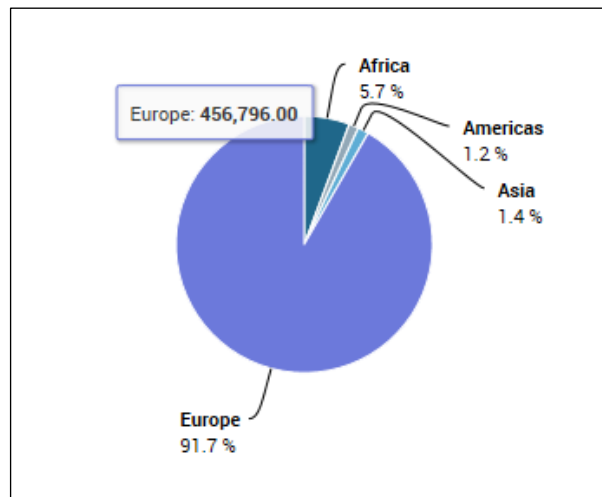


Abbildung 19 - Produktion der Zichorienwurzel weltweit 2013 auf Regionen (Faostat 2015)

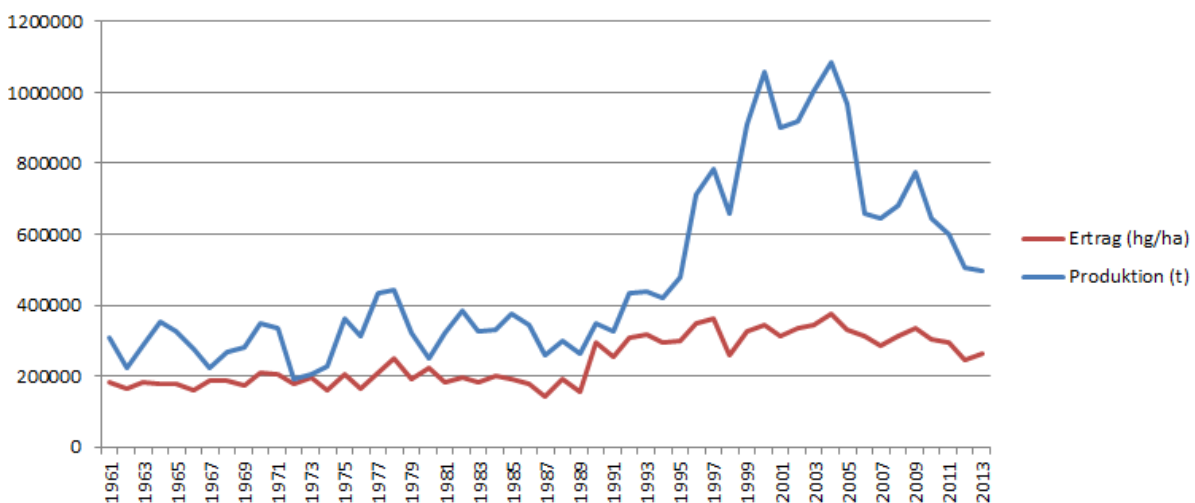


Abbildung 20 - Produktion und Ertrag der Wurzel seit 1961 (nach Faostat 2015)

Abbildung 20 zeigt den Trend der Wurzelproduktion von *C. intybus*. Es ist zu erkennen, dass die Produktion seit 1995 stark angestiegen ist. Auch der Ertrag konnte leicht verbessert werden.

Über die weltweite Produktion von *C. intybus* für die Blattnutzung wurde keine Statistik gefunden. Tabelle 9 gibt jedoch Auskunft über die Produktion von *C. intybus* für die Blattnutzung innerhalb Österreichs. Es ist deutlich zu sehen, dass *C. intybus* innerhalb der Gattung *Cichorium* eine eher untergeordnete Rolle spielt.

Tabelle 9 - Salatproduktion in Österreich (Statistik Austria 2013)

	Salat gesamt	Chicorée und Radicchio	Endivie	Friseé
Anbaufläche (ha)	1 617	44	85	22
Produktion (t)	49 353	1 361	3 094	719

### *C. endivia*

Die Produktion von *C. endivia* gleicht jener von *C. intybus*. Crosby (2004) beziffert die weltweite Endivien-Produktion auf 500.000 Tonnen pro Jahr. Statistiken, die dies belegen sind jedoch nicht vorhanden. Laut seinen Angaben ist auch hier wieder Europa, insbesondere Belgien und die Niederlande an der Spitze der Produktionsländer.

In Österreich übersteigt die Produktion von Endivie jene von Chicorée und Radicchio um das Doppelte (Vergl. Tabelle 9). Eine Erhebung der Statistik Austria zeigt, dass dessen Produktion von 2012 auf 2013 um 3-4% gestiegen ist (Statistik Austria 2013).

## 6.2 Preisentwicklung

Abbildung 21 verdeutlicht die Preisentwicklung der Wurzeln (pro Tonne) von *C. intybus* in den letzten 10 Jahren. Die Preise für den Import aus Polen und Südafrika sind deutlich niedriger als jene für belgische oder niederländische Produkte. Dies könnte auch den sinkenden Preis der belgischen Ware seit 2010 erklären.

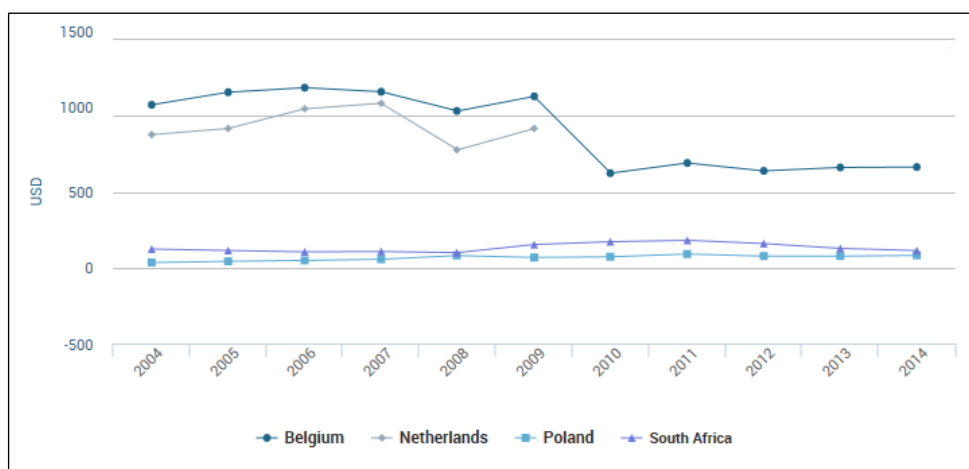


Abbildung 21 - Preisentwicklung einer Tonne Zichorienwurzel

## 7 Zusammenfassung

Der Ursprung der Gattung *Cichorium* liegt vermutlich im Mittelmeergebiet (Vagile, 1992). Aktuell sind die wilden Arten vor allem im europäischen Raum vertreten. (Körber-Grohne, 1994).

Aufzeichnungen über die Kultivierung und Verwendung von *C. intybus* als Heil- und Lebensmittel gehen bis ins Altertum oder sogar ins alte Ägypten zurück (Körber-Grohne, 1994; Kiers, 2000).

Der heutige Anbau der Pflanze findet überwiegend in Europa (Belgien, Niederlande und Frankreich) statt. *C. intybus* wird für die Gewinnung von Inulin genauso angebaut wie zur Produktion von Salat. *C. endivia* wird in gleichem Maße produziert. Jedoch finden lediglich ihre Blätter als Salat Verwendung (Faostat 2015).

Inulin, einer der bedeutendsten Inhaltsstoffe, ist ein Reservekohlenhydrat, welches vor allem in der Wurzel gespeichert wird (Ploese, 1940). Als löslicher Ballaststoff verbessert es die menschliche Darmflora und wird somit häufig als Präbiotikum eingesetzt (Nair et al., 2010). Gleichzeitig erhöht es die Calcium-Aufnahme und sorgt für eine Verbesserung der Blutfettwerte (Eisenbrand, 2006; Nair et al., 2010). Die Nahrungsmittelindustrie verwendet Inulin als Ersatz für Fett und Zucker in kalorienreduzierten Produkten (Franck, 2002; Ternes, 2007).

Der bittere Geschmack der Blätter wird durch Sesquiterpenlaktone hervorgerufen. Diese sekundären Pflanzenstoffe wirken appetitanregend und verdauungsfördernd (Beer et al., 2014). Außerdem konnte eine blutzuckersenkenden Wirkung festgestellt werden (Kilger, 1967). Zusätzlich gelten Sesquiterpenlaktone als entzündungshemmend, antimikrobiell und antitumoral (Cavin et al., 2005; Fitzpatrick, 2004; Sharma et al., 2014).

Zusammenfassend ist zu sagen, dass Produkte der Gattung *Cichorium* für eine ausgewogene Ernährung in jedem Fall empfehlenswert sind. Die antioxidative Wirkung der Blätter und die präbiotische Wirkung des Inulins werden schon durch den Verzehr geringer Mengen erreicht. Außerdem dient die Pflanze langfristig als gute Prophylaxe gegen Krebs und Diabetes.



## 8 Literaturverzeichnis

- Bach Knudsen, K. E. & Hesso I. (1995). Recovery of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in the small intestine of man. *British Journal of Nutrition*, 74 (1), 101-113.
- Baltes, W. & Matissek, R. (2001). *Lebensmittelchemie* (7nd ed.). Heidelberg: Springer Verlag
- Beer, A., Schilcher, H. & Loew, D. (2014). Pflanzliche Arzneimittel. *Pharmin*, 10, 1541-1546.
- Biesalski, H. K., Schreimeir, J., Weber, K., & Weiß, H. (1997). *Vitamine . Physiologie, Pathophysiologie, Therapie*. Stuttgart: Thieme Verlag
- Boenigk, J., & Wodniok, S. (2014). *Biodiversität und Erdgeschichte*. Berlin: Springer Verlag
- Bohm, B. A., & Stuessy, T. F. (2001). *Flavonoids of the Sunflower Family (Asteraceae)*. Wien New York: Springer Verlag
- Bräutigam, S. & Meusel, H- (1992). *Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora (Vol.3)*. Jena: Fischer Verlag
- Bresinsky, A., Körner, C., Kadereit, J. W., Neuhaus, G., & Sonnewald, U. (2008). *Strasburger - Lehrbuch der Botanik* (36. ed.). Heidelberg: Spektrum Verlag
- Carazzone, C., Mascherpa, D., Gazzani, G. & Papetti, A. (2013). Identification of phenolic constituents in red chicory salads (*Cichorium intybus*) by high-performance liquid chromatography with diode array detection and electrospray ionisation tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, 138 (2-3), 1062-1071.
- Cavin, C., Delannoy, M., Malnoe, A., Debeve, E., Touché, A., Courtois, D., & Schilter, B. (2005). Inhibition of the expression and activity of cyclooxygenase-2 by chicory extract. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 327 (2), 741-749.
- Crosby, G. (2004) Hydroponic belgian endivie. *The best of Growing Edg*, 15 (3), 102-104.
- D-A-CH Referenzwerte (2013). *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichischen Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerischen Gesellschaft für Ernährungsforschung (SGE) und der Schweizerischen Vereinigung für Ernährung (SVE)*. (1st ed.). Frankfurt am Main: Umschau/Braus Verlag
- Dalar, A. & Konczak, I. (2014). *Cichorium intybus* from Eastern Anatolia: Phenolic composition, antioxidant and enzyme inhibitory activities. *Industrial Crops and Products*, 60, 79-85.
- de Kraker, J. W., Bouwmeester, H. J., Franssen, M. C. R., & de Groot, A. (1999). (+)-Germacrene A synthesis in chicory (*Cichorium intybus* L.); the first step in sesquiterpen lactone biosynthesis. *Acta Botanica Gallice*, 146(1), 111-115.
- Ebermann, R. & Elmadfa, I. (2011). *Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung*. Wien: Springer Verlag
- Eisenbrand, G., Schreier, P. & Meyer, A.H. (2006) *RÖMPP Lexikon Lebensmittelchemie* (2nd ed.). Stuttgart: Thieme Verlag
- Fang, M., Chen, D., Yang, C. S. (2007). Dietary polyphenols may affect DNA methylation. *Journal of Nutrition*, 137(1), 223-228.
- Fischer, M. A., Oswald, K., & Adler, W. (2008). *Exkursionsflora für Österreich Lichtenstein Südtirol* (3rd ed.). Linz: Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterr. Landesmuseen

- Fitzpatrick, F. A. (2004) Cyclooxygenase enzymes. Regulation and function. *Current Pharmaceutical Design*, 10, 577-588.
- Flagg, E. W., Coates, R. J., & Greenberg, R. S. (1995). Epidemiologic studies of antioxidants and cancer in humans. *Journal of the American College of Nutrition*, 14, 419-427.
- Foster, J. G., Clapham, W. M., Belesky, D. P., Labreuveux, M., Hall, M. H., & Sanderson, M. A. (2006). Influence of Cultivation Site on Sesquiterpene Lactone Composition of Forage Chicory (*Cichorium intybus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (5), 1772-1778.
- Franck, A. (2002). Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87(2), 287-291.
- Franke, E. (1907). *Kaffee, Kaffeekonserven und Kaffeesurrogate*. Wien: A. Hartleben's Verlag
- Freudl, W. (1949) *Die Zichorie und ihre Kultur*. Wien: Scholle-Verlag.
- Galli, C., & Simopoulos, A. P. (1988). *Dietary (Omega)3 and (Omega)6 Fatty Acids - Biological Effects and Nutritional Essentiality* (Vol. 171). New York: Springer Verlag
- Gibson, G.R., Beathy, E.R., Wang, X. & Cummings, J.H.(1995) Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology*, 108, 975-982.
- Gilbert, E. R. & Liu, D. (2010). Flavonoids influence epigenetic-modifying enzyme activity: structure - function relationships and the therapeutic potential for cancer. *Current Medical Chemistry*, 17(17), 1756-1768.
- Hänsel, R., & Sticher, O. (2013). *Pharmakognosie - Phytopharmazie*. Heidelberg: Springer Verlag
- Hegi, G. (1987). *Cichorium L. Illustrierte Flora von Mittel-Europa*, 4(2), 992-1000.
- Hess, Landolt, & Hirzel. (1972). *Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete* (Vol. 3 : Plumbaginaceae - Compositae). Berlin: Springer Verlag
- Hohmann, C. (2009). *Krebserkrankung - so normal wie möglich ernähren*. *Pharmazeutische Zeitung*, 44, 36.
- Kaur, H., Gupta, A.K. (2002) Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. *Journal of Biosciences*, 27(7), 703-714.
- Kiers, A. M. (2000). Endive, Chicory, and their wild relatives. A systematic and phylogenetic study of *Cichorium* (Asteraceae). *Gorteria*, 5.
- Kilger, F. (1967). *Untersuchungen über die Inhaltsstoffe von Cichorium intybus foliosum var. und deren blutzuckersenkende Wirkung*. (Dissertation), München: Ludwig-Maximilians-Universität
- Kisiel, W. & Zielinska, K. (2001). Guaianolides from *Cichorium intybus* and structure revision of *Cichorium* sesquiterpene lactones. *Phytochemistry*, 57,523-527.
- Knuesel, O., Weber, M., & Suter, A. (2002). *Arnica montana* gel in osteoarthritis of the knee: an open, multicenter clinical trial. *Advances in Therapy*, 19, 209-218.
- Körber-Grohne, U. (1994). *Nutzpflanzen in Deutschland - Kulturgeschichte und Biologie* (3 ed.). Stuttgart: Theiss Verlag
- Kubitzki, K. (2007). *The Families and Genera of Vascular Plants*. (Vol. 8 Asterales). Berlin: Springer Verlag
- Kuttenkeuler, H. (1917). *Nahrungsmittelchemie und Nahrungsmittelkontrolle im Kriege*. *Naturwissenschaften*, 5(28), 469-474.
- Leitzmann, C., Müller, C., Michel, P., Brehme, U., Hahn A., & Laube, H. (2003). *Ernährung in Prävention und Therapie* (2nd ed.). Stuttgart: Hippokrates Verlag
- Lieberei, R., & Reisdorff, C. (2012). *Nutzpflanzen* (8. ed.). Stuttgart: Thieme Verlag

- Lieberei, R., Reisdorff, C., & Franke, W. (2007). *Nutzpflanzenkunde: 118 Tabellen*. Stuttgart: Thieme Verlag
- Linné, C. v. (1764). *Species Plantarum*. Stockholm: Vindobonae : tybis Joannis Thomar de Trattner
- Marnett, L. J., & Dubois, R. N. (2002). COX-2: a target for colon cancer prevention. *Annual Review of Pharmacology Toxicology*, 42, 55-80.
- Morales, P., Ferreira, I. C., Carvalho, A. M., Sánchez-Mata, M. C., Cámara, M., & Tardio, J. (2012). Fatty acids profiles of some Spanish wild vegetables. *Food Science and Technology International*, 18, 281-290.
- Mulabagal, V., Wang, H., Ngouajio, M., & Nair, M. G. (2009). Characterization and quantification of health beneficial anthocyanins in leaf chicory (*cichorium intybus*) varieties. *European Food Research and Technology*, 230(1), 47-53.
- Nair, K.K., Kharb, S. & Thompson, D.K. (2010). Inulin Dietary Fiber with Functional Health Attributes - A Review. *Food Reviews International*, 26(2), 189-203.
- Nallamilli, B. R., Phani Kumar, C. S., Veer Reddy, K., Lakshmi Prasanna, M., Maruthi, V., & Sucharita, P. (2013). Hepatoprotective activity of *Cichorium intybus* (Linn.) root extract against carbon tetrachloride induced hepatotoxicity in albino Wistar rats. *Drug Invention Today*, 5(4), 311-314.
- Nilsson, U., Oste, R., Jagerstan, M., Birkhed, D. (1988). Cereal fructans: in vitro and in vivo studies on availability in rats and humans. *Journal of Nutrition*, 118(11), 1325-1330.
- Niness, K.R. (1999) Inulin and oligofructose: what are they? *Journal of Nutrition*, 129, 1402-1406.
- Pal Bais, H., & Ravishankar, G. A. (2001). *Cichorium intybus* L - cultivation, processing, utility, with an emphasis on current status and future prospects. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 467-484.
- Palevitch, D., Earon, G., & Carasso, R. (1997). Feverfew (*Tanacetum parthenium*) as a prophylactic treatment for migraine: a double-blind placebo-controlled study. *Phytotherapy Research*, 11, 508-511.
- Petrovic, J., Stanojkovic, A., J., & Curcic, S. (2004). Antibacterial activity of *Cichorium intybus*. *Fitoterapia*, 75(7-8), 737-739.
- Pfadenhauer, J. S., & Klötzli, F. A. (2014). *Vegetation der Erde - Grundlagen, Ökologie, Verbreitung*. Berlin: Springer
- Ploese, H. (1940). *Pharmakologische Untersuchungen über Cichorium intybus L., Zichorie*. (Dissertation). Berlin: Friedrich-Wilhels-Universität
- Poli, F., Sacchetti, G., Tosi, B., Fogagnolo, M., Chillemi, G., Lazzarin, R., & Bruni, A. (2002). Variation in the content of main guaianolides and sugars in *Cichorium intybus* var. "Rosso di Chioggia" selections during cultivation. *Food Chemistry*, 76(2), 139-147.
- Rees, S., & Harborne, J. B. (1984). Flavonoids and other phenolics of *Cichorium* and related members of the Lactuceae (Compositae). *Botanical Journal of Linnean Society*, 89, 313-319.
- Rosenkranz, S., Schneider, C. A., & Erdmann, E. (2006). *Prävention atherosklerotischer Erkrankungen*. Stuttgart: Thieme Verlag
- Schmid, G. (1938). Geschichte des Zichorienkaffees. *Deutsche Lebensmittelrundschau*, 13, 1-32.
- Serena, M., & Suanjak, M. (2014). *Das Lexikon der alten Gemüsesorten. 800 Sorten - Geschichte, Merkmale, Anbau und Verwendung in der Küche*. München: AT Verlag

- Seto, M., Miyase, T., Umehara, K., Ueno, A., Hirano, Y., & Otani, N. (1988). Sesquiterpene Lactones from *Chichorium endivia* L. and *C. intybus* L. and Cytotoxic Activity. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 37(7), 2423-2429.
- Sharma, R., Krishna L Reddy, V., Prashant, G. M., Ojha, V., & Kumar, N. (2014). Antimicrobial and anti-adherence activity of various combinations of coffee-chicory solutions on *Streptococcus mutans*: An in-vitro study. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 18(2), 201-206.
- Souci, S. W., Fachmann, W., & Kraut, H. (2004). *Lebensmitteltabelle für die Praxis: Der kleine Souci/Fachmann/Kraut*. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH
- Statistik Austria (2013): *Gemüseernte 2013*. Wien: Verlag Österreich
- Steinberger, E. & Hänsel, R. (1992). *Lehrbuch der Pharmakognosie und Phytopharmazie (5th ed.)*. Berlin: Springer-Verlag
- Ternes, W., Täufel, A., Tunger, L., & Zobel M. (2007). *Lexikon der Lebensmittel und der Lebensmittelchemie*. München: B.Behr's Verlag GmbH & Co
- Unmann, A. (2006). *Salate - Professioneller Salatanbau im Freiland*. Wien: avBUCH
- Van Arkel, J., Vergauwen, R., Sévenier, R., Hakkert J. C., Van Laere, A., Bouwmeester, H. J. & Van der Meer, I. M. (2012). Sink filling, inulin metabolizing enzymes and carbohydrate status in field grown Chicory (*Cichorium intybus* L.). *Journal of Plant Physiology*, 169, 1529-1540.
- Vavilov, N.I. (1992). Origin and Geography of Cultivated Plants. *Archives of Natural History*, 21(1), 142.
- Watzl, B., & Leitzmann, C. (2005). *Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln*. Stuttgart: Hippokrates Verlag
- Wouters E. (1998). The benefits of inulin and oligofructose in ice cream. *World of Ingredients*, 44-45.

## Referenzen:

<https://www.ricore.be/ricore/> (ZUGRIFF:12.08.2015)

<http://www.nestle-marktplatz.de/view/Produkte/LINDES-Kornkaffee-4005500086208>. (ZUGRIFF: 12.08.2015)

## 9 Abbildungsnachweis

[1] - [http://www2.biologie.uni-halle.de/bot/ag\\_chorologie/areale/VERBREITUNG.php?sprache=D&arealtyp=Arealtyp%2010.06&art=Cichorium%20intybus](http://www2.biologie.uni-halle.de/bot/ag_chorologie/areale/VERBREITUNG.php?sprache=D&arealtyp=Arealtyp%2010.06&art=Cichorium%20intybus) (ZUGRIFF: 29.7.2015)

[2] - [http://www2.biologie.uni-halle.de/bot/ag\\_chorologie/areale/VERBREITUNG.php?sprache=E&arealtyp=weitere&art=Cichorium%20endivia](http://www2.biologie.uni-halle.de/bot/ag_chorologie/areale/VERBREITUNG.php?sprache=E&arealtyp=weitere&art=Cichorium%20endivia) (ZUGRIFF: 29.07.2015)

[3] - [http://www2.biologie.uni-halle.de/bot/ag\\_chorologie/areale/VERBREITUNG.php?sprache=D&arealtyp=weitere&art=Cichorium%20calvum](http://www2.biologie.uni-halle.de/bot/ag_chorologie/areale/VERBREITUNG.php?sprache=D&arealtyp=weitere&art=Cichorium%20calvum) (ZUGRIFF: 29.07.2015)

[4] <http://www.kuechengarten.net/index.php?content=15nutzpflanze&sub=201301> (ZUGRIFF 14.8.2015)

[5] <http://www.zulaufquelle.ch/pflanzen/sortiment/c/Plant/a/show/pflanze/zichorie-zuckerhut/> (ZUGRIFF 18.05.2015)

[6] - <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov> (ZUGRIFF 27.12.2015)

[7] - <https://www.ebi.ac.uk/chebi/searchId.do?chebiId=28426> (ZUGRIFF: 04.01.2016)

[8] - <http://www.extrasynthese.com/products-catalog/anthocyanid/cyanidin-3-o-galactoside-chloride-p4837972-c0000-cam.html> (ZUGRIFF: 04.01.2016)

[9] - <http://phenol-explorer.eu/compounds/42> (ZUGRIFF: 04.01.2016)