

**Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I
der Justus-Liebig-Universität Gießen**
Professur für Pflanzenbau
Leiter: Prof. Dr. Bernd Honermeier

**Einfluss von Sorte, Saatzeit und Standraum auf
Blattertrag und Wirkstoffgehalt der Artischocke
(*Cynara cardunculus ssp. flavescens* WIKL.)**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.) im Fachbereich
Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie und Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Silke Göttmann aus Ortenberg

Gießen, im Juni 2006

Dissertation im Fachbereich Agrarwissenschaften,
Ökotoxologie und Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I
29.09.2006

Dekan: Prof. Dr. Roland Herrmann

Prüfungskommission

Vorsitzender: Prof. Dr. Stefan Gäth
1. Gutachter: Prof. Dr. Bernd Honermeier
2. Gutachter Prof. Dr. Günter Leithold
Prüfer: Prof. Dr. Karl-Heinz Kogel
Prüfer: Prof. Dr. Richard Marquard

*Gegen Früchte aller Arten,
Saftig-süßen, schmacklig-zarten,
Aus gepflegtesten Revier -
Send' ich starre Disteln Dir.*

*Diese Disteln laß sie gelten!
Ich vermag sie nicht zu schelten
Die, was uns am besten schmeckt,
In dem Busen tief versteckt.*

Weimar d. 11. Aug. 1831.

JWvGoethe



Vorstehendes Gedicht begleitete Goethes Sendung einer *Artischocke*, als Dankesgabe für ihm zugewommene Früchte, an die Gattin des Münchner Botanikers Karl Friedrich Philipp von Martius.

Johann Wolfgang von Goethe (1749 – 1832)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht	3
2.1	Botanik der Artischocke	3
2.2	Pharmazeutisch relevante Inhaltsstoffe	4
2.2.1	Pharmakologische Wirksamkeit	6
2.3	Qualitätsanforderung an die Droge	8
2.4	Anforderungen an einen pharmazeutisch ausgerichteten Anbau	9
2.4.1	Sortenwahl für eine pharmazeutische Nutzung	9
2.4.2	Stand der pflanzenbaulichen Forschung	9
3	Material und Methoden	13
3.1	Kennzeichnung der Boden- und Witterungsbedingungen	13
3.2	Anlage und Durchführung der Feldversuche	17
3.2.1	Anlage der Feldversuche	17
3.2.2	Erfassung von Prüfmerkmalen zur Bestandesentwicklung	20
3.3	Populationsgenetische Untersuchungen	23
3.3.1	Präparation der DNA	23
3.3.2	Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR)	24
3.3.3	Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD)	25
3.3.3.1	Datenauswertung	27
3.4	Analyse der Inhaltsstoffe mittels HPLC	29
3.5	Statistische Auswertung	32
4	Ergebnisse	33
4.1	Sortenversuche 2001-2003	31
4.1.1	Standort Gießen 2001	33
4.1.1.1	Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung	33
4.1.1.2	Blatterträge	35
4.1.1.3	Wirkstoffgehalte	36
4.1.2	Standort Gießen 2002	38
4.1.2.1	Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung	38
4.1.2.2	Blatterträge	40
4.1.2.3	Wirkstoffgehalte	41

4.1.3	Standort Gießen 2003.....	43
4.1.3.1	Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung....	43
4.1.3.2	Blatterträge	44
4.1.3.3	Wirkstoffgehalte	45
4.1.4	Standort Rauschholzhausen 2001	46
4.1.4.1	Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung....	46
4.1.4.2	Blatterträge	48
4.1.4.3	Wirkstoffgehalte	50
4.1.5	Standort Rauschholzhausen 2002	51
4.1.5.1	Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung....	51
4.1.5.2	Blatterträge	53
4.1.5.3	Wirkstoffgehalte	55
4.1.6	Standort Rauschholzhausen 2003	56
4.1.6.1	Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung....	56
4.1.6.2	Blatterträge	58
4.1.6.3	Wirkstoffgehalte	59
4.1.7	Standort Groß-Gerau 2001	61
4.1.7.1	Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung....	61
4.1.7.2	Blatterträge	62
4.1.7.3	Wirkstoffgehalte	62
4.1.8	Standort Groß-Gerau 2002	64
4.1.8.1	Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung....	64
4.1.8.2	Blatterträge	66
4.1.8.3	Wirkstoffgehalte	67
4.2	Saatzeitenversuche 2001-2002	70
4.2.1	Standort Gießen 2001.....	70
4.2.1.1	Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung....	70
4.2.1.2	Blatterträge	71
4.2.1.3	Wirkstoffgehalte	71
4.2.2	Standort Groß-Gerau 2001	72
4.2.2.1	Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung....	72
4.2.2.2	Blatterträge	73
4.2.2.3	Wirkstoffgehalte	74

4.2.3 Standort Groß-Gerau 2002.....	75
4.2.3.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung ...	75
4.2.3.2 Blatterträge.....	76
4.2.3.3 Wirkstoffgehalte.....	76
4.2.4 Standort Rauschholzhausen 2002.....	77
4.2.4.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung ...	77
4.2.3.2 Blatterträge.....	78
4.2.3.3 Wirkstoffgehalte.....	78
4.3 Standraumuntersuchungen 2001-2003	80
4.3.1 Standort Groß-Gerau 2001	80
4.3.1.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung ...	80
4.3.1.2 Blatterträge.....	81
4.3.3.3 Wirkstoffgehalte.....	82
4.3.2 Standort Groß-Gerau 2002.....	84
4.3.2.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung ...	84
4.3.2.2 Blatterträge.....	85
4.3.2.3 Wirkstoffgehalte.....	85
4.3.3 Standort Groß-Gerau 2003.....	87
4.3.3.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung ...	87
4.3.3.2 Blatterträge.....	88
4.3.3.3 Wirkstoffgehalte.....	89
4.4 Verwandtschaftsanalysen anhand von RAPD-Markern.....	92
5 Diskussion.....	95
5.1 Wirkung der Saatzeitenverzögerung	95
5.2 Wirkung der Standraumverteilung	98
5.3 Artischockensorten.....	101
5.4 Verwandtschaftsanalysen	104
6 Zusammenfassung.....	107
6.1 Summary	108
7 Literaturverzeichnis.....	110

8 Anhang	125
8.1 Varianztabellen	137
8.1.1 Sortenversuche	137
8.1.1.1 Sortenversuch Gießen 2001	137
8.1.1.2 Sortenversuch Gießen 2002	140
8.1.1.3 Sortenversuch Gießen 2003	143
8.1.1.4 Sortenversuch Rauischholzhausen 2001	146
8.1.1.5 Sortenversuch Rauischholzhausen 2002	149
8.1.1.6 Sortenversuch Rauischholzhausen 2003	151
8.1.1.7 Sortenversuch Groß-Gerau 2001	153
8.1.1.8 Sortenversuch Groß-Gerau 2002	155
8.1.2 Saatzeitenversuche	158
8.1.2.1 Saatzeitenversuch Gießen 2001	158
8.1.2.2 Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001	161
8.1.2.3 Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002	164
8.1.2.4 Saatzeitenversuch Rauischholzhausen 2002	168
8.1.3 Standraumversuche	171
8.1.3.1 Standraumversuch Groß-Gerau 2001	171
8.1.3.2 Standraumversuch Groß-Gerau 2002	174
8.1.3.3 Standraumversuch Groß-Gerau 2003	177

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1:	Größte Anbauflächen (ha) mit Artischocken weltweit (FAOSTAT).....	1
Tab. 3.1:	Klimadaten (Niederschläge und Lufttemperatur), Standort Gießen; 2001-2003	14
Tab. 3.2:	Klimadaten (Niederschläge und Lufttemperatur), Standort Rauischholzhausen; 2001-2003	15
Tab. 3.3:	Klimadaten (Niederschläge und Lufttemperatur), Standort Groß-Gerau; 2001-2003.....	16
Tab. 3.4:	Geprüfte Sorten in den Sortenversuchen 2001-2003.....	18
Tab. 3.5:	Geprüfte Herkünfte in den Feldversuchen 2001-2003	19
Tab. 3.6:	Aussaattermine in Saatzeitenversuchen an den Standorten Gießen, Groß-Gerau und Rauischholzhausen	20
Tab. 3.7:	Ermittelte Prüfmerkmale in den Feldversuchen 2001-2003	22
Tab. 3.8:	Für die Bestimmung der genetischen Ähnlichkeit ausgewählte RAPD-Primer mit den entsprechenden Sequenzen.....	26
Tab. 4.1:	Schossanzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Gießen 2001	33
Tab. 4.2:	Blattlänge, Blattbreite, LAI und CCI von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Gießen 2001	34
Tab. 4.3:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2001	35
Tab. 4.4:	Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2001	37
Tab. 4.5:	Schossanzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken Zur Ernte, Sortenversuch Gießen 2002.....	38
Tab. 4.6:	Blattlänge, Blattbreite und LAI von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Gießen 2002.....	39
Tab. 4.7:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2002.....	40
Tab. 4.8:	Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2002.....	42
Tab. 4.9:	Schossanzahl, Blattanzahl, Wuchshöhe (cm), Blattlänge und Blattbreite zur Ernte von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2003.....	44

Tab. 4.10:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2003	45
Tab. 4.11:	Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2003.....	46
Tab. 4.12:	Schosslerzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Rauschholzhausen 2001	47
Tab. 4.13:	Blatllänge, Blattbreite und CCI von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Rauschholzhausen 2001	48
Tab. 4.14:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Sortenversuch Rauschholzhausen 2001	49
Tab. 4.15:	Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Rauschholzhausen 2001	51
Tab. 4.16:	Schosslerzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) zur Ernte, Sortenversuch Rauschholzhausen 2002	52
Tab. 4.17:	Blatllänge, Blattbreite, LAI und CCI von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Rauschholzhausen 2002	53
Tab. 4.18:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Sortenversuch Rauschholzhausen 2002	54
Tab. 4.19:	Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Rauschholzhausen 2002	55
Tab. 4.20:	Schosslerzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) zur Ernte von Artischocken, Sortenversuch Rauschholzhausen 2003	57
Tab. 4.21:	Blatllänge, Blattbreite und CCI zur Ernte von Artischocken, Sortenversuch Rauschholzhausen 2003	58
Tab. 4.22:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocke, Sortenversuch Rauschholzhausen 2003	59
Tab. 4.23:	Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern, Sortenversuch Rauschholzhausen 2003	60
Tab. 4.24:	Schosslerzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Groß-Gerau 2001	61
Tab. 4.25:	Drogenerträge (dt/ha), Sortenversuch Groß-Gerau 2001	62
Tab. 4.26:	Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in %TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Groß-Gerau 2001	64

Tab. 4.27:	Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Groß-Gerau 2002.....	65
Tab. 4.28:	LAI von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Groß-Gerau 2002	65
Tab. 4.29:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Sortenversuch Groß-Gerau 2002	66
Tab. 4.30:	Gehalte an CCS-Verbindungen und Flavonoiden (gesamt) in %TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Groß-Gerau 2002	68
Tab. 4.31:	Gehalte an Cynarin und Cynarosid (% d.TM) in den Blättern der Artischocke, Sortenversuch Groß-Gerau 2002.....	69
Tab. 4.32:	Schosserzahl, Blattanzahl, LAI und CCI von Artischocken zur Ernte, Saatzeitenversuch Gießen 2001.....	70
Tab. 4.33:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Saatzeitenversuch Gießen 2001.....	71
Tab. 4.34:	Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in %TM in den Blättern von Artischocken, Saatzeitenversuch Gießen 2001.....	72
Tab. 4.35:	Schosserzahl, Wuchshöhe (cm) und Blattanzahl von Artischocken zur Ernte, Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001	73
Tab. 4.36:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001	74
Tab. 4.37:	Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in %TM in den Blättern von Artischocken, Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001	74
Tab. 4.38:	Schosserzahl, Wuchshöhe (cm) und Blattanzahl von Artischocken zur Ernte, Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002	75
Tab. 4.39	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002.....	76
Tab. 4.40:	Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in %TM in den Blättern von Artischocken, Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002.....	77
Tab. 4.41:	Schosserzahl, Wuchshöhe (cm) und Blattanzahl der Artischocken zur Ernte im Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002	78
Tab. 4.42:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002.....	78
Tab. 4.43:	Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002.....	79

Tab. 4.44:	Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Standraumversuch Groß-Gerau 2001	80
Tab. 4.45:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Standraumversuch Groß-Gerau 2001	81
Tab. 4.46:	Gehalte an CCS-Verbindungen und Flavonoiden (gesamt) in % TM in den Blättern von Artischocken, Standraumversuch Groß-Gerau 2001	82
Tab. 4.47:	Gehalte an Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Standraumversuch Groß-Gerau 2001	83
Tab. 4.48:	Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Standraumversuch Groß-Gerau 2002.....	84
Tab. 4.49:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken im Standraumversuch Groß-Gerau 2002.....	85
Tab. 4.50:	Gehalte an CCS-Verbindungen und Flavonoiden (gesamt) in % TM in den Blättern von Artischocken im Standraumversuch Groß-Gerau 2002.....	86
Tab. 4.51:	Gehalte an Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken im Standraumversuch Groß-Gerau 2002	87
Tab. 4.52:	Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Standraumversuch Groß-Gerau 2003	88
Tab. 4.53:	Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Standraumversuch Groß-Gerau 2003	89
Tab. 4.54:	Gehalte an CCS-Verbindungen und Flavonoiden (gesamt) in %TM in den Blättern von Artischocken, Standraumversuch Groß-Gerau 2003.....	90
Tab. 4.55:	Gehalte an Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Standraumversuch Groß-Gerau 2003	91
Tab. A 8.1:	Phänotypische Diversitäten im Artischockensortiment.....	125
Tab. A 8.2:	Verwendete Sorten und Akzessionen für PCR-Analysen	126
Tab. A 8.3:	Aussaat- und Erntetermine der Saatzeit in den Jahren 2001-2003 an den Standorten Gießen, Groß-Gerau und Rauschholzhausen	127

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1:	Funktionsprinzip der PCR (SCHMID, 2002)	25
Abb. 3.2:	RAPD-Fingerprint von 3 italienischen <i>Cynara</i> -Akzessionen mit 3 Primern (AMERSHAM).....	27
Abb. 3.3	Untersuchung der Genotypen auf die An- bzw. Abwesenheit homologer Banden	28
Abb. 3.4:	Beispiel-HPLC-Chromatogramm.....	30
Abb. 4.6:	Drogenerträge (Summe in dt/ha TM) und LAI-Werte (Mittel aus 2 Schnitten) von Artischocken im Sortenversuch Gießen 2001	36
Abb. 4.7:	Drogenerträge (Summe in dt/ha TM) und LAI-Werte (Mittel aus 2 Schnitten) von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2002	41
Abb. 4.8:	Drogenerträge (Summe in dt/ha TM) und LAI-Werte (Mittel aus 2 Schnitten) von Artischocken im Sortenversuch Rauschholzhausen 2001	49
Abb. 4.9:	Drogenerträge (Summe in dt/ha) und LAI-Werte (Mittel aus 2 Schnitten) von Artischocken im Sortenversuch Rauschholzhausen 2002.....	54
Abb. 4.10:	Drogenerträge (Summe in dt/ha TM) und LAI-Werte (Mittel aus 2 Schnitten) von Artischocken, Sortenversuch Groß-Gerau 2002	67
Abb. A 8.1:	Shikimisäureweg nach SCHÖPKE (2003)	128
Abb. A 8.2:	Dendrogramm der mittels RAPD-Analyse untersuchten Sorten der Art <i>Cynara cardunculus ssp. flavescens</i> WIKL., Sortenprüfung Gießen 2001.....	129
Abb. A 8.3:	Dendrogramm der mittels RAPD-Analyse untersuchten Sorten der Art <i>Cynara cardunculus ssp. flavescens</i> WIKL., Sortenprüfung Gießen 2003.....	130
Abb. A 8.4:	Dendrogramm der mittels RAPD-Analyse untersuchten Akzessionen der Art <i>Cynara cardunculus ssp. flavescens</i> WIKL., Herkunftsprüfung Gießen 2002.....	131
Abb. A 8.5:	Eigenschaften der Akzession `GL Nr. 368´ im Sortenversuch Groß-Gerau 2001	132
Abb. A 8.6:	Heterogenität innerhalb der Sorte `Blauer Schnittcardy in den Versuchsjahren 2001 und 2003, Sortenversuch Gießen	132
Abb. A 8.7:	Heterogenität innerhalb der Sorte `Green Globe´ in den Versuchsjahren 2001 und 2003, Sortenversuch Gießen.....	133
Abb. A 8.8:	Geografische Herkunft untersuchter Sorten und Akzessionen im Zeitraum 2001-2003	134
Abb. A 8.9:	Ursprungsorte der im Handel unter der Bezeichnung `Violet´ angebotenen Sorten.....	135
Abb. A 8.10:	Einteilung der Art <i>Cynara</i> L. nach WIKLUND (1992)	136

Abkürzungsverzeichnis

A	Adenin
A _h	stark humoser, oberster Bodenhorizont (A-Horizont)
A _h M	Bodenprofil Vega: dunkelbrauner, mittelhumoser, feinsandiger Lehm
A _l	i.d.R. heller an Ton verarmter A-Horizont, charakteristisch für Parabraunerde (l von lessiviert = ausgewaschen)
ANOVA	Analysis of Variance
A _p	A-Horizont, durch Bodenbearbeitung gelockert, gewendet und durchmischt (p von Pflug)
B	Bor
BD	Bestandesdichte
bp	Basenpaar(e)
B _t	B-Horizont, angereichert mit unzerstörter, teils humoser Tonsubstanz (t von Ton)
C	Cytosin
°C	Grad Celsius
CAL	Calcium-Acetat Lactat
CCI	Chlorophyll Content Index
CCS	Caffeoylchinasäure
Cd	Cadmium
CTAB	Cethyltrimethylammoniumbromid
DAB	Deutsches Arzneibuch
DNA	Desoxyribonukleinsäure
ddNTPs	äquimolare Mischung der 2`- Desoxyribonukleosidtriphosphate dATP, dGTP, dCTP, dTTP
dt	Dezitonne
et al.	et alii
F1	F1 - Hybride
FAO	Food and Agriculture Organisation of the United Nations
FM	Frischmasse
F - Test	Varianzquotiententest nach Fischer
G	Guanin
g	Gramm
GD	Grenzdifferenz
GG	Groß-Gerau
Gl	Gießen
ha	Hektar
HK	Herkunftsprüfung
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
HW	Hauptwirkung
i.d.TM	in der Trockenmasse
K ₂ O	Kaliumdioxid
kb	Kilobasenpaar(e)
L.	nach Linné
LAI	Leaf Area Index
LDL	Low-Density-Lipoprotein
IM	langjähriges Mittel
M	molar
m ²	Quadratmeter
mg	Milligramm

mg/kg	Milligramm pro Kilogramm
MgO	Magnesiumoxid
mM	millimolar
N	Stickstoff
nFK	nutzbare Feldkapazität
nm	Nanometer
N _{min}	mineralisierter Stickstoff
NN	Normal Null
NPK	Mehrnährstoffdünger mit Stickstoff, Phosphor, Kalium
NS	Niederschlag
NUD	Non-Ulcer-Dyspepsie
P ₂ O ₅	Phosphorpentoxid
PAL	Phenylalanin-Amonium-Lyase
PAR	Photosynthetically Active Radiation
Pb	Blei
PCR	Polymerase-Chain-Reaction (Polymerase-Ketten-Reaktion)
Pfl.	Pflanzen
Pfl./m ²	Pflanzen pro Quadratmeter
p-Wert	Signifikanz
RAPD	Randomly-Amplified-Polymorphic-DNA-Analysis
RH	Rauischholzhausen
RNAse	Ribonuclease
rpm	rounds per minute
RT	Retentionszeit
RW	Reihenweite
SO	Sortenversuch
sp.	species
SPSS	Statistical Package for Social Science
SRV	Standraumversuch
SSB	Spätfolgen d. Schädlingsbefall
ssp.	subspecies
SZ	Saatzeitenversuch
Σ	Summe
T	Thymin
Taq	Thermus aquaticus
TKG	Tausend-Korn-Gewicht
TM	Trockenmasse
U	Unit
UV	ultraviolettes Licht
var.	Varietät
Vega	Bodentyp: Brauner Auenboden
vgl.	vergleiche
VJ	Versuchsjahr
WH	Wuchshöhe
WIKL.	nach Wiklund
WW	Wechselwirkung
x ^{n.g.}	im Gewächshaus nicht gekeimte Pflanzen
µg	Mikrogramm
µl	Mikroliter

1 Einleitung

Die zur Familie der *Asteraceae* zählende Artischocke (*Cynara cardunculus ssp. flavescens* WIKL.) ist eine aus dem Mittelmeerraum stammende Kulturpflanze, die vor allem als Gemüse genutzt wird. Verwendet werden die charakteristischen Blütenköpfe, deren Blütenboden mit den fleischigen Hüllblättern ein wertvolles und beliebtes Delikatessgemüse darstellen. Auf Grund der Wärmebedürftigkeit dieser Kulturpflanze ist die Artischocke vor allem in den subtropischen und mediterranen Regionen in Südeuropa, der Türkei, in den USA sowie in Südamerika verbreitet. Weltweit betrug die Anbaufläche der Gemüseartischocke im Jahr 2005 etwa 122.000 ha (vgl. Tab. 1.1).

Tab. 1.1: Anbauflächen (ha) mit Artischocken weltweit (FAOSTAT 2005)

Land	1990	1995	2000	2005
Frankreich	15 068	13 899	11 823	10 200
Italien	48 172	51 273	50 283	50 130
Griechenland	3 202	2 200	2 800	3 000
Türkei	874	1 500	2 300	2 500
Spanien	31 100	18 400	19 656	18 600
USA	4 015	3 602	3 560	3 040
Welt	117 030	111 695	123 056	122 100

Neben der Verwendung als Gemüsepflanze wird die Artischocke auch als Arzneipflanze zur Herstellung von Medikamenten genutzt. Ausschlaggebend für die pharmazeutische Nutzung sind in erster Linie drei Inhaltstoffgruppen: Caffeoylchinasäuren (CCS), Flavonoide und Sesquiterpenlactone (WAGENBRETH et al. 1996; BRAND 1997 und SCHILCHER & HAGEL 1999). In Anlehnung an FINTELMANN (1999) werden Zubereitungen aus Artischockenblättern (*Cynarea folium*) hauptsächlich bei dyspeptischen Beschwerden zur Förderung der Fettverdauung und zur Stimulation der Cholestese verwendet. Artischockenblattextrakte zeigen insbesondere antioxidative, cholesterinsenkende, anticholestatische und antiatherosklerotische Effekte (vgl. Kap. 2.2).

Über die Kultivierung von Artischocken als Blattdrogenpflanze liegen nur wenige wissenschaftliche Untersuchungsergebnisse vor. Die Notwendigkeit, mehr über die Kultivierung medizinisch genutzter Artischocken, aber auch über die genetische Varianz zu erfahren, ergibt sich aus der bisher einseitigen Nutzungsrichtung, welche sich vorwiegend auf den Anbau von Gemüseartischocken beschränkte. Die Gewinnung großer Blütenköpfe ist in den Mittelmeer-Anrainerländern seit langer Zeit etabliert. Für die pharmazeutische Nutzung der Blätter sind diese kommerziellen Sorten nach HANNIG (1999) weitestgehend ungeeignet. Es sind somit Forschungsarbeiten mit blattreichen und spätblühenden Typen notwendig, die darüber hinaus noch über einen hohen Gehalt an Caffeoylchinasäuren und Glykosiden verfügen.

Desweiteren muss das Anbauverfahren blattdrogenliefernder Artischocken auf die Bedingungen humider Standorte Mittel- und Nordeuropas angepasst werden, wo der Anbau von Artischocken weitestgehend unbekannt und wenig untersucht ist. In der Praxis hat sich deshalb seit den 90er Jahren auf geringer Fläche ein feldmäßiger Anbau von arzneilich genutzten Artischocken etabliert. Die Kultivierung erfolgte jedoch mit Anbauverfahren und Sorten, die in der Regel nicht an die spezifischen Bedingungen der pharmazeutischen Verwendung adaptiert waren. Gesicherte Kenntnisse über den Einfluss unterschiedlicher Saatzeiten und photoperiodischer

Bedingungen sowie veränderter Standraumverteilungen der Pflanzen auf Blattertrag und Wirkstoffgehalt der Artischocke unter humiden Bedingungen lagen bislang nicht vor. In der vorliegenden Arbeit sollten deshalb folgende Fragestellungen geklärt werden:

1. Sind die gegenwärtig verfügbaren Sorten für eine pharmazeutische Nutzung als Blattdrogenpflanze geeignet (Entwicklungsverlauf, Bestandesstruktur, Schoßfestigkeit, Drogenertrag, Wirkstoffgehalt)?
2. Welchen Einfluss haben agronomische Faktoren wie Bestandesdichte, Standraumverteilung der Pflanzen, Aussattermin und Schnitthäufigkeit auf den Blattertrag und Wirkstoffgehalt der Artischocke?
3. Bestehen Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Standort, Sorte und agronomischen Maßnahmen?
4. Durch welche Faktoren werden Gehalt und Zusammensetzung der wertgebenden Inhaltsstoffe der Blattdroge beeinflusst?
5. Wie ist die genetische Variabilität in den verfügbaren Sortimenten der Artischocke ausgeprägt?

2 Literaturübersicht

2.1 Botanik der Artischocke

Die Gattung *Cynara L.* gehört zur Familie der *Asteraceae* und umfasst 8 Arten, wobei nur die Artischocken und die Kardonen wirtschaftlich von Bedeutung sind. Die Artischocke wird als Gemüse (unreife Blütenstände) und zu Arzneizwecken (Laubblätter) angebaut, wo hingegen die Kardone ausschließlich als Gemüse (Blattstiele und Rippen) genutzt wird (BRAND 1999). Nach taxonomischer Revision der Gattung *Cynara* werden die Art *Cynara scolymus L.* (Artischocke) und die Art *Cynara cardunculus L.* (Kardone) trotz großer morphologischer Unterschiede mittlerweile in der neuen Art *Cynara cardunculus L.* und den Unterarten *subsp. flavescens* WIKL. vereint (WIKLUND 1992; INDEX KEWENSIS 1992; ZOHARY et al. 1994; ROTTENBERG & ZOHARY 1995; ROTTENBERG 1996). Artischocke und Kardone sind somit nur noch Kulturformen bzw. Zuchtsorten dieser Art. Isoenzymanalysen und Kreuzungsversuche ergaben, dass die Artischocke und die Kardone untereinander frei kreuzbar sind und fertile F1-Nachkommen bilden, ein weiterer Beleg dafür, dass sie keine eigenständigen Arten darstellen (ZOHARY et al. 1994; ROTTENBERG & ZOHARY 1995; ROTTENBERG 1996; BRAND 1999). Somit ist davon auszugehen, dass in der Vergangenheit schon immer Kreuzungen zwischen beiden Formen vorgekommen sind bzw. unterschiedliche Nutzungsrichtungen den Phänotyp verändert haben. Das Ursprungsgebiet der Artischocke und Kardone liegt im Mittelmeerraum (FOURY 1967 & 1988). Über die Domestikation und nachfolgende Diversifikation in die einzelnen Sorten ist noch nicht viel bekannt (ELIA & MICCOLIS 1996).

Die winteranuelle Pflanze keimt im Spätsommer, entwickelt im Herbst und Winter eine kräftige Blattrosette und bildet im Frühjahr des folgenden Jahres die Blütenstände (Blütenkorb), die schließlich in den Sommermonaten abreifen. Die Pflanze bildet eine kräftige und tiefgehende Pfahlwurzel aus. Der Wurzelkopf (Hypokotyl) dient der Einlagerung von Reservestoffen und ermöglicht eine gute Regeneration der Pflanzen nach einem möglichen Blattverlust. Die Laubblätter sind rosettenartig um den Vegetationspunkt angeordnet. Sie sind lang und großflächig, meist fiedrig geformt, graufilzig behaart und besitzen eine relativ stark ausgeprägte Mittelrippe. Zur Initiierung der Schoß- und Blühphase der Pflanze ist ein Vernalisationsreiz erforderlich. Im Ergebnis der Vernalisation und mit Zunahme der Tageslänge werden das Streckungswachstum der Sprossachse und die Bildung des Blütenkorbes ausgelöst. Die dekorativ wirkenden Blütenkörbe enthalten zwittrige purpurfarbene Röhrenblüten. Die Fremdbefruchtung der Artischocke und Kardone ist auf Protandrie zurückzuführen. Unter natürlichen Bedingungen erfolgt die Bestäubung der Blüten durch Insekten, vorwiegend durch *Apis mellifera* (BAIER et al. 1997). Die Frucht ist eine behaarte Achäne, die 5 - 8 mm lange Samen enthält (VOGEL 1996). Die Samen sind grau bis braun gefärbt, oval geformt und besitzen eine glatte Oberfläche. Das Tausendkorngewicht der Samen beträgt in etwa 40 - 50 g. Artischocke und Kardone sind frostempfindlich, können aber Temperaturen bis -4°C überstehen (BAIER & HANNIG 1998; WAGENBRETH et al. 1996). Als Gemüsepflanze ist sie in milden Klimaten bis zu 5 Jahre nutzbar. In gemäßigten Klimazonen kann die Blattnutzung nur einjährig erfolgen. Sie beginnt im Frühjahr und endet im Herbst (BAIER & HANNIG 1998).

2.2 Pharmazeutisch relevante Inhaltsstoffe

Die pharmazeutisch interessantesten Teile der Pflanze sind die grünen Rosettenblätter, die als Blattdroge in frischem oder getrocknetem Zustand als Ausgangsmaterial für vorwiegend wässrige Extrakte dienen. In den arzneilich genutzten Laubblättern, *Cynarae folium*, sind hauptsächlich drei Substanzklassen beschrieben, welchen eine pharmazeutische Wirksamkeit zugesprochen wird (BRAND 1992; WITTEMER 2003): die Caffeoylchinasäuren (CCS), die Flavonoide und die Sesquiterpenlacton-Bitterstoffe. Man nimmt an, dass eine synergistische Kombinationswirkung der einzelnen Inhaltsstoffe besteht, da der Gesamtextrakt eine wesentlich höhere pharmazeutische Wirksamkeit besitzt als die einzelnen Inhaltsstoffe separat. Die Wirkstoffgruppen der CCS-Verbindungen und der Flavonoide werden in der Phyto-pharmazie als Leitsubstanzen eingestuft, die zur Beurteilung und zur chargenspezifischen Kontrolle der Drogenqualität herangezogen werden können (WAGENBRETH et al. 1996; WITTEMER 2003; RENSEN & WITTEMER 2003).

Von den 3 Substanzklassen nehmen die Caffeoylchinasäuren den größten Anteil innerhalb der Blattdroge ein. Caffeoylchinasäuren sind Depside der Chinasäure mit Kaffeesäure (3,4-Dihydroxymitsäure), wobei sowohl Mono- als auch Didepside in Abhängigkeit von der Anzahl der gebundenen Kaffeesäuremoleküle beschrieben wurden (HAAF 2004). Depside sind esterartige Kondensationsprodukte von aromatischen Hydroxycarbonsäuren, welche einen ähnlichen Aufbau wie Polypeptide aufweisen (RÖMPP 1966; BROCKHAUS 2002; FUMANN et al. 1997; HAAF 2004). Das bekannteste Beispiel eines Monodepsids ist Chlorogensäure. Der Grundkörper der stickstoffreichen Chlorogensäure ist nach SCHÖPKE (2003) und CZIHAK et al. (1990) ein *1-Phenylpropan*. Phenylpropanderivate stellen die Ausgangsverbindungen der nur in pflanzlichen Organismen ablaufenden Biogenese dar, in denen *D-Erythrose-4-phosphat* und *Phosphoenolpyruvat* zu den Endprodukten *L-Phenylalanin* und *L-Tyrosin* gebildet werden (Shikimisäureweg, vgl. Abb. A 8.1). Außer bei der Artischocke ist Chlorogensäure in vielen anderen Pflanzen wie z.B. *Cinchona*-, *Hypericum*-, *Valeriana*- und *Ilex*-Arten vertreten (HAAF 2004). Chlorogensäure wurde erstmals aus liberianischem Kaffee isoliert, in dem sie mit 6,5 bis 8 % enthalten war (FUMANN et al. 1997). Die Caffeoylchinasäuren der Artischocke kommen in der Blattdroge besonders als 3-*O*-Monocaffeoylchinasäure (Chlorogensäure), 1,5-*O*-Dicaffeoylchinasäure und sehr wenig 1,3-*O*-Dicaffeoylchinasäure (Cynarin) vor. Interessant ist jedoch die Tatsache, das Cynarin in frischen Artischockenblättern nur in Spuren vorkommt, dagegen im wässrigen Extrakt erheblich ansteigt (bis 20 %). Die Ursache liegt in der während der Extrakterstellung stattfindenden Umesterung von 1,5-*O*-Dicaffeoylchinasäure in 1,3-*O*-Dicaffeoylchinasäure, die durch die hohen Temperaturen bedingt wird. Von der pharmazeutischen Industrie wird ein möglichst hoher CCS-Gehalt verlangt, der über 3 – 4 % i.d.TM liegen sollte.

Flavonoide sind die in höheren Pflanzen mengenmäßig am häufigsten auftretenden sekundären Pflanzeninhaltsstoffe und stellen eine große Strukturvielfalt innerhalb der Gruppe der Polyphenole dar. Flavonoide bieten den Pflanzen Schutz vor äußeren schädlichen Einflüssen (UV-Strahlung) und daher befinden sich die höchsten Konzentrationen überwiegend in den Randschichten der Pflanzen sowie den äußeren Blättern bzw. Schalen. Auch sollen Flavonoide, infolge ihrer antiviralen, antibakteriellen, fungistatischen und insektiziden Aktivität, Schutz vor Schädlingen bieten. Die eigentliche Funktion der Flavonoide in der Pflanze ist bisher unklar, sicher scheint die Teilnahme am Elektronentransport während der Photosynthese zu sein. Unter dem Gesichtspunkt der Regulation des Pflanzenwachstums wird den Flavonoiden in der Regel eine hemmende Wirkung zugeschrieben (CZIHAK 1990; SENGBUSCH 2003; SCHÖPKE 2003).

Die Pflanze bildet Flavonoide durch Kondensation von Pflanzensäuren zu einer C6-C3-C6-Verbindung, dem Chalcon (2-Hydroxyphenylstyrylketon), von denen sich die Flavonoide ableiten. Anhand struktureller Unterschiede am Kohlenstoff-Ring können Flavonoide in 6 Gruppen (Flavonole, Flavanole, Flavanone, Flavone, Anthocyane, Isoflavonoide) eingeteilt werden. Die meisten Flavonoide kommen in der Natur nicht frei (Aglykon), sondern als Flavonoidglykoside (Verbindungen mit Mono- bzw. Oligosacchariden) im Zellsaft der Pflanze vor (DIENER 1990). Lediglich die Flavanole sind eine Ausnahme. Die Flavonoide in den Artischockenblättern können eindeutig der Flavon-Gruppe zugeordnet werden. Vom Flavon leiten sich viele gelbe Farbstoffe in Blüten, Hölzern und Wurzeln ab, wie z.B. Chrysin, Fisetin, Kampferöl und Quercitin. Diese Farbstoffe haben nicht nur sauren, sondern auch alkalischen Charakter und können mit Mineralsäuren, ähnlich wie die eng verwandten Anthocyane, Oxoniumsalze bilden. Durch Reduktion können gelbe Flavon-Derivate in rote bzw. blaue Anthocyane umgewandelt werden. Aus diesem Grund finden sich bei vielen Pflanzengattungen gelb und blau (bzw. violett oder rosa) blühende Arten nebeneinander, wie z.B. 'Blauer und Gelber Enzian' oder 'Gelber und Roter Fingerhut'. Es kann auch vorkommen, dass man auf ein und der selben Pflanze gelbe und rote Blüten bzw. an der gleichen Blüte Rot- bzw. Blau- und Gelbfärbungen beobachten kann (RÖMPP 1966; CZIHAK 1990). Der Glykosylierung von Flavonoiden in Blättern kommt sicherlich eine andere, doch ökologisch nicht minder wichtige Bedeutung zu. Man hat sie in Verbindung mit Fraßschutz vor Insekten und anderen Tieren gebracht (SENGBUSCH 2003). Flavone liegen nur in wenigen Nahrungsmitteln vor und konnten außer bei der Artischocke z.B. in Gingko (*Ginkgo biloba*), Stiefmütterchen (*Viola ssp*), Sellerie (*Apium graveolens*) und Paprika (*Capsicum annum*) nachgewiesen werden. Nach DIENER (1990) sollen Flavonoide die Kapillarresistenz bei Blutungsneigung und bei Kapillarschäden durch Arteriosklerose oder bei Hypertonie erhöhen sowie die Kapillarpermeabilität herabsetzen (Rutin). Flavonoide stabilisieren wahrscheinlich die Hyaluronsäure (Kittsubstanz zwischen den Zellen) und verhalten sich zur Hyaluronsäure antagonistisch. In den Artischockenblättern wird vor allem das Luteolin-7-O-glucosid (Cynarosid), das Luteolin-7-O-rutinosid (Scolymosid) und das Luteolin-7-O-rutinosyl-4-O-glucosid (Cynarotriosid) gebildet. Pharmazeutisch interessant sind Flavonoid-Gehalte von 0,3 bis 0,8 % i.d.TM. Der Gehalt an Flavonoiden ist bei wässrigen Trockenextrakten vergleichbar mit der Frischsubstanz (WATZL & RECHKEMMER 2001; SCHILLER & HILLER 1999; METZ 2001; GRÖBER 2000). Für die Anwendung einiger Drogen werden diuretische, kapillarerweiternde, blutdrucksenkende, herzmuskeltonisierende, koronarerweiternde, gerinnungshemmende, choleretische und spasmolytische Wirkungen diskutiert (DIENER 1990).

Bitterstoffe ist ein Oberbegriff für alle bitter schmeckenden Substanzen. Er schließt auch solche Pflanzenstoffe ein, die auf Grund ihrer wichtigeren pharmakologischen Wirkung anderen Wirkstoffgruppen zugeordnet werden, wie die bitteren Drogen Chinarinde und Strychnossamen den Alkaloiddrogen. Zu den eigentlichen Bitterstoffen gehören Wirkstoffe solcher Drogen, deren Anwendung allein wegen ihrer Bitterwirkung erfolgt (DIENER 1990). Die Bitterstoffe der Artischocke zählen zu den Sesquiterpenlactonen vom Guajanolidtyp, deren Anteil stark variiert und im Bereich von 0,5 bis 8 % in der TM liegen kann. Als Hauptkomponenten sind vor allem das Cynaropikrin, Dehydrocynaropikrin und Grosheimin vertreten. Bitterstoffe sind thermo- und chemolabil und in wässrigen Extrakten kaum noch enthalten (SCHILCHER 1995; WAGENBRETH et al. 1996; BRAND 1997). Die Hauptverluste entstehen einerseits bei der Trocknung frischer Artischockenblätter und andererseits während des Eindampfens des Eluats zum Trockenextrakt, da die Bitterstoffe aufgrund ihrer exozyklischen Methylengruppe äußerst thermolabil sind. Weiterhin spielt die Übergangsrate in das Extraktionsmittel eine Rolle. Bitterstoffe gehen in das meistens als Extraktionsmittel

verwendete Wasser weniger gut über als in Methanol (WEGENER 1999; WAGENBRETH et al. 1999; BRAND 1997). Bitterstoffe finden zur Zeit bei der Feststellung der Qualität von AB-Extrakt-Präparaten keine Beachtung. Die von SCHILCHER (1992) geforderte Einbeziehung der Bitterstoffe in das Standardisierungskonzept ist bisher nicht erfolgt und laut BRAND (1997) nicht erforderlich, da nahezu alle pharmakologisch-klinischen Erkenntnisse zur Artischocke auf wässrigen, bitterstoffarmen Extraktzubereitungen beruhen. Dabei besitzen Sesquiterpenlactone eine appetit- und verdauungsanregende Wirkung. Aufgrund des bitteren Geschmacks steigern sie reflektorisch die Speicheldrüsen- und die Magensaftsekretion. Einige Studien deuten darauf hin, dass Cynaropikrin auch eine zytostatische Wirkung mit Antitumoraktivität besitzt (SCHILCHER 1992; GLATZEL 1966; VOSTROWSKY 1999).

2.2.1 Pharmakologische Wirksamkeit

Ein häufiger Grund für ärztliche Konsultationen sind Oberbauchbeschwerden, die hohe, vorwiegend indirekte Krankheitskosten verursachen. Das Beschwerdebild umfasst Völlegefühl, Appetitlosigkeit, Unverträglichkeiten von fettreicher Nahrung, Meteorismus und Flatulenz, Übelkeit oder sogar Erbrechen. In der internationalen Nomenklatur wird dieses Beschwerdeprofil als Non-Ulcer-Dyspepsie (NUD) bezeichnet (WEGENER & SCHMIDT 1995; WEGENER & FINTELMANN 1999). Es wird vermutet, dass etwa 30 % der Bevölkerung unter diesen dyspeptischen Beschwerden leidet und 5 % der Bevölkerung wegen diesen Beschwerden einen Arzt konsultiert (CSEF & KRAUS 1995; EBERL & WIENBECK 1994; HAUSDORF 1995). Auf der Basis vielfältiger (tier-)experimenteller und klinischer Untersuchungen gilt als ein Behandlungsweg der NUD die Förderung der Gallenausscheidung bzw. Cholorese. Die Wirkung auf die Cholorese und die Förderung der Fettverdauung durch Artischockenblattextrakte wurde in mehreren pharmakologischen Tests nachgewiesen. Des weiteren konnten pharmakologisch-medizinische Erkenntnisse den biochemischen Wirkmechanismus von Artischockenblattextrakten weitestgehend klären. In molekularen, zellulären und in-vivo Testsystemen wurden antioxidative, insbesondere hepatozytenprotektive, leukozytenprotektive und LDL-oxidationshemmende Wirkungen, sowie cholesterinsynthesehemmende, anticholestatische und antiarteriosklerotische Effekte festgestellt (GEBHARDT 1995 und 1998; GEBHARDT & HANIKA 1999; GEBHARDT; REXHEPAJ & FAUSEL 1999).

Hepatoprotektive Wirkung:

Neben zahlreichen metabolischen Funktionen kommt der Leber im Intermediärstoffwechsel die wichtige Funktion der Gallebildung sowie die Entgiftung und Ausscheidung endogener (körpereigener) und exogener (körperfremder) Stoffwechselprodukte bzw. toxischer Substanzen zu. Gerade in den ersten Schritten der metabolischen Umwandlung entstehen reaktive und zellschädigende Zwischenprodukte (WEGENER & FINTELMANN 1999). Ergebnisse aus in-vitro Untersuchungen deuten darauf hin, dass Artischockenblatt-Extrakte in der Lage sind, durch Intoxikationen hervorgerufene Beeinträchtigungen der Leber zu mindern. Dabei wird von einem antioxidativen Mechanismus der hepatoprotektiven Wirkung ausgegangen (WITTEMER 2003).

Lipidsenkende und antiarteriosklerotische Wirkung:

Zu den Risikofaktoren der Arteriosklerose gehören insbesondere die Hypercholesterinämie und Hyperlipidämie. Als Auslöser der Arteriosklerose wird die oxidative Modifizierung von LDL-Cholesterin angesehen (KLATT & ESTERBAUER 1996, WITTEMER 2003). Wichtige Maßnahmen zur Prävention der Arteriosklerose stellen die Senkung des Serumcholesterin- und Serumlipidspiegels als auch die Hemmung der Oxidation von LDL-Cholesterin dar. Verschiedene Ergebnisse aus in-vitro Untersuchungen und klini-

schen Studien geben Hinweise auf eine lipidsenkende, antioxidative und damit auch präventiv-arteriosklerotische Wirkung von Artischockenblattextrakten (GEBHARDT & HANIKA 1999; PETROWICZ et al. 1997; PITTLER et al. 1999; WEGENER & FINTELMANN 1999; WITTEMER 2003).

Antioxidative Wirkungen und Tumorprävention:

Die antioxidative Wirkung des Artischockenextraktes ist auf verschiedene Depside (Chlorogensäure, DicaFFEoylchinasäuren) und polyphenolische Verbindungen (Flavonoide) zurückzuführen. Dem Flavon Luteolin konnte eine besonders ausgeprägte Hemmwirkung auf die Oxidation von LDL nachgewiesen werden. Die Hemmung der LDL-Oxidation durch das Artischockenextrakt ist dosisabhängig. Untersuchungen haben gezeigt, dass 1 µM des Aglykons Luteolin die gleiche Hemmung bei der Lipidperoxidation aufweist, wie 20 µg/ml Artischockenextrakt. Die Wirkung glykolysierter Formen (z.B. Luteolin-7-O-glucoside) ist ebenfalls dosisabhängig, allerdings weniger effizient als die des Aglykons Luteolin (BROWN et al. 1998).

Für die Tumorprävention steht die Interaktion von Flavonoiden mit Signalübertragungswegen im Zellinnern verschiedener Zellarten im Mittelpunkt, die bereits an verschiedenen Tumorzellen in-vitro gezeigt werden konnte. Eine grundsätzliche Eignung der Artischockenextrakte für die Therapie von Tumorerkrankungen kann noch nicht bestätigt werden. Die klinische Praxis hat einen ausgeprägten antiemetischen Effekt des Extraktes aufgezeigt, wobei dieser als günstige Begleitmedikation bei der Chemotherapie eingesetzt werden kann und deren Effizienz verstärken (AGARWAL et al. 1996). Nach JACOBASCH (2005) sind 2 Gründe dafür verantwortlich, dass vor einigen Jahren das Forschungsinteresse an Flavonoiden wiederentdeckt wurde. Erstens stützten Ergebnisse von in-vitro Experimenten und epidemiologischen Untersuchungen die Hypothese, dass Flavonoide antiarteriosklerotische, antiinflammatorische, antikarzinogene, antibakterielle, antivirale und immunprotektive Effekte ausüben können. Zweitens wurde es durch methodische Entwicklungen möglich, Experimente mit geringen, biologisch relevanten Flavonoidkonzentrationen durchzuführen sowie die Transportformen und Metabolite zu identifizieren und zu quantifizieren.

2.3 Qualitätsanforderungen an die Droge

Für die internationale Anerkennung einer pflanzlichen Droge ist die offizielle Absicherung durch Arzneibuchmonografien unumgänglich. Für die aus Artischockenblättern hergestellte Droge existieren zur Zeit Monografiesammlungen in Frankreich (PFX = *Pharmacopée Française X*) und Brasilien (*Brasil3*). Eine deutsche Drogenmonografie im DAB existiert nach HANNIG und EICH (2001) nicht. SCHNEIDER et al. (2001) gibt eine positive Bewertung der Artischockenblattextrakte durch die Kommission E an. In der Monografie nach BRAND (1999) werden ausschließlich frische, aus der voll entwickelten grundständigen Blattrosette vor dem Schossen geerntete Blätter für die Weiterverarbeitung als Droge gefordert. Diese sollte bevorzugt aus kontrolliertem, mitteleuropäischen Anbau stammen.

Qualitätsanforderungen nach BRAND (1999):

Makroskopie:	Ausschließliche Verwendung von Artischockenblättern (<i>Cynara folium</i>).
Sensorik:	Schwach aromatischer Geruch und leicht salziger, dann sehr bitterer Geschmack.
Dünnschichtchromatografie:	Fingerprintprüfung auf CCS (Chlorogensäure, 1-3-di-CCS) und Flavonglykoside (Cynarosid, Scolymosid).
Trocknungsverlust:	Ca. 75 – 90 %, bestimmt mit 1 g geschnittener Blätter, 100 -105 °C/2 Stunden.
Extraktivstoffe:	Ca. 2,5 – 7 % Wasser extrahierbare Bestandteile.
Verunreinigungen:	Die mikrobiologische Prüfung erfolgt am Extrakt. Die Prüfung auf Pestizide, Schwermetalle und Aflatoxine erfolgt stichprobenweise an getrockneten Proben.
Gehalt:	0,1 – 7 % CCS und 0,03 - 0,3 % Flavonoide.

In MARQUARD/KROTH (2001) werden folgende Qualitätsanforderungen nach BAIER und HANNIG (1998) aufgelistet:

Droge:	<ul style="list-style-type: none"> - Nur Blattspreiten und Blattrippen, keine Schosser. - Natürliche Farbe der Blätter weitgehend erhalten, keine abgestorbenen oder fermentierten Blätter. - Maximal 2 % fremde Bestandteile. - Maximal 13 % Gesamtasche. - Maximal 10 % Restfeuchte. - Schwermetalle (mg/kg) max.: Cd 0,2; Pb 5.
--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.4 Anforderungen an einen pharmazeutisch ausgerichteten Anbau

2.4.1 Sortenwahl für eine pharmazeutische Nutzung

In der Genbank von Bari existiert eine Sammlung von über 100 Sorten (PORCEDDU et al. 1976; ELIA & MICCOLIS 1996), welche vorwiegend auf große Blütenköpfe, hohen Samen ertrag und Frühreife selektiert wurden. WAGENBRETH et al. (1996) geht von etwa 140 Sorten bzw. Genbankkultivaren aus, von denen aber nur 40 Sorten kultiviert werden. Die Namensgebung für einzelne Sorten ist zum Teil sehr vielfältig und von der Region abhängig (ZOHARY & BASNIZKY 1996). So gibt es zum Beispiel im mediterranen Raum (Frankreich, Italien, Spanien) oft die Bezeichnung 'Violet'. Dieses Synonym weist auf die Farbe der Hüllblätter noch in der Knospe befindlicher Artischocken (*Cynara cardunculus subsp. scolymus*) hin. Auch die in den USA am häufigsten angebaute, aus zahlreichen phänotypisch ähnlichen Klonen zusammengesetzte Sorte 'Green Globe', ebenfalls ein Vertreter der Subspezies Artischocke, ist nicht genetisch direkt verwandt mit den saatgutvermehrten europäischen Sorten gleicher Bezeichnung (DE VOS 1992). Das züchterische Hauptinteresse lag in der langjährigen Selektionen von Artischockenlinien für die Gemüsenutzung (OREGON STATE UNIVERSITY 1997). In jüngerer Zeit wurden des weiteren durch wiederholte Selbstbestäubungen homozygote Linien erzeugt (BASNIZKY und ZOHARY 1994). Diese Linien bilden die Grundlage für Gemüse-Hybridsorten ('Imperial Star', 'Orlando', 'Concerto' u.a.).

2.4.2 Stand der pflanzenbaulichen Forschung

Der pharmazeutisch ausgerichtete Anbau wurde zu Beginn der 90er Jahre in Deutschland etabliert. Standardisierte Trockenextrakte auf der Basis von Artischockenblättern gewannen in dieser Zeit zunehmend an therapeutischer Bedeutung (FINTELMANN 1996; GEBHARDT 1996). Zur Erzeugung hochwertiger Extrakte werden als Ausgangsmaterial große, möglichst homogene Drogenchargen definierter Qualität benötigt. Die Bereitstellung derartiger Droge erfolgt zunehmend durch einen kontrollierten Anbau (BAIER 1997). Das züchterische Hauptinteresse einer pharmazeutisch genutzten Artischockendroge ist eine grundständige Blattrosette, in der eine Ausbildung von Blütenköpfen unerwünscht ist. Nur dieses vegetative Entwicklungsstadium ist optimal für die geforderten pharmazeutischen Qualitätsparameter, wie zum Beispiel hoher Ertrag an stängelarmer Blattmasse und hoher Gehalt an relevanten Inhaltsstoffen (BRAND 1999). Laut Bundessortenamt Hannover (2005) werden 2 arzneilich genutzte Artischockensorten aufgeführt: 'Blanc amélioré (Saluschocke)' von Salus-Haus, Brückmühl und 'Cynamed' der Firma Martin Bauer, Vestenbergsreuth.

Die Forschungsarbeiten zur arzneilich genutzten Artischocke konzentrieren sich in Deutschland im Wesentlichen auf 3 Schwerpunkte: Vermehrung (Saatgutgewinnung), Sortenwahl und Anbauempfehlung. Für den Anbau von Artischocken zur Drogengewinnung wird Saatgut benötigt, da die Bestände jährlich neu angelegt werden müssen. Die gängige Praxis Jungpflanzen anzuziehen oder in-vitro zu vermehren ist durch den hohen finanziellen Aufwand bei der nur einjährigen Nutzung der Pflanzen nicht rentabel. Das erzeugte Saatgut muss für das im Anbau verwendete Verfahren der Einzelkorndirektsaat eine möglichst hohe Keimfähigkeit und gute Triebkraft besitzen, damit ein gleichmäßiger Bestand erreicht wird. In einer Forschungs Kooperation der Firma Lichtwer, Martin Bauer und Pharmaplant wurde ein praktikables Vermehrungsverfahren zur Erzeugung von Saatgut arzneilich nutzbarer Artischocken entwickelt (BAIER et al. 1997). Als Ausgangsmaterial dienten unter anderen die durch WAGENBRETH et al. (1996) untersuchten Artischocken-Herkünfte. Eine züchterische Bearbei-

tung der Artischocken-Herkünfte erwies sich als notwendig, da die verfügbaren sautgutvermehrten Sorten auf Frühreife ausgelesen wurden oder einen sehr niedrigen Vernalisationsbedarf aufweisen (OREGON STATE UNIVERSITY 1997). Die wichtigste Forderung nach ausschließlich vegetativen Wachstum während der gesamten einjährigen Nutzungsdauer wird in der Regel nicht erfüllt. Eine frühe Aussaat führt leicht zu einer großen Zahl schossender Pflanzen im Bestand, der Blattertrag sinkt und die Qualität der Droge leidet (WAGENBRETH et al. 1996; BAIER et al. 1997; HANNIG und EICH 2001).

Praxisempfehlungen für den Anbau von arzneilich genutzten Artischocken in Deutschland liegen zur Zeit nur sehr wenige vor. HANNIG und EICH (2001) empfehlen bei einer Direktsaat einen Reihenabstand von 50 bis 75 cm. Die Bestandesdichte ist für die pharmazeutische Nutzung mit 70.000 bis 80.000 Pflanzen pro Hektar anzusetzen (BAIER und HANNIG 1998). Der Saatgutbedarf liegt bei 4,5 bis 10 kg pro Hektar. Die Ausbringung mittels Sägeräten und Einzelkornablage hat sich bewährt (MARQUARD et al. 2001). Als Aussaattermin empfehlen HANNIG und EICH die erste Maihälfte, um so den schossenden Anteil blühender Pflanzen im Bestand zu reduzieren. Es ist zu beachten, dass Verkrustungen und Verschlämmungen zu Keimminderungen bis hin zu Totalausfällen führen können. Richtwerte zum Anbau ergeben sich weiterhin aus den 'Praxisempfehlungen für den Anbau von Gemüseartischocken in Deutschland' (HALTER 2001).

Über den Nährstoffbedarf für die pharmazeutische Nutzung der Artischocke liegen ebenfalls wenig Erfahrungen vor (WAGENBRETH et al. 1996). HANNIG und EICH (2001) schlagen eine NPK-Grunddüngung von 60 - 80 kg N, 80 - 100 kg P und 120 - 150 kg K pro Hektar vor, wo hingegen WAGENBRETH et al. (1996) eine per Pflanzung angelegte Blattkultur wie folgt gedüngt hat: N, P, K = 160, 60, 60 kg/ha. Es konnte nachgewiesen werden, dass eine Überversorgung an Stickstoff zu deutlichen Inhaltsstoffverlusten, insbesondere des CCS-Gehaltes führte (WAGENBRETH et al. 1996).

Artischocken zeigen eine relativ langsame Jugendentwicklung. Dies führt zwangsläufig zu einem hohen Unkrautdruck, der bisher ausschließlich mechanisch (Reihenfräse, Hackmaschine, Handhacke) beseitigt wird. Auf Grund der Reinheitsanforderung für pharmazeutische Rohstoffe (Beikraut $\leq 2\%$) ist diese Art der Unkrautbekämpfung eine sehr aufwendige und kostenintensive Maßnahme (HANNIG und EICH 2001; MARQUARD et al. 2001).

Der Krankheits- und Schädlingsbefall in unseren Breiten ist derzeit gering. Vereinzelt können Wurzelfäulen, Blattlausbefall und Mehltau auftreten, welche aber ohne wirtschaftliche Bedeutung sind. In den traditionellen Artischockenanbaugebieten gibt es eine Reihe von Schaderregern und Krankheiten, welche sehr hohe ökonomische Schäden anrichten können. Bedingt durch das hohe Aufkommen von Monokulturen, verbunden mit einem Variabilitätsverlust hochgezüchteter Sorten erweist sich besonders der mediterrane Raum, aber auch Kalifornien (USA) als äußerst krankheits- und schädlingsbelastet (BARI 2004; SONNANTE et al. 2004). Vier Arten von tierischen Schädlingen befallen hauptsächlich die Blütenstände der Artischocken: *Larinus scolyi* L., *Larinus cynarae* F., *Rhinocyllus conocus* und *Terellia fuscicornis* LÖEW (HILLYARD 1985; PARSON et al. 1986; BRIESE et al. 1996; GOEDEN & RICKER 1978 und 1979; ZWÖLFER 1965). Zwei dieser Arten *T. fuscicornis* LÖEW und *L. scolyi* L. können den Kornansatz eines Bestandes nahezu vollständig vernichten (FOURY et al. 1978). Die Larven beider Arten nisten sich im Blütenboden ein und ernähren sich von dem nährstoffreichen Gewebe und den Fruchtsansätzen. Der Rüsselkäfer *L. cynarae* F. befällt ebenfalls den Kornansatz der Artischocke. Der wirtschaftliche Schaden ist jedoch weitaus geringer als bei *L. scolyi* L. (SHEPPARD et al. 1992). Als wichtigste Überträger von Virose, ins-

besondere des *Artichoke Latent Virus* (ArLV) beschreibt ESPARANZA et al. (2004) den Nachtfalter *Gortyna xanthenes* und schlägt eine natürliche Bekämpfung mit dem parasitär lebenden *Pseudovipio castrator* (Hymenoptera: *Braconidae*) vor. BARI (2004) beschreibt ebenfalls einen Nachtfalter als größten wirtschaftlichen Schädling in Kalifornien: *Artichoke plume moth* (APM), *Platyptilia caduidactyla* (Riley) (Lepidoptera: *Pterophoridae*). Als weitere Schädlinge, deren Gefährlichkeit ebenfalls in der Übertragung von Viruskrankheiten liegt, sind *Aphis fabae* und *Myzodes persicae*. Durch die Zuckerabsonderung der Läuse sind pilzliche Sekundärinfektionen häufig (HALTER 2001). Weitere Schäden verursachen die Pilze *Botrytis cinerea*, *Verticillium dahliae* (FOURY 1967; MAURQUEZ et al. 2004) und *Ramularia cynarae* (HALTER 2001).

Die Ernte der Artischockenblätter sollte bei einer Bestandeshöhe ab 60 cm erfolgen (HANNIG und EICH 2001). Bei Gemüsetypen wird der Erntezeitpunkt oftmals durch den Beginn des Schossens bestimmt. Geerntet wird möglichst in einer Phase mit Hilfe von Ganzpflanzenerntemaschinen mit sofortiger Verladung. Bewährt haben sich Mähler meist älterer Bauart, bei denen das Blattgut weitestgehend zerstörungsfrei, ohne stark zu mazerieren, geerntet werden kann. Um eine möglichst gute Blattqualität zu ernten, sollte die Schnitthöhe mindestens 10 bis 15 cm betragen (WAGENBRETH et al. 1996; MARQUARD & KROTH 2001). Auf dem Boden liegende verwelkte Blätter der Rosette sind dabei auszuschließen.

Von ausschlaggebender Bedeutung für Qualität und Wirksamkeit von Artischockenextrakten ist die schonende, in jeder Phase kontrollierte Trocknung und anschließende Extraktion der Artischockenblätter unter Erhaltung der wertvollen Inhaltsstoffe (SCHENK 2005). Die Trocknung der Artischockenblätter gestaltet sich als schwierig. Gründe hierfür sind das ungünstige Eintrocknungsverhältnis von 10:1 und der Verlust an pharmazeutisch relevanten Caffeoylchinasäure-Verbindungen, welche äußerst thermolabil sind. Es zeigt sich, dass Trocknungstemperaturen oberhalb 40° Celsius am Trockengut zu einem starken Verlust dieser CCS-Verbindungen führen (BAIER und HANNIG 1998; HANNIG und EICH 2001). Für eine effektive und schonende Trocknung eignen sich Band- aber auch Flächentrockner mit Temperatur- und Luftmengenregler. Empfehlenswert ist eine grobe Zerkleinerung des Blattmaterials, welche die kostenintensive Trocknung verkürzt (WAGENBRETH et al. 1996, MARQUARD et al. 2001). Getrocknet wird bis auf eine Restfeuchte von 10 %. Die Droge wird anschließend trocken gelagert, da sie stark hygroskopisch ist (BAIER und HANNIG 1998; MARQUARD et al. 2001). Pro Hektar ist mit einem Trockenmasseertrag zwischen 15 bis 40 dt zu rechnen.

3 Material und Methoden

3.1 Kennzeichnung der Boden- und Witterungsbedingungen

Die Feldversuche wurden an den 3 Versuchsstandorten Gießen, Rauschholzhausen und Groß-Gerau durchgeführt. Nachfolgend werden die Boden- und Witterungsbedingungen in diesen Versuchsstationen während der Zeit der Versuchsdurchführung beschrieben.

Versuchsstation Gießen

Die Versuchsstation „Weilburger Grenze“ liegt an der Peripherie der Stadt Gießen auf einer Höhe von 158 m über NN. Der Bodentyp entspricht einem braunen Auenboden (allochthone Vega) mit der Horizontfolge $A_h-A_{hM}-M-M_G$ (Ackerzahl 65, pH-Wert 6,0 - 6,4). Der Tongehalt liegt im Bereich von 28 – 33 %, die Bodenart ist als schluffiger Ton (uT) zu kennzeichnen. Die Nährstoffgehalte lagen nach der CAL-Methode in den Versuchsjahren in einer Tiefe von 0 bis 90 cm bei 16 - 45 mg P_2O_5 , 12 - 33 mg K_2O pro 100 g Boden sowie bei Gehalten von 0,15 - 0,16 % N_t und 1,35 - 1,48 % C_t . Die nutzbare Feldkapazität (0 – 100 cm) liegt bei 190 mm.

Die Witterung des Standortes Gießen ist im 50jährigen Mittel durch eine Niederschlagssumme von 650 mm und eine Jahrestemperatur von 9°C gekennzeichnet. Die Verteilung der Niederschläge und der Temperaturen in den Versuchsjahren 2001 bis 2003 sind in der Tabelle 3.1 dargestellt.

In den Vegetationsmonaten der Artischocke (April - Oktober) zeigte sich 2001 eine für den Standort ungünstige Wasserversorgung (Wassermangel in den Monaten Mai und August). Durch die hohen Niederschläge im April (75,2 mm) konnte eine Saatbettvorbereitung erst nach dem Abtrocknen des Bodens in den letzten Apriltagen durchgeführt werden. Die hohe Wasseraufnahmefähigkeit des schluffigen Tonbodens und der damit verbundenen "Schlierigkeit" erschwerte die ackerbaulichen Maßnahmen zu Saatbeginn. Durch den Wassermangel im Folgemonat Mai (9,9 mm) und durch die ungewöhnlich hohen Temperaturen (16,2°C) kam es weiterhin zur Austrocknung des oberen A_h -Horizontes (Spaltenbildung des Bodens). Die vorher genannten Faktoren beeinflussten das Keimverhalten der Artischocken negativ und führten zu einer hohen Anzahl von Fehlstellen. Die Monate Juni bis Oktober 2001 zeichneten sich dagegen durch eine gute Wasserversorgung von 29,4 - 93,6 mm pro Monat Niederschlag und durch Temperaturen von 12,5 - 20,1°C aus, die das Wachstum der Artischocke begünstigten.

Im Anbaujahr 2002 wies der Standort eine bessere Wasserversorgung von 23,6 bis 117,9 mm pro Monat auf. Besonders der Monat Mai (70,2 mm Niederschlag) förderte das Keimverhalten und die Jugendentwicklung der Artischocken. Mit langsam ansteigenden Temperaturen von 9,6°C (April) auf 19,9°C (August) waren für die Artischocken günstige Wachstumsbedingungen gegeben, so dass im Gegensatz zu dem Versuchsjahr 2001 14 Tage früher (i.d.R. Mitte August) geerntet werden konnte. In der Zeit des größten Massenzuwachses (Juni und Juli) fielen vergleichsweise niedrige Niederschläge von 23,6 mm pro Monat, die die Ertragsbildung zum 1. Schnitt negativ beeinflussten, wo hingegen sich die hohen Niederschläge im Monat August (105,3 mm) bei Temperaturen von 19,9°C positiv auf die Regenerationsfähigkeit der Artischocken auswirkten und eine gute Blattmassebildung zum 2. Schnitt ermöglichten.

Das Versuchsjahr 2003 erwies sich als das niederschlagsärmste Anbaujahr (31,7 mm - 80,2 mm/Monat) mit den höchsten Temperaturen (7,3°C - 21,9°C/Monat). Durch die gute Wasserversorgung bei gleichzeitig optimalen Temperaturen konnten hohe Erträge zum 1. und 2. Schnitt erzielt werden.

Tab. 3.1: Klimadaten (Niederschläge und Lufttemperatur), Standort Gießen 2001-2003

Monate	IM*		2001		2002		2003	
	NS*	LT*	NS*	LT*	NS*	LT*	NS*	LT*
April	41,0	8,4	75,2	8,5	61,4	9,6	31,7	10,2
Mai	58,0	12,9	9,9	16,2	70,2	14,6	69,5	15,3
Juni	62,0	16,0	82,2	15,9	23,6	19,1	80,2	20,8
Juli	66,0	17,8	93,6	20,1	23,6	18,9	77,7	19,4
August	59,0	17,2	29,4	20,1	105,3	19,9	30,4	21,9
September	50,0	13,7	83,7	12,9	51,9	14,0	41,1	14,7
Oktober	49,0	9,0	64,6	12,5	117,9	9,4	39,5	7,3
Summe	385,0		438,6		453,9		370,1	
Mittel	55,0	13,6	62,7	15,2	64,8	15,1	52,9	15,7

IM* = langjähriges Mittel; NS* = Niederschlag (mm); LT* = Lufttemperatur (°C)

Versuchsstation Rauschholzhausen

Die Versuchsstation Rauschholzhausen liegt ca. 30 km östlich von Marburg/Lahn und befindet sich geografisch gesehen im Amöneburger Becken (200 - 295 m über NN) nordwestlich des Vogelsbergs. Der tiefgründige Lößlehm mit einem Tongehalt von 16 – 18 % ist durch eine Ackerzahl von 70 gekennzeichnet. Der Bodentyp entspricht einer Parabraunerde. Die Nährstoffgehalte lagen in den Versuchsjahren in einer Tiefe von 0 bis 90 cm bei 14 mg P₂O₅ und 19,7 mg K₂O pro 100 g Boden (CAL-Methode) sowie bei Gehalten von 0,15 % N_t und 1,3 % C_t. Die nutzbare Feldkapazität liegt in einer Bodentiefe von 100 cm bei 123 mm.

Die Witterung des Standortes Rauschholzhausen ist im 50jährigen Mittel durch eine Niederschlagssumme von 603 mm und eine Jahrestemperatur von 8,1°C gekennzeichnet. Die Verteilung der Niederschläge und der Temperaturen in den Versuchsjahren 2001 bis 2003 wird in der Tabelle 3.2 sichtbar.

Innerhalb der Vegetationsperiode 2001 (April - Oktober) wies der Standort Rauschholzhausen eine Wasserversorgung von 15,2 bis 89,6 mm pro Monat und Temperaturen von 7,7 bis 12,3°C auf. Wie am Standort Gießen lag die Niederschlagsmenge im Monat Mai (15,2 mm) deutlich unterhalb des langjährigen Mittels (53,7 mm). Die Monate Juni und Juli zeichneten sich durch eine hohe Niederschlagsmenge von 80,2 bzw. 55,0 mm bei gleichzeitig hoher und kontinuierlicher Temperatursteigerung von 15,0 auf 19,3°C aus, die das Massenwachstum und somit die Ertragsbildung zum 1. Schnitt positiv beeinflussten. Trotz niedriger Niederschlagsmengen im Folgemonat August (27,8 mm) und hohen Temperaturen von 19,4°C konnte sich die Artischocke auf Grund ihrer ausgebildeten Pfahlwurzel nach dem ersten Schnitt gut regenerieren, so dass auch hier ein 2. Schnitt erfolgte.

Das Versuchsjahr 2002 zeichnete sich durch sehr hohe Niederschlagsmengen (537 mm) innerhalb der Vegetationsperiode aus, wo hingegen das langjährige Mittel bei 393,7 mm liegt. Die Wasserversorgung lag bei 47 bis 112,9 mm pro Monat. Signifikante Unterschiede zwischen dem Niederschlag der Vegetationsperiode und dem langjährigen Mittel sind besonders in den Monaten Juli (Differenz von 46,6 mm), August (Differenz von 41,4 mm) und Oktober (46,1 mm) zu verzeichnen. Die Durchschnittstemperaturen 2002 lagen innerhalb des betrachteten Zeitraumes bei 14,1°C, wo hingegen das langjährige Temperaturmittel 13°C betrug. Besonders die Monate Juli und August wiesen Differenzen von bis zu 2,6°C gegenüber dem langjährigen Mittel auf.

Das Jahr 2003 war in seinem Witterungsverlauf am ausgeglichensten. Die Regenmengen pro Monat lagen im Bereich von 25,2 bis 96,9 mm. Signifikante Unterschiede zwischen dem Niederschlag innerhalb der Vegetationsperiode 2003 und dem langjährigen Mittel sind besonders im Monat Mai (Differenz von 43,6 mm) vorhanden. Die hohen Wassermengen im Mai bereiteten den Artischocken Keimungs- und Auflaufprobleme. Gründe hierfür sind die Verschlammung der oberen lößhaltigen Bodenschicht und die Verkrustung dieser bei Abtrocknung des Bodens. Die Anfangsschwierigkeiten spiegeln sich im verlangsamten Massezuwachs zum 1. Schnitt wider. Niederschlagsmengen von 53,6 mm bei Temperaturen von bis zu 20,8°C förderten im August die Regenerationsfähigkeit und die erneute Massebildung der Artischocken, so dass Anfang Oktober ein 2. Schnitt erfolgte.

Tab. 3.2: Klimadaten (Niederschläge und Lufttemperatur), Standort Rauschholzhausen 2001-2003

Monate	IM*		2001		2002		2003	
	NS*	LT*	NS*	LT*	NS*	LT*	NS*	LT*
April	40,5	7,6	55,8	7,7	47,0	8,6	37,6	8,0
Mai	54,0	12,2	15,2	14,9	71,6	13,1	96,9	14,2
Juni	62,7	16,2	80,2	15,0	49,7	17,0	64,4	19,4
Juli	64,8	16,9	55,0	19,3	111,4	18,9	77,5	19,2
August	71,5	16,7	27,8	19,4	112,9	19,3	53,6	20,8
September	50,1	13,1	89,6	12,3	48,9	13,2	25,2	13,4
Oktober	50,1	8,7	48,5	12,4	96,2	8,8	58,5	6,1
Summe	393,7		372,1		537,7		413,7	
Mittel	56,2	13,1	53,2	14,4	76,8	14,1	59,1	14,4

IM* = langjähriges Mittel; NS* = Niederschlag (mm); LT* = Lufttemperatur (°C)

Versuchsstation Groß-Gerau

Die Versuchsstation Groß-Gerau liegt südwestlich von Frankfurt/Main auf einer Höhe von 90,7 m über NN. Der anlehmgige Sandboden ist durch die Ackerzahl 23 und einem pH-Wert von 6,4 zu kennzeichnen. Der Bodentyp entspricht einer Parabraunerde sandiger Textur. Der A_p-A_t-Horizont (0 – 25 cm) besteht aus einem pleistozänen, schwach humosen Sand von geringem Puffervermögen. Erst im A₁B_t-B_t-Horizont in 50 cm Tiefe trifft man auf lehmige bis tonige Ablagerungen aus dem Rotliegenden (Sprendlinger Forst). Das Rotliegende ist im unteren B_v-Horizont mit Kies zu einem festen Verband verkittet. Durch den schwankenden Grundwasserstand befinden sich mit unterschiedlicher Mächtigkeit in verschiedenen Tiefen sekundäre Kalkausscheidungen. Der Nährstoffversorgungsgrad des Bodens im Frühjahr lag in den Versuchsjahren in einer Tiefe von 0 bis 90 cm bei 24 mg P₂O₅, 7 mg K₂O, 5 mg MgO und 0,25 mg B. Die nutzbare Feldkapazität (0 - 100 cm) liegt bei 70 mm.

Die Witterung des Standortes ist im langjährigen Mittel durch eine Niederschlags-summe von 590 mm und eine Jahrestemperatur von 9,4°C zu kennzeichnen. Die Verteilung der Niederschläge und der Temperaturen in den Versuchsjahren 2001 bis 2003 wird in Tabelle 3.3 sichtbar.

Im Anbaujahr 2001 fielen in den Monaten April bis Oktober 368,8 mm Niederschlag. Die niedrigste Niederschlagsmenge verzeichnete der Monat Mai mit 24,1 mm. Um das Keimverhalten der Artischocken nicht zu gefährden, wurde eine zusätzliche Beregnung durchgeführt. Die ausgeglichenen Niederschläge von 39,4 - 61,2 mm bei Temperaturen von 16,5 bis 20,4°C in den Monaten Juni bis August begünstigten das Wachstum der Artischocken. Ende August konnte bei ausreichender Blattmassebildung der erste Schnitt durchgeführt werden. Die ungewöhnlich hohen Niederschläge im Monat

September von 92,6 mm (Differenz zum langjährigen Mittel: 44,7 mm) begünstigten bei Temperaturen um die 13°C das Regenerationsvermögen der Artischocken. Ein zweiter Schnitt erfolgte i.d.R. Ende September.

Das Versuchsjahr 2002 zeichnete sich durch Niederschlagsmengen von 381,1 mm innerhalb der Vegetationsperiode aus. Die Wasserversorgung lag bei 15,1 bis 92,2 mm pro Monat. Signifikante Unterschiede zwischen dem Niederschlag der Vegetationsperiode und dem langjährigen Mittel sind besonders im Monat Juli (Differenz von 49,5 mm) zu verzeichnen. Die Durchschnittstemperaturen 2002 lagen innerhalb des betrachteten Zeitraumes bei 16,2°C, wo hingegen das langjährige Temperaturmittel der letzten 50 Jahre 14,3°C betrug. Besonders der Monat Juli wies eine Differenz von bis zu 4,1°C gegenüber dem langjährigen Mittel auf. Diese extrem hohen Temperaturen bei gleichzeitig fehlenden Niederschlägen wirkten sich ungünstig auf die Blattmassebildung der Artischocken aus und förderten die Bildung von Blütenständen. Um einer Qualitätsminderung entgegenzuwirken, wurde der erste Schnitt Ende Juni durchgeführt. Die folgenden Monate Juli und August waren charakterisiert durch Niederschlagsmengen von 92,2 bzw. 48,4 mm und förderten bei gleichzeitig hohen Temperaturen (19,6 bzw. 20,4°C) die Regenerationsfähigkeit und die Blattmassebildung der Artischocken. Ein zweiter Schnitt erfolgte Anfang September. Bedingt durch das noch milde Klima in den Monaten September und Oktober konnte erstmals ein dritter Schnitt Ende Oktober erfolgen.

Das Versuchsjahr 2003 erwies sich als das niederschlagsärmste. So fielen innerhalb der Anbauperiode nur 233,1 mm Niederschlag (Differenz zum langjährigen Mittel: 156,4 mm). Die Monate April, Juni bis einschließlich Oktober wiesen ein Defizit an pflanzenverfügbarem Wasser auf (10,6 - 39,5 mm Niederschlag). Nur der Monat Mai, mit Niederschlagsmengen von 75,8 mm, konnte den Wasseransprüchen der Artischocken voll gerecht werden. Die Durchschnittstemperatur des betrachteten Zeitraumes 2003 betrug 16,5°C (langjähriges Mittel: 14,4°C). Die Temperaturerhöhung um 4,9°C bei gleichzeitigem Wassermangel hat sich negativ auf die Blattmassebildung ausgewirkt und förderte die Ausbildung von Blütenständen.

Tab. 3.3: Klimadaten (Niederschläge und Lufttemperatur), Standort Groß-Gerau; 2001-2003

Monate	IM*		2001		2002		2003	
	NS*	LT*	NS*	LT*	NS*	LT*	NS*	LT*
April	40,9	9,2	58,3	8,9	47,7	11,0	10,6	10,9
Mai	56,0	13,8	24,1	16,8	63,2	15,5	75,8	15,7
Juni	64,6	16,9	39,4	16,5	15,1	21,0	21,2	21,9
Juli	67,9	18,8	45,0	20,4	92,2	19,6	38,0	21,0
August	62,7	18,0	61,2	20,1	48,4	20,4	20,2	23,1
September	47,9	14,3	92,6	13,0	29,6	14,8	27,8	15,2
Oktober	49,5	9,4	48,2	13,4	84,9	11,0	39,5	7,9
Summe	389,5		368,8		381,1		233,1	
Mittel	55,6	14,4	52,7	15,6	54,4	16,2	33,3	16,5

IM* = langjähriges Mittel; NS* = Niederschlag (mm); LT* = Temperatur (°C)

3.2 Anlage und Durchführung der Feldversuche

3.2.1 Anlage der Feldversuche

Standraumversuche:

Der Versuch wurde an den Standorten Gießen und Groß-Gerau mit der Sorte 'Green Globe' durchgeführt. Als Prüffaktoren bzw. Prüfstufen wurden gewählt: Faktor A – Bestandesdichte mit 2, 4, 8 und 12 Pfl./m² in den Jahren 2001 - 2002 bzw. mit 4, 8 und 12 Pfl./m² im Anbaujahr 2003 und Faktor B – Reihenweite mit 50, 75 und 100 cm. Der Versuch wurde als zweifaktorielle Blockanlage mit 3 Wiederholungen angelegt. Die Parzellengröße betrug je nach Reihenweite 14 m², 21 m² und 28 m². Die Stickstoffdüngung wurde im Frühjahr nach dem Pflanzenaufgang und zusätzlich nach den Schnitten einheitlich mit jeweils 40 kgN/ha in Form von Kalkammonsalpeter verabreicht. Die Unkrautbekämpfung erfolgte manuell. Die erfassten Prüfmerkmale während der Bestandesentwicklung und nach der Ernte sind in der Tab. 3.7 dargestellt. Als Erntezeitpunkt wurde das Ende der Blattneubildung (kurz vor Schoßbeginn) gewählt. Aus allen drei Wiederholungen wurden jeweils 4 repräsentative Einzelpflanzen entnommen, gewogen und in ihre Einzelfractionen (grünes und gelbes Blatt, Blütenstand) unterteilt, bei maximal 40°C getrocknet, gemahlen und für die Laboranalyse verwendet. Analog zur Einzelpflanzentnahme wurden auch alle anderen Pflanzen der Parzelle geerntet, in ihre Einzelfractionen aufgeteilt und gewogen. Nach dem Wiegen wurden jeweils Mischproben der Einzelfractionen entnommen, zerkleinert, bei 105°C getrocknet und für eine TS-Bestimmung zur Verfügung gestellt.

Sortenversuche:

Die Feldversuche wurden als einfaktorielle Blockanlage mit 3 Wiederholungen angelegt. Im Anbaujahr 2001 betrug die Parzellengröße am Standort Gießen 10,5 m², in Rauischholzhausen 15 m² und in Groß-Gerau 21 m². Die Bestandesdichten variierten mit 2 Pfl./m² (Rauischholzhausen) und 4 Pfl./m² (Gießen, Groß-Gerau). In den folgenden Anbaujahren 2002 und 2003 wurde die Parzellengröße mit 21 m² und 4 Pfl./m² vereinheitlicht. Die Saattiefe betrug 2 cm bei feuchtem und 3-4 cm bei trockenem Boden. Um ein schnelleres Auflaufen zu gewährleisten, wurde das Pflanzloch in Rauischholzhausen (in allen 3 Jahre) und in Gießen (in 2 Jahren) vor der Samenabgabe mit Torf befüllt. Die Aussaat von 2 Körnern pro Saatloch erfolgte als manuelle Ablage mit Markeuhr. Getreide stellte in der Regel auf allen drei Standorten die Vorfrucht dar (außer Rauischholzhausen 2001: brachliegender Acker). Im Herbst vor der Aussaat fand eine Grunddüngung mit Phosphat und Kalium statt. In dem Versuchsjahr 2003 wurde an den Versuchsstandorten Gießen und Groß-Gerau das Insektizid Pirimor (300g) gegen Blattläuse appliziert. Die verwendeten Sorten sind in der Tabelle 3.4 und die erfassten Prüfmerkmale in der Tabelle 3.7 aufgeführt.

Neben der Ermittlung der Blatterträge wurde die phänotypische Diversität unterschiedlicher Artischockenkultivare bestimmt. Die angebauten Sorten wurden in 3 Gruppen unterteilt: *Kardone-Ähnlich*, *Artischocken-Ähnlich* und *Distel-Ähnlich* (vgl. Tab. A 8.1).

Tab. 3.4: Geprüfte Sorten in den Sortenversuchen 2001-2003

Sorten	2001	2002	2003	Bezugsquelle
A 7/2	-	x	x	Lichtwer
A 7/4	-	x	x	Lichtwer
BG Göttingen	x	-	-	Botanischer Garten Göttingen
BG Karlsruhe	x	x	-	Botanischer Garten Karlsruhe
Blauer Schnittcardy	x	x	x	BEPA
C 4	-	x	x	Lichtwer
Celesta	-	x	-	Universität Iași (Rumänien)
GL Nr.368	x	-	-	Genbank Gatersleben
Gobbo di Nizza	x	x	x	Nebelung
Green Globe	x	x	x	Pharmasaat
Imperial Star	-	x	-	Pharmasaat
Indented Leaf Giant	x	x	x	Suba & Unico (Italien)
Lichtwer 1	x	-	-	Lichtwer
Lichtwer 2	x	-	-	Lichtwer
Lichtwer 3	x	x	-	Lichtwer
Sakiz	x	-	-	Universität Izmir (Türkei)
Saluschocke	-	x	x	Salus-Haus
Silverleaf	x	x	x	Florensis
Unirea	x	x	-	Universität Iași (Rumänien)
Violet (Chiogga)	-	-	x	Krämer
Violet (Provence)	x	x	x	Nebelung, Florensis
Violet (Romagna)	x	x	x	Juliwa
White Giant	x	x	x	Suba & Unico (Italien)

Herkunftsprüfung:

Die Herkunftsprüfung wurden am Standort Gießen in den Versuchsjahren 2001 - 2003 durchgeführt. Als Ausgangsmaterial für die Feldversuche dienten kleinere Saatgutmengen von jeweils 5 – 30 Samen pro Akzession. Die angebauten Herkünfte sind in der Tabelle 3.5 aufgeführt. Auch innerhalb der Herkunftsprüfung wurde die phänotypische Diversität der Akzessionen bestimmt. Die verwendeten Akzessionen konnten ebenfalls in die Gruppen: *Kardone-Ähnlich*, *Artischocken-Ähnlich* und *Distel-Ähnlich* unterteilt werden (vgl. Tab. A 8.1). Die Herkünfte dienten als Ausgangsmaterial für die Bestimmung der genotypischen Diversität (PCR-Analysen).

Tab. 3.5: Geprüfte Herkünfte in den Feldversuchen 2001 - 2003

Herkunft	2001	2002	2003	Bezugsquelle	Fundort
Kat. 374	x	-	-	GB Gatersleben	unbekannt
Cyn 7/88	-	x	x	GB Gatersleben	unbekannt
Cyn 7/90	x	-	-	GB Gatersleben	unbekannt
Cyn 9/89	x	x	x	GB Gatersleben	Italien
Cyn 13/94	x	x	x	GB Gatersleben	Italien
Cyn 10/98	x	x	x	GB Gatersleben	Italien
Cyn 12/95	x	x	x	GB Gatersleben	Italien
K 8814/97	x	x	x	GB Gatersleben	Portugal
K 8886/99	x	x	x	GB Gatersleben	Portugal
K 9388/99	x	x	x	GB Gatersleben	Portugal
K 10148/99	x	x	-	GB Gatersleben	Griechenland
67/3664	x	-	x	Bot. Garten Marburg	unbekannt, Eigenvermehrung
Jahrgang 2000	x	-	-	Bot. Garten Gießen	unbekannt, Eigenvermehrung
Jahrgang 2001	-	x	-	Bot. Garten Gießen	unbekannt, Eigenvermehrung
Jahrgang 1998	-	x	-	Bot. Garten Gießen	unbekannt, Eigenvermehrung
"Gießen"	-	-	x	Bot. Garten Gießen	unbekannt, Eigenvermehrung
67/3664 JG 1992	-	x	x	Bot. Garten Karlsruhe	unbekannt, Eigenvermehrung
89/431	-	x	-	Bot. Garten Karlsruhe	unbekannt, Eigenvermehrung
C.c.Ernte 1999	-	x	-	Bot. Garten Saarbrücken	unbekannt, Eigenvermehrung
C.s. Ernte 1997	-	x	-	Bot. Garten Göttingen	unbekannt, Eigenvermehrung
C.s./GL 357	-	x	-	Bot. Garten Göttingen	unbekannt, Eigenvermehrung
C.s./GL 356	-	x	-	Bot. Garten Göttingen	unbekannt, Eigenvermehrung
"Göttingen"	-	-	x	Bot. Garten Göttingen	unbekannt, Eigenvermehrung
Hazera	-	x	-	Professor Marquard	Israel
Sakiz	x	-	x	Universität Izmir	Türkei, alte Landsorte
Uxla	x	-	-	Universität Izmir	Türkei, alte Landsorte
XX-658-G-70	x	-	-	Firma Hild, Eigenzucht, (F ₁)	unbekannt
XX-865-670	x	-	-	Firma Hild, Eigenzucht, (F ₁)	unbekannt
Gobbo di Nizza	x	-	-	Firma Nebelung	Frankreich
Lichtwer 3	x	-	-	Firma Lichtwer	Frankreich

Saatzeitenversuche:

Im Saatzeitenversuch wurde als Prüffaktor der Aussaattermin gewählt, dessen Einfluss auf den Entwicklungsverlauf und auf die Bildung des Blattdrogenertrages geprüft werden sollte (vgl. Tab. 3.6). Mit Beginn des Schossens wurde der Erntezeitpunkt pro Variante festgelegt.

Tab. 3.6: Aussaattermine in Saatzeitenversuchen an den Standorten Gießen, Groß-Gerau und Rauschholzhausen

Varianten	Gießen	Groß-Gerau		Rauschholzhausen
	2001	2001	2002	2002
1. Saatzeit	19.04.	20.04.	25.03.	05.04.
2. Saatzeit	30.04.	30.04.	04.04.	15.04.
3. Saatzeit	15.05.	15.05.	15.04.	25.04.
4. Saatzeit	28.05.	28.05.	25.04.	08.05.

Der Feldversuch wurde als einfaktorielle Blockanlage mit 3 Wiederholungen angelegt. Im Versuchsjahr 2001 betrug die Parzellengröße am Standort Gießen und Groß-Gerau 21 m² mit 4 Pflanzen/m² und einer Reihenweite von 75 cm. In dem folgenden Versuchsjahr 2002 wurde die Parzellengröße mit 21 m² und 4 Pfl./m² vereinheitlicht. Die erfassten Prüfmerkmale können der Tabelle 3.7 entnommen werden.

3.2.2 Erfassung von Prüfmerkmalen zur Bestandesentwicklung

Entwicklungsverlauf:

Die phänologischen Daten wurden immer von den selben Personen des entsprechenden Versuchsfeldes bestimmt. Der Erntetermin war dann erreicht, wenn die ersten Schosser im Bestand sichtbar wurden.

Morphologische Merkmale:

Die Parameter Blattlänge, Blattbreite, und Wuchshöhe wurden an 4 repräsentativen Pflanzen aus der zu untersuchenden Parzelle (2. Pflanzreihe, ab 2. Pflanze) zu den verschiedenen Terminen gemessen und daraus dann ein Mittelwert für jeden Messtermin gebildet. Die Parameter Blattlänge und Blattbreite wurden an dem Standort Groß-Gerau nicht erhoben. Die Blattanzahl/Pflanze wurde ebenfalls an den 4 repräsentativen Pflanzen gezählt und in ihre Fraktionen (grüne und gelbe Blätter) unterteilt. Aus den 4 Werten wurde ebenfalls ein Mittelwert für jeden Messtermin gebildet. Die Bestandesdichte wurde in allen Versuchen pro Parzelle 14 Tage nach dem Auflaufen und zur jeder Ernte bestimmt.

Chlorophyll-Gehalts-Index mit dem CCM 200 (Bernt GmbH):

Die Messwerte des CCM 200 spiegeln die Gesamtpigmentgehalte der Blätter, berechnet als Chlorophyll-Index-Werte, wider. Die Index-Werte werden auf Grundlage der vom Blatt in 2 Wellenlängenbereichen transmittierten Lichtmenge berechnet, in denen die Lichtabsorption von Chlorophyll verschieden ist. Chlorophyll absorbiert am stärksten im roten und blauen Bereich, eine geringe Absorption findet im grünen Bereich statt und nahezu keine im infraroten. Darum liegen die Wellenlängenbereiche, die für die Messung des Chlorophyllgehaltes gewählt wurden, im Roten, wo Chlorophyll stark absorbiert und der Einfluss von Carotinoiden gering ist und im Infraroten, wo die Absorption nahezu Null ist. Zwei LED's im Belichtungssystem emittieren rotes (etwa 650 nm) und infrarotes (etwa 940 nm) Licht, wenn der Messkopf geschlossen wird. Dieses Licht gelangt durch die Blattprobe zum Rezeptor (Photodioden), wo das trans-

mittierte Licht in ein analoges elektrisches Signal konvertiert wird. Aus dem digitalen Signal wird durch einen Mikroprozessor der Chlorophyll Content Index (CCI) berechnet. Der CCI-Wert erscheint auf dem Display und ist aus dem Speicher abrufbar.

In den Versuchsjahren 2001 - 2003 konnten an den Standorten Gießen und Rauschholzhausen in allen Versuchen Chlorophyllmessungen (14 Tage nach Pflanzanfang und zur Ernte) durchgeführt werden. Der Standort Groß-Gerau konnte nur im Versuchsjahr 2002 vollständig beprobt werden. Die Chlorophyllmessungen werden als Index-Werte dargestellt, die als Ausdruck des Pigmentgehaltes der Blätter (vor allem Chlorophyll) fungieren und wurden an den selben 4 repräsentierenden Pflanzen durchgeführt. Pro Pflanze wurden an verschiedenen Blättern 3 Messungen erhoben und gemittelt. Die gemittelten Werte pro Einzelpflanze wurden für die statistische Auswertung zu einem Gesamtmittelwert pro Parzelle zusammengefasst. Die Daten wurden 4 Wochen nach dem Aufgang und kurz vor der Ernte erhoben.

Blattflächenindex:

Der Blattflächenindex (LAI = Leaf Area Index) wurde mit dem SunScan-Gerät (Firma Delta-T Devices Ltd.) durchgeführt. Die SunScan Sonde ist ein tragbares Messgerät zur Messung von Lichtintensitäten im Bereich der 'Photosynthetisch Aktiven Strahlung' (PAR) in Pflanzenbeständen. Im Vergleich zu anderen Meßsystemen ist PAR in der Lage, im Wellenbereich von 400 - 700 nm zu messen. Damit kann die Abschwächung der Sonnenstrahlung innerhalb des Pflanzenbestandes ermittelt und der Blattflächenindex (LAI) bestimmt werden. Der Blattflächenindex ist ein Maßstab für die Lichtabsorption des Pflanzenbestandes. Bei diesem Messverfahren wird, vergleichbar mit dem Chlorophyllmessverfahren die Differenz der Lichtintensitäten berechnet. Der Blattflächenindex gibt an, wie viel Blattfläche in m^2/m^2 Bodenfläche vorhanden ist. Der LAI wurde jeweils unmittelbar vor der Ernte erhoben. Pro Parzelle wurden 4 Messungen durchgeführt, gemittelt und statistisch ausgewertet.

Der Krankheits- und Schädlingsbefall sowie der Unkrautbesatz wurden bei der 14tägigen Bonitur miterfasst und gegebenenfalls Maßnahmen (Metasystox R, Pirimor bzw. Handhacke/Fräsen) angeordnet. Die Ernte erfolgte parzellenweise. Die Einzelpflanzen wurden mit der Sichel in einer Höhe von 10 - 15 cm geschnitten, in Körben gesammelt und mittels einer Waage konnte vor Ort die Frischmasse pro Parzelle gewogen, Proben (grüne, gelbe Blätter und Schosser) für die Bestimmung der Trockensubstanz entnommen und daraus die Trockenmasse bestimmt werden. Analog zur Parzellen-ernte wurden die 4 repräsentativen Einzelpflanzen separat geerntet, in ihre Einzelaktionen (grün, gelb, Blütenstand) unterteilt, gewogen, zerkleinert, in Trockenkästen gelegt, bei 40°C getrocknet und für die HPLC-Analyse fein zermahlen. Zur Bestimmung der Trockensubstanz wurden die Pflanzen, unterteilt in ihre Einzelaktionen (grün, gelb, Blütenstand), zerkleinert, eingewogen, in Trockenkästen gelegt, bei 105°C getrocknet und ausgewogen. Aus der Gewichts Differenz konnte der Trockenmasseanteil errechnet werden.

Tab. 3.7: Ermittelte Prüfmerkmale in den Feldversuchen 2001-2003

Prüfmerkmal	Erfassung je Versuch		
	SRV*	SO*	SZ*
Datum			
- Aufgang	x	x	x
- Bestandesschluss	x	x	x
- Schoßbeginn	x	x	x
- Ernte	x	x	x
Keimdichte	x	x	x
Bestandesdichte (BD)	x	x	x
BD zur Ernte	x	x	x
Blattlänge (BL), Blattbreite (BB), Wuchshöhe (WH)/Pflanze (cm)			
- 2 Wochen nach Aufgang	x ¹	x ¹	x ¹
- 4 Wochen nach Aufgang	x ¹	x ¹	x ¹
- 6 Wochen nach Aufgang	x ¹	x ¹	x ¹
- 8 Wochen nach Aufgang	x ¹	x ¹	x ¹
- zur Ernte	x ¹	x ¹	x ¹
Blattanzahl/Pflanze (grün, gelb)			
- 2 Wochen nach Aufgang	x	x	x
- 4 Wochen nach Aufgang	x	x	x
- 6 Wochen nach Aufgang	x	x	x
- 8 Wochen nach Aufgang	x	x	x
- zur Ernte	x	x	x
Chlorophyllmessung			
- 4 Wochen nach Aufgang	x ¹	x ¹	x ¹
- zur Ernte	x ¹	x ¹	x ¹
LAI-Messung			
- zur Ernte	x ¹	x ¹	x ¹
Krankheits- und Schädlingsbefall	x	x	x
Unkrautbesatz	x	x	x
Bonitur auf Schosser			
- zur Ernte	x	x	x
Bonitur auf basale Seitentriebe			
- zur Ernte	x ¹	x ¹	x ¹
Messung der Schnitthöhe zur Ernte	-	-	-
Bestimmung der FM			
- Gesamtgewicht	x	x	x
- Gewicht der Blattfraktion (grün, gelb)	x	x	x
- Gewicht der Sprossachse (Stiel- und Blütenknospe)	x	x	x
Trocknungsbedingungen			
- Zerkleinerungsgrad der Blattmasse (Schnitteinstellung des Häckslers)	x	x	x
- Temperaturwahl	x	x	x
- Zeitdauer der Trocknung	x	x	x
- Eintrocknungsverhältnis	x	x	x
- Belüftung	x	x	x
Bestimmung des TM-Ertrages (dt/ha)	x	x	x
Analyse der bei 40 °C getrockneten Proben (HPLC)	x	x	X

x¹ = in Groß-Gerau nicht erhoben; x² = nur 2002 in Groß-Gerau erhoben

SRV* = Standraumversuch; SO* = Sortenversuch; SZ* = Saatzeitenversuch

3.3 Populationsgenetische Untersuchungen

3.3.1 Präparation der DNA

Für die Untersuchungen wurden sowohl Feldisolate (2001 und 2003), als auch Gewächshausisolate (2002) verschiedener geografischer Herkünfte sowie Sorten verschiedener Händler verwendet. Insgesamt wurde die DNA von 43 Vertretern der Art *Cynara scolymus ssp. flavescens* WIKL. analysiert. Um Aussagen über die genetische Ähnlichkeit innerhalb der Familie *Asteraceae* treffen zu können, wurden im Versuchsjahr 2003 zusätzlich distelähnliche Arten der Gattungen *Onopordum* L., *Cirsium* L., *Dipsacum* L. und *Arctium* L. getestet und mit der Gattung *Cynara* L. verglichen (vgl. Tab. A 8.2).

Das Blattmaterial wurde in der Regel am Versuchsstandort Gießen vor Ort entnommen und in sterile kieselgelhaltige Röhrchen (Silicagel) überführt. Kieselgel ist eine amorphe Kieselsäure (Siliziumdioxid) im festen Zustand und chemisch gesehen ein kolloides Kieselsäure-Polykondensat. Dieses Makromolekül kann durch seine große Oberfläche bis zu 300 Wassermoleküle je Siliziumdioxidmolekül als Kristallwasser binden. Durch den schnellen Wasserentzug aus den Artischockenproben konnten, nach mehrmaligem Wechseln des Gels, die so gewonnenen Proben bis zur Aufbereitung problemlos gelagert werden. Das getrocknete Material wurde unter Zufuhr von flüssigem Stickstoff und sterilem Quarzsand im Mörser pulverisiert, abgewogen und mit dem DNA-Isolierungs-Kit (FA Quiagen/DNeasy Plant Kit) entsprechend dem mitgelieferten Handbuch (2001, 2002) isoliert. Dieses Kit bestand aus einem Extraktions-, Lysierungs-, Wasch- und Elutionspuffer. Die in der Lösung befindliche RNA wurde mit der mitgelieferten RNase verdaut. Alle für diese Methode notwendigen Zentrifugationen wurden mit einer Tischzentrifuge (Hettich, Modell MIKRO 20) durchgeführt.

Versuchsdurchführung:

1. 50 mg des getrockneten Pflanzenmaterial werden durch Mörsern in einem sterilen und bei -20 °C vorgekühlten Mörser homogenisiert, in eine sterile 1,5 ml Eppendorf-tube überführt und mit 400 µl vorgewärmten Extraktionspuffer pipettiert. Anschließend werden 20 µl RNase A (Stammlösung: 20 mg/ml) zugeführt. Nach vorsichtiger Durchmischung wird das Homogenat im Wasserbad bei 65 °C für 10 min inkubiert. Während dieser Inkubationszeit werden die Proben 2 - 3 mal wiederholt vorsichtig durchmischt. Die hohe Salzkonzentration des Extraktionspuffers bewirkt, dass die pflanzlichen Polysaccharide von den in der Lösung befindlichen Nukleinsäuren getrennt werden.
2. Es werden 130 µl Lysierungspuffer pipettiert und für 5 min auf Eis inkubiert. Bei diesem Schritt fallen Detergentien, Proteine, Polysaccharide und der Quarzsand (feste Phase) aus. Die Proben werden 2 min bei 13 000 rpm zentrifugiert und der Überstand (dickflüssige Phase) in die QiAshredder spin column überführt und ein weiteres mal bei 13 000 rpm für 2 min zentrifugiert.
3. Die Lösung wird mit gleichem Volumen Ethanol (96 – 100 %) und 1/2 Volumen AP3 - Puffer versetzt, vorsichtig durchmischt und in den DNeasy mini spin column überführt. Das DNeasy mini spin column enthält eine Membran an der die nicht sichtbare DNA gebunden wird.
4. Die an der Membran gebundene DNA wird nach 1minütiger Zentrifugation bei 8000 rpm mit 500 µl Waschpuffer (70 % Ethanol) versetzt und nochmals 2 min zentrifugiert.

5. Nach der Abschüttung des Waschalkohols wird die noch an der Membran gebundene DNA mit 100 µl warmen Elutionspuffer (65°C) versetzt. Die DNA kann nun bis zur weiteren Bearbeitung im Kühlschrank aufbewahrt oder eingefroren werden.

Untersuchungen in der PCR- bzw. RAPD - Technik zeigten, dass das erzeugte Bandenmuster stark von der DNA-Konzentration abhängig sein kann, insbesondere zu hohe Konzentrationen führen oft zu nicht reproduzierbaren Ergebnissen (TINGEY et al. 1994). Aus diesem Grund wurde die DNA entsprechend verdünnt und die Konzentration mit Hilfe eines DNA-Markers (λ -Marker) bestimmt. Für eine RAPD-PCR-Reaktion sind 10-15 ng DNA notwendig (WILLIAMS et al. 1990).

3.3.2 Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR)

Die PCR (Polymerase Chain Reaction) ist eine enzymatische Kettenreaktion, die Nucleinsäuren in theoretisch unbegrenzten Mengen amplifizieren kann. Darüber hinaus besitzt die PCR-Technik eine sehr hohe Empfindlichkeit zum Nachweis für spezifische DNA-Sequenzen innerhalb eines Genoms (HANKE 1993). Die PCR-Reaktion findet in Thermocyclern statt, die durch ihr eingebautes Peltier-Element in der Lage sind, in kürzester Zeit aufzuheizen bzw. abzukühlen. Zunächst speichert man ein Temperaturprofil ab, das aus einem Zyklus mit drei Reaktionsphasen (Denaturierung, Annealing, Amplifikation) besteht (vgl. Abb. 3.1). Der Reaktionsmix wird in der Phase 1 auf 94°C erhitzt. Bei diesen hohen Temperaturen werden die Wasserstoffbrückenbindungen gelöst und die doppelsträngige DNA zerfällt in ihre beiden Einzelstränge (Denaturierung). Das anschließende schnelle Abkühlen auf 36°C verhindert, dass die Einzelstränge wieder miteinander verschmelzen. In dieser 2. Phase, dem sogenannten "Annealing" ermöglichen zwei definierte Oligonukleotide (Primer) sich komplementär an die beiden Einzelstränge zu binden. Ein Primer besteht aus einer kurzen einzelsträngigen DNA-Sequenz, die man i.d.R. synthetisch herstellt. Man verwendet zwei verschiedene Primer, die die Anfangs- bzw. Endsequenz des gewünschten Fragments kodieren. Der Reaktionsmix wird auf 72°C erhitzt und es beginnt die 3. Phase, die sogenannte "Amplifikation" der Primer. Der durch das Primer-Annealing entstandene, doppelsträngige Bereich dient nun als Startpunkt für die *Taq*-Polymerase (Enzym aus dem thermophilen Archebakterium *Thermus aquaticus*), mit deren Hilfe der Einzelstrang zum Doppelstrang aufsynthetisiert wird, indem Nucleotidtriphosphate (ddNTPs) komplementär in 5'-3'-Richtung eingebaut werden. Als Produkt erhält man zwei neue doppelsträngige DNA-Moleküle, deren Länge durch die 5'-Enden der Primer festgelegt sind. Die aus dem ersten PCR-Zyklus resultierenden DNA-Doppelstränge werden wiederum denaturiert und gehen in den nächsten PCR-Zyklus (30 - 40 mal) ein. Durch die Wiederholung dieser Zyklen der Phasen 1 - 3 (Denaturierung, Annealing, Elongation) kommt es jedes Mal zur Verdopplung der DNA und damit in einer "Kettenreaktion" zu einer exponentiellen, selektiven etwa 10^6 - 10^7 fachen Anreicherung der durch die Oligonukleotide flankierten DNA-Sequenz (WINK & WEHRLE 1994).

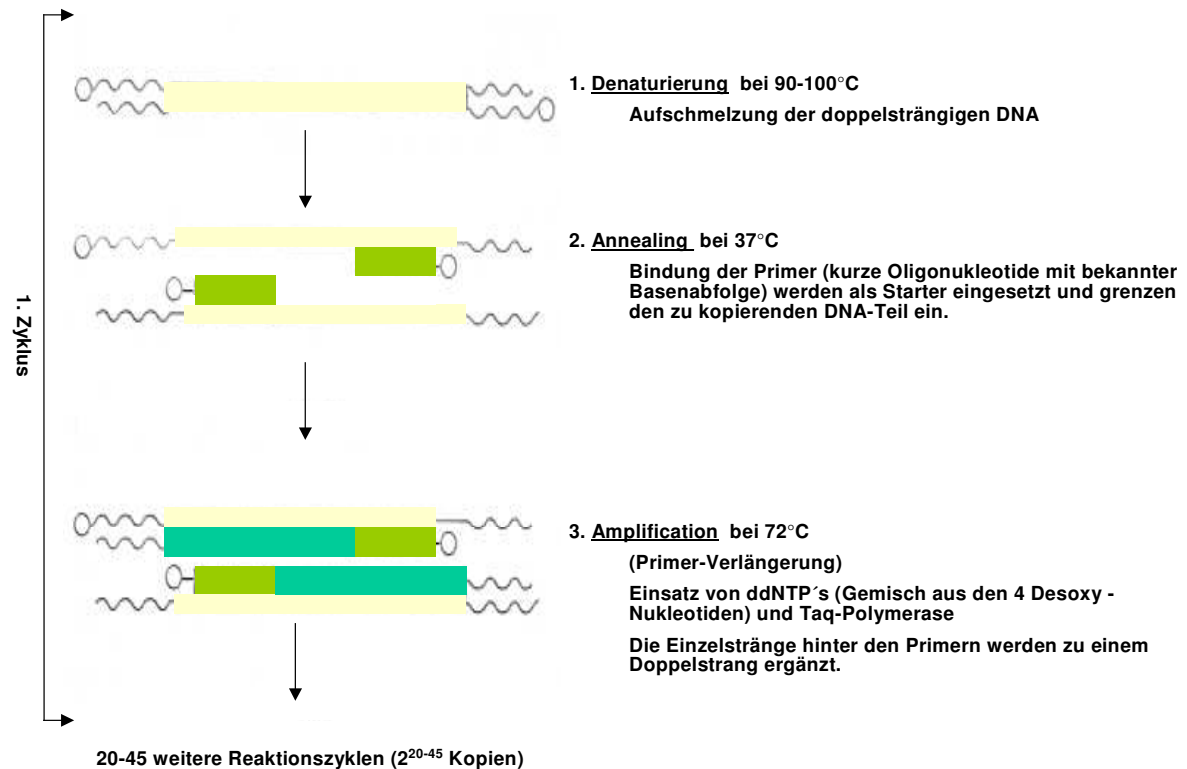


Abb. 3.1: Funktionsprinzip der PCR (nach SCHMID 2002)

3.3.3 Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD)

Eine abgewandelte Form der PCR ist die sogenannte RAPD-Methode (Randomly Amplified Polymorphic DNA). Man benutzt bei dieser Technik einen kurzen Primer (Oligonukleotid von 10 bp Länge) und kann mit ihm die An- oder Abwesenheit von Dekanukleotiden analysieren. Im Ergebnis gibt es nicht mehr unterschiedliche große Fragmente aus einer vorher isolierten DNA, sondern es zählt nur noch die An- oder Abwesenheit bestimmter Banden. Da der eingesetzte Primer sehr kurz ist, gibt es im untersuchten Genom mehrere Bindungsstellen. Statistisch findet man daher etwa alle 10^6 Basen einen komplementären Bindungsort. Liegen nun zwei solcher Hybridisierungsstellen in entgegengesetzter Richtung und in einer Entfernung unterhalb 5 kb, kann mit Hilfe der PCR (vgl. 3.3.2) der dazwischen liegende DNA-Bereich amplifiziert werden. In den Versuchsjahren 2001 bis 2003 wurden insgesamt 43 Vertreter der Gattung *Cynara L.* mit jeweils 16 verschiedenen Dekanukleotid-Primern der Firma Roth bzw. Amersham (vgl. Tab. 3.8) hinsichtlich ihrer Amplifikationstauglichkeit (An- oder Abwesenheit von Banden) getestet. Analog dazu wurden im Jahr 2003 Pflanzen der Gattungen *Onopordum L.*, *Arctium L.*, *Cirsium L.* und *Dipsacus L.* untersucht. Alle zu testenden Proben wurden auf einem Thermocycler der Marke 'Cyclone 25' von Peqlab durchgeführt.

Primer	Sequenz	Firma
1	5'-d(GGT GCG GGA A)-3'	Amersham
2	5'-d(GTT TCG CTC C)-3'	Amersham
3	5'-d(GTA GAC CCG T)-3'	Amersham
4	5'-d(AAG AGC CCG T)-3'	Amersham
5	5'-d(AAC GCG CAA C)-3'	Amersham
6	5'-d(CCC GTC AGC A)-3'	Amersham
7	5'-d(GCA CCC GAC G)-3'	Roth
8	5'-d(CGC CCA AGC C)-3'	Roth
9	5'-d(CCA TGG CGC C)-3'	Roth
10	5'-d(CGC CCG ATC C)-3'	Roth
11	5'-d(ACC CCA GCC G)-3'	Roth
12	5'-d(GCA CGG AGG G)-3'	Roth
13	5'-d(GCA CGC CGG A)-3'	Roth
14	5'-d(CGC CCT CAG C)-3'	Roth
15	5'-d(GCA CGG TGG G)-3'	Roth
16	5'-d(CGC CCT GGT C)-3'	Roth

Tab. 3.8:
Für die Bestimmung der genetischen Ähnlichkeit ausgewählte RAPD-Primer mit den entsprechenden Sequenzen

Das Probenvolumen eines PCR-Ansatzes betrug 25 µl und setzte sich folgendermaßen zusammen:

- 1 RTG RAPD Analysis Beads (Globuli mit dNTP-Mix und DNA-Polymerase),
- 1 µl DNA,
- 5 µl Primer,
- 19 µl Bidet.

Die PCR-Reaktion lief 45 Zyklen und wurde nach folgenden Parametern durchgeführt (IMANI 2001):

Programm 1:	45 °C	2 min Vorheizen des Thermoblocks
Programm 2:	95 °C	5 min Denaturierung vor dem Zyklusbeginn
Programm 3:	95 °C	1 min Denaturierung
	36 °C	1 min Annealing
	72 °C	2 min Elongation, 45 Zyklen
Programm 4:	72 °C	5 min abschließende Amplifikation
Programm 5:	4 °C	Lagerung bis zur Gelelektrophorese

Der PCR-Ansatz wurde auf ein 2%iges, mit Ethidiumbromid behandeltes, Agarose-Gel aufgetragen, um so die eingeschleuste genetische Information nachzuweisen. Dazu wurde der gesamte Probenansatz (25 µl) mit Dye im Verhältnis 1:6 angefärbt. Der Farbstoff enthält 30 % Glycerol und die Farbstoffe Bromphenolblau bzw. Xylencyanol. Das Glycerol bindet sich an der DNA und verhindert durch seine höhere Dichte bei der elektrophoretischen Auftragung ein Wegdiffundieren der Proben in den wässrigen Puffer. Der Farbstoff Bromphenolblau bildet eine dunkelblaue Elektrophoresefront, die in etwa einem 400 bp großen DNA-Fragment entspricht, wo hingegen der Farbstoff Xylencyanol eine hellblaue Front erzeugt und einem Fragment von etwa 4000 bp gleichkommt. Die meisten DNA-Fragmente innerhalb einer RAPD-PCR befinden sich zwischen diesen beiden Molekulargrößen, so dass die Laufzeit einer Elektrophorese leichter eingeschätzt werden konnte. Aus dem Proben-Dye-Gemisch wurden jeweils 10 µl auf ein Agarosegel pipettiert. Um bei der späteren statistischen Auswertung Aussagen über die Größe der einzelnen Fragmente machen zu können, wurde zusätzlich ein DNA - Längenstandard (FA Peqlab, 100bp Ladder) mit dem definierten Messbereich von 100 - 3000bp aufgetragen. Die amplifizierten Banden konnten so der Größe nach dem jeweiligen Primer zugeordnet werden. Nach der Elektrophorese wurden die

Gele unter UV-Licht durch das im Gel enthaltene Ethidiumbromid sichtbar gemacht, fotografiert und dokumentiert. Die Dokumentation, Archivierung und quantitative Auswertung erfolgte ab dem Versuchsjahr 2002 mit einem Hard- und Software Set (BioDocAnalyse) der FA Biometra. Im Versuchsjahr 2001 wurde mit einer Polaroid S/W-Kamera fotografiert und eingescannt (vgl. Abb. 3.2).

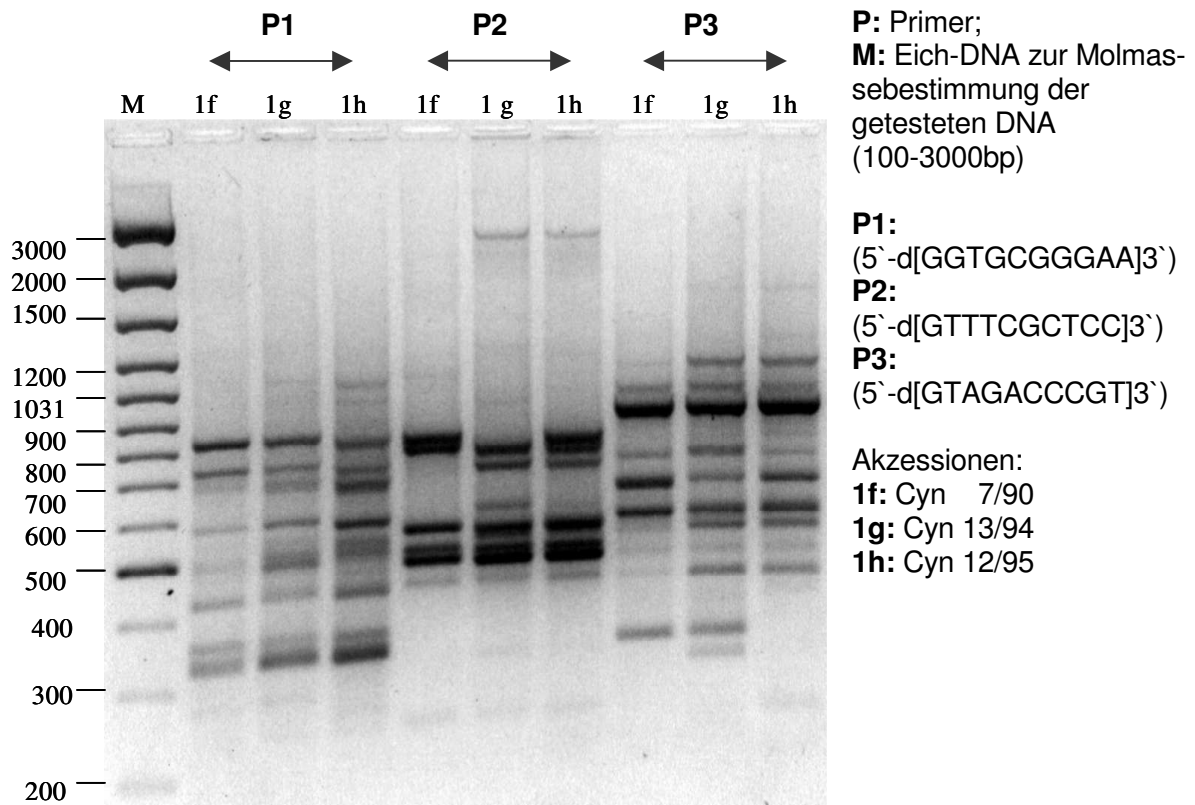
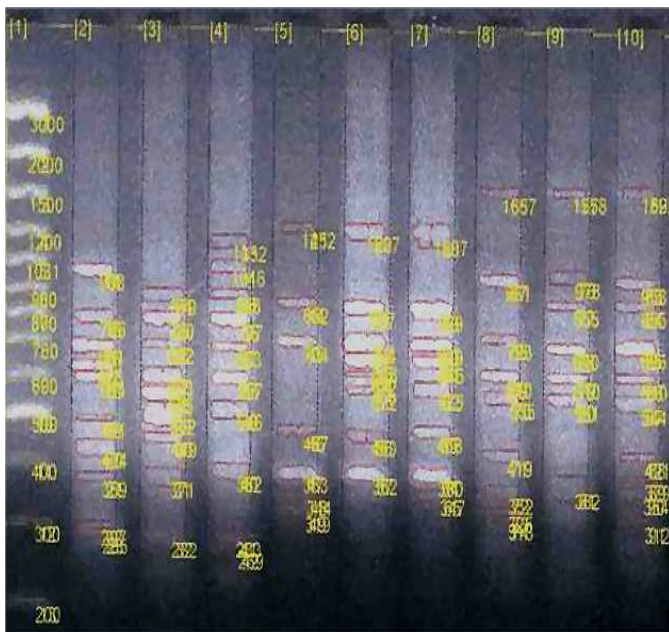


Abb. 3.2: RAPD-Fingerprint von 3 italienischen Cynara-Akzessionen mit 3 Primern (AMERSHAM)

3.3.3.1 Datenauswertung

Mit Hilfe der Clusteranalyse sollten die Unterschiede innerhalb und außerhalb der beprobten DNA nachgewiesen werden. Dazu wurden alle untersuchten Genotypen auf die An- bzw. Abwesenheit homologer Banden hin untersucht und mit Hilfe des Computerprogramms EXCEL in eine 1/0 Matrix überführt (vgl. Abb. 3.3). Diffuse oder nicht reproduzierbare Banden entfielen. Aus diesen Daten wurde die genetische Distanz mit Hilfe des DICE-Indexes ermittelt. Genetische Distanzen drücken genetische Unterschiede bzw. Ähnlichkeiten zwischen Individuen oder Populationen durch eine einzige Zahl aus, die in der Regel zwischen 0 (kein Unterschied) und 1 (maximaler Unterschied) liegt (DICE 1945). Die Analyse der genetischen Diversität anhand von RAPD-Markern wird auf der Basis von binären Daten durchgeführt. Hierbei liegt für jedes Individuum ein Vektor von Nullen und Einsen vor, der das Vorhandensein (1) oder Fehlen (0) des beobachteten Merkmals, z.B. einzelner Banden auf einem Agarosegel, charakterisiert. Beim DICE-Index wird die Anzahl der gemeinsamen Banden doppelt gewertet. Somit stellt der Ähnlichkeitskoeffizient ein qualitatives Ähnlichkeitsmaß dar, welches

das Ausmaß der genetischen Konservierung widerspiegelt. Der DICE-Algorithmus ist identisch mit der genetischen Distanz nach NEI (1973), die in der statistischen Auswertung von RAPD-Daten breite Anwendung gefunden hat.



Primer	1	1	1	1
Marker	3050-2800	2800-2600	2600-2400	2400-2200
2a-Green-Globe	1	0	0	0
2b-Silverleaf	0	0	0	0
2c-Blauer-Schnittcardy	0	0	0	0
2d-Violett-de-Provences	0	0	0	0
2e-Violette-Romania	0	0	0	1
2f-Unirea	0	0	0	0
2g-Indi	0	0	0	0
2h-Sakiz	0	0	0	0
2i-XX-668-G70	0	0	0	0
2k-XX-865-G70	0	0	0	0
3a-Kat.-374				
1a-Gobbo-di-Nizza	0	0	0	0
1b-Cyn-9/89	0	0	1	1
1c-Cyn-10/98	0	0	0	0
1d-Indented-Leaf-Giant	0	0	0	0
1e-White-Giant	1	1	1	0
3a-Kat.-374	1	1	1	1

Molmassebestimmung der PCR-Produkte → Überführung in eine 0/1-Matrix

Abb. 3.3 Untersuchung der Genotypen auf die An- bzw. Abwesenheit homologer Banden

Anschließend wurde eine Clusteranalyse durchgeführt. Aus der Fülle verschiedenartiger Cluster wurde das hierarchische Fusionierungsverfahren ausgewählt, eine an sich sehr rechenaufwendige Methode, da zwischen jedem Schritt eine Distanzmatrix aller aktueller Cluster gebildet wird. Dieses Problem wurde durch eine speziell dafür entwickelte Software (NT-SYS) behoben. Die Funktionsweise beruht auf die Vereinigung benachbarter Cluster. Die Distanzen wurden anschließend in Dendrogrammen dargestellt (vgl. Abb. A 8.2 - A 8.4), die den genetischen Abstand innerhalb der Art *Cynara cardunculus ssp. flavescens* (Versuchsjahr 2001 und 2002) und außerhalb der Art (Versuchsjahr 2003) mit Pflanzen der Gattungen *Cynara* L., *Onopordum* L., *Arctium* L., *Cirsium* L. und *Dipsacus* L. graphisch wiedergeben.

3.4 Analyse der Inhaltsstoffe mittels HPLC

Die Bestimmung des Gehaltes phenolischer Verbindungen in der Artischockendroge erfolgte mit der HPLC-Technik und wurde durch den Kooperationspartner Lichtwer Pharma AG durchgeführt. Insgesamt wurden folgende Komponenten erfasst:

CCS-Verbindungen

MonoCCS-1
 MonoCCS-2
 Chlorogensäure (MonoCCS-3)
 Mono-CCS-4
 Kaffeesäure
 Cynarin
 DiCCS-1 bis 4

Flavonoide

Flavonoid-1
 Cynarosid (Luteolin-7-O-glucosid)
 Flavonoid-3
 Flavonoid-4

Funktionsweise der HPLC-Anlage

Die HPLC ist vom Aufbau her gesehen der Säulenchromatografie zuzuordnen und ermöglicht eine qualitative bzw. quantitative Trennung verschiedener Substanzklassen innerhalb kürzester Zeit. Das Trennverfahren wird als Adsorptionsverfahren bezeichnet, da die verschiedenen Moleküle der Untersuchungssubstanzen unterschiedlich stark von der stationären Phase adsorbiert werden. Die stationäre Phase besteht aus der Trennsäule (rel. polares Füllmaterial mit hoher spez. Oberfläche) mit denen die zu untersuchenden Substanzen über ein Einspritzsystem (Injektor, Autosampler) mit hohem Druck (Hochdruckpumpe) durch die Trennsäule (Vor- und Hauptsäule) gepresst werden. Am UV-Detektor werden dann die spezifischen Eigenschaften der getrennten Komponenten gemessen und über eine Verbindung zum EDV-System ausgewertet (Erstellung von Chromatogramm und Peak Report).

Prinzip der Bestimmung:

Die Bestimmung des Gehaltes phenolischer Verbindungen in der Artischockendroge erfolgt nach der Methode des externen Standards. Anschließend wird eine Kalibration der HPLC-Anlage mittels einer Eichreihe für die Hauptkomponenten CCS und Flavonoide durchgeführt. Zur Berechnung dieser Komponenten in den zu untersuchenden Proben wird auf die absolute Peakfläche (mVolt*min) der Eichreihe zurückgegriffen.

Probenvorbereitung, Extraktion und HPLC (Methode nach BRAND 1991):

Von den getrockneten und fein zermahlenden Proben werden ca. 50 mg in einen 50 ml Messkolben eingewogen und mit 12,5 ml Methanol/Wassergemisch (80/20) versetzt. Das Probengemisch wird anschließend für 30 min im auf 20°C erwärmten Ultraschallbad extrahiert, mit doppelt destilliertem Wasser im Verhältnis 1:1 verdünnt und gut durchgeschwenkt. Anschließend werden 2/3 der Probenlösung in ein 10ml Reagenzglas überführt und für 15 min bei 5000 U/min zentrifugiert. Der klare Überstand wird mit Hilfe einer Spritze durch einen Mikrofilter in zwei HPLC-Vials überführt und anschließend unter folgenden Bedingungen chromatografiert:

mobile Phase A:	0,5 %ige Phosphorsäure	
mobile Phase B:	Acetonitril gradient grade	
Detektion:	DAD	230-400 nm
	Chromatogramm	330 nm
Säulentemperatur:	29,5 - 30,5°C	
Anfangsdruck:	ca. 67 bar	
Analysezeit:	51 min	

Stationäre Phase: Supelcosil LC - 18; 150 x 4,6 mm; 5 µm
 Injektionsvolumen: 20 µl
 Säulentemperatur: 30°C
 Analysedruck: ca. 110 bar

Auswertung:

Die Substanzen in der Untersuchungslösung werden über die Retentionszeiten der Substanzen in der Vergleichslösung bzw. über die relative Retentionszeit bezogen auf die Chlorogensäure zugeordnet. Durch Vergleich des DAD-Spektrums (Dioden-Array-Detektor) mit denen der Datenbank erfolgt die Zuordnung als Chlorogensäure oder Cynarosid. Aus dem chromatografischen Verlauf kann ebenfalls der prozentuale Inhaltsstoffgehalt berechnet werden. Im Chromatogramm der Vergleichslösung werden die Substanzen wie folgt eluiert (vgl. Abb. 3.4):

Chlorogensäure: RT (Retentionszeit) ≈ 10,5 min
 Cynarin: RT ≈ 12,8 min
 Cynarosid: RT ≈ 16,8 min

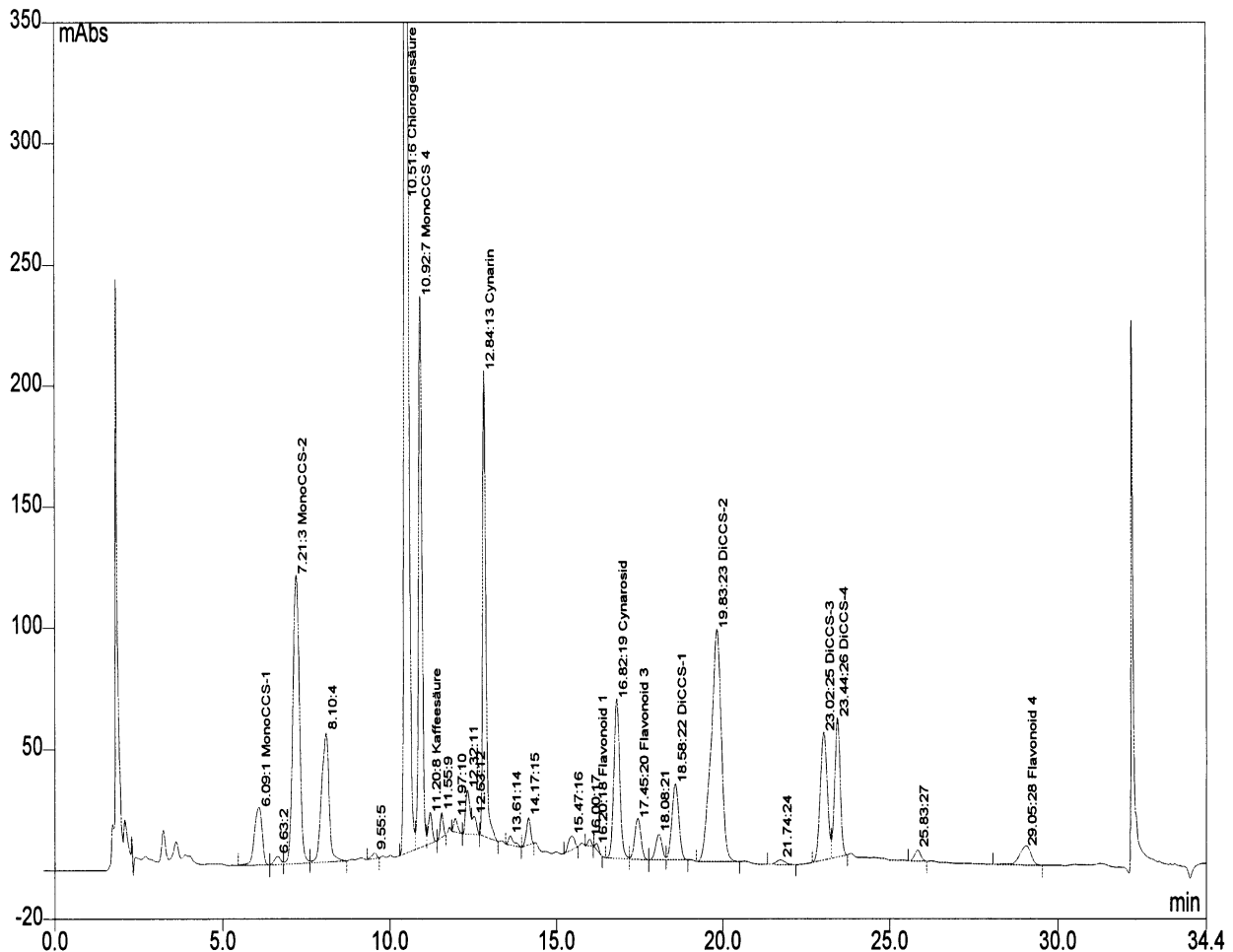


Abb. 3.4: Beispiel-HPLC-Chromatogramm

Die Substanzen in der Untersuchungslösung werden ebenfalls durch UV-VIS Spektrenvergleich entweder der Chlorogensäure oder dem Luteolin-7-O-glucosid (Cynarosid) zugeordnet. Im Chromatogramm erscheint als erste zu identifizierende Substanz Mono-CCS-2 ($RR_t \approx 0,62$), gefolgt von der Chlorogensäure ($RR_t \approx 1,00$) und Mono-CCS-4 ($RR_t \approx 1,05$), die als intensive Signale deutlich zu erkennen sind. Das Cynarin ($RR_t \approx 1,27$) ist die Signal intensivste DicaFFEoylchinasäure. Diese Substanzen müssen über ihre UV - VIS Spektren der Chlorogensäure entsprechen. Die Gruppe der Flavonoide wird im Chromatogramm durch den Peak des Cynarosid ($RR_t \approx 1,72$) bestimmt, welcher über den Spektrenvergleich dem Cynarosid entsprechen muss.

3.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Versuchsdaten wurde mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms EXCEL 2000 sowie mit dem Statistikprogramm SPSS 10.0 vorgenommen. Die Primärdaten wurden zunächst einer explorativen Datenanalyse unterzogen und nach Auffälligkeiten in der Datenstruktur untersucht. Die Daten wurden anschließend mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf Normalverteilung überprüft.

Um den angestrebten Signifikanztest für Mittelwertvergleiche durchführen zu können, musste die Voraussetzung, dass auch die Varianzen innerhalb der einzelnen Gruppen gleich sind, erfüllt sein. In der explorativen Datenanalyse von SPSS 10.0 wurde diese Voraussetzung mit Hilfe des Levené-Tests überprüft. Er berechnete den F-Wert als statistisches Prüfmaß, dessen Verteilung bekannt war. Dadurch konnte getestet werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Gleichheit der Varianzen in der Grundgesamtheit vorlag. Dabei deutete eine geringe Wahrscheinlichkeit auf einen Unterschied zwischen den Varianzen hin. Sie stellte die Irrtumswahrscheinlichkeit dar, die mit einem Zurückweisen der Nullhypothese, nach der Varianzen in der Grundgesamtheit gleich sind, verbunden war. Der p-Wert von 0,0 gab somit also an, dass die Hypothese, die Varianzen in den beiden Gruppen seien in der Grundgesamtheit gleich, bei gegebener Datenlage nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,0 % zutraf. Damit war die Hypothese abzulehnen. Dieser Fall lag bei den durchgeführten Feldversuchen nicht vor, so dass von einer Datentransformation abgesehen werden konnte.

Die Ergebnisse der Feldversuche konnten nun mit einer einfaktoriellen bzw. mehrfaktoriellen ANOVA (**A**nalysis **O**f **V**ariance) verrechnet werden. Signifikante Unterschiede beziehen sich auf eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ ($p = 0,05$).

Mit dem Anschlussstest nach Tukey (für homogene Varianzen) bzw. dem Dunnett-T3-Test (für nichthomogene Varianzen) wurde schließlich überprüft, ob ein signifikanter Einfluss des Prüffaktors auf die jeweiligen Prüfmerkmale vorlag. Abschließend wurde die Grensdifferenz (GD) auf dem Niveau von $\alpha = 5\%$ berechnet, mit der überprüft werden kann, ob sich die Mittelwerte zweier Stichproben signifikant unterscheiden.

4 Ergebnisse

4.1 Sortenversuche 2001 – 2003

4.1.1 Standort Gießen 2001

4.1.1.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Die Artischockensorten zeigten im Versuchsjahr 2001 zu beiden Schnitten eine sehr geringe Schoßneigung. Nur die Sorte `Green Globe´ wies zum 1. Aufwuchs einen erhöhten Anteil von 0,1 Schossern/m² auf. Hinsichtlich der Blattanzahl wurden zwischen den Sorten zum Teil erhebliche Unterschiede sichtbar. Allgemein kann festgestellt werden, dass zum 1. Schnitt in der Regel mehr Blätter als zum 2. Schnitt ausgebildet wurden. Ausnahmen bilden hier die Sorten `Green Globe´ (13 Blätter zu beiden Schnitten) und `Lichtwer 3´ (12 Blätter zu beiden Schnitten). So weist zum 1. Schnitt die Sorte `Indented Leaf Giant´ im Mittel 16,3 Blätter/Pflanze auf, wo hingegen `Violet (Provence)´ und `Lichtwer 2´ nur 9,3 bzw. 9,7 Blätter/Pflanze ausbildeten. Eine besonders hohe Regenerationsfähigkeit zum 2. Schnitt konnte bei `Green Globe´ (13 Blätter/Pflanze), `Lichtwer 1´ (12 Blätter/Pflanze), `Lichtwer 2´ (12 Blätter/Pflanze) und `Lichtwer 3´ (12 Blätter/Pflanze) beobachtet werden. Im Gegensatz dazu entwickelte die Sorte `Violet (Romagna)´ nur 6 Blätter/Pflanze (vgl. Tab. 4.1).

Tab. 4.1: Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Gießen 2001

Sorten	Schosser/m ²		Blattanzahl/Pflanze		Wuchshöhe (cm)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	0,0	0,0	12,0	8,0	47,1	45,3
Violet (Rom.)	0,0	0,0	10,3	6,0	37,7	44,8
Violet (Prov.)	0,0	0,0	9,3	8,0	34,5	41,7
Green Globe	0,1	0,0	13,0	13,0	41,3	47,7
Lichtwer 1	0,0	0,0	13,0	12,0	43,6	46,8
Lichtwer 2	0,0	0,0	9,7	12,0	34,7	40,5
Unirea	0,0	0,0	13,3	8,0	57,6	45,1
Bl. Schnittcardy	0,0	0,0	10,0	8,0	34,2	43,8
I. L. Giant	0,0	0,0	16,3	8,0	59,9	39,6
White Giant	0,0	0,0	11,3	7,0	63,3	47,3
Lichtwer 3	0,0	0,0	12,0	12,0	62,3	52,8
F-Wert	3,10	-	2,67	1,24	18,06	0,89
p-Wert	0,01	-	0,03	0,32	0,00	0,56
GD 5%	0,1	-	3,8	4,5	8,1	11,6

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

Die Wuchshöhe variierte zum 1. Schnitt sehr stark. Die Sorten `White Giant´, `Lichtwer 3´ und `Indented Leaf Giant´ erreichten Wuchshöhen von 59,9 bis 63,3 cm, wo hingegen bei den Sorten `Violet (Provence)´, `Lichtwer 2´ und `Violet (Romagna)´ im Mittel ein signifikant geringeres Höhenniveau von 34,5 bis 37,7 cm gemessen wurde. Zum 2. Schnitt lagen die Wuchshöhen bei allen Sorten im Bereich von minimal 39,6 cm (`Indented Leaf Giant´) und maximal 52,8 cm (`Lichtwer 3´). Vergleicht man die Wuchshöhen zum 1. und 2. Schnitt, dann sind zum Teil gegensätzliche Sorteneffekte zu beobachten. Während die Wuchshöhen bei `Indented Laef Giant´, `White

Giant´, `Lichtwer 3´, `Unirea´, und `Silverleaf´ zur zweiten Ernte abnahmen, war bei den anderen Sorten eine Zunahme der Wuchshöhe zu beobachten. Betrachtet man die Blattlänge pro Pflanze, kann festgestellt werden, dass zum 1. Schnitt die Blattlängen im Bereich von minimal 38,1 cm (`Violet (Provence)´) bis maximal 72,3 cm (`Lichtwer 3´) variierten. Große Blattlängen bildeten weiterhin `Indented Leaf Giant´ (70,8 cm) und `White Giant´ (71,4 cm) aus. Die Unterschiede waren zum Teil signifikant. Zum 2. Schnitt konnten dagegen keine statistisch gesicherten Unterschiede in der Blattlänge der Sorten festgestellt werden. Gemessen an der Ausprägung der Blattlänge war die Reaktion der Sorten während des 2. Aufwuchses sehr unterschiedlich. Die Sorten `Silverleaf´, `Violet (Romagna)´, `Violet (Provence)´, `Green Globe´, `Lichtwer 1 und 2´ reagierten mit einer deutlichen Zunahme der Blattlänge, während bei `Indented Leaf Giant´, `White Giant´, `Lichtwer 3´ eine Abnahme der Blattlänge zu beobachten war. Anders war die Situation bei der Blattbreite, die bei allen Sorten zum 2. Schnitt stärker ausgeprägt war als zum 1. Schnitt. So lagen die Werte zum 1. Aufwuchs im Bereich von minimal 15,4 cm (`Blauer Schnittcardy´) bis maximal 24,4 cm (`White Giant´), wo hingegen die Werte zum 2. Aufwuchs im Mindestbereich von 22,8 cm Blattbreite (`Lichtwer 2´) lagen und eine maximale Ausprägung von 34,3 cm (`Indented Leaf Giant´) aufwiesen (vgl. Tab. 4.2).

Tab. 4.2: Blattlänge, Blattbreite, LAI und CCI von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Gießen 2001

Sorten	Blattlänge (cm)		Blattbreite (cm)		LAI		CCI	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	49,1	65,8	20,3	32,5	0,9	0,6	39,8	35,3
Violet (Rom.)	44,3	60,4	18,3	26,2	0,3	0,4	45,1	41,1
Violet (Prov.)	38,1	57,8	16,7	24,2	0,2	0,4	43,5	23,5
Green Globe	50,1	67,6	20,5	32,9	1,2	1,0	32,0	20,6
Lichtwer 1	55,4	61,0	23,5	27,9	1,2	1,1	23,1	17,9
Lichtwer 2	43,6	54,5	16,3	22,8	0,7	0,8	23,4	16,9
Unirea	69,1	67,8	24,3	31,3	1,4	1,0	32,4	24,0
Bl. Schnittcardy	41,3	57,8	15,4	23,6	0,5	0,4	36,9	23,8
I. L. Giant	70,8	58,2	23,9	34,3	1,9	1,6	16,3	12,6
White Giant	71,4	64,9	24,4	33,1	2,3	1,8	24,2	18,7
Lichtwer 3	72,3	68,2	24,2	30,8	2,4	2,0	23,4	22,4
F-Wert	20,87	1,22	2,66	5,55	12,75	2,71	8,74	4,96
p-Wert	0,00	0,33	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
GD 5%	8,6	12,9	6,4	5,3	0,6	1,1	9,5	10,8

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

Die gemessenen LAI-Werte lagen insgesamt auf einem sehr niedrigen Niveau. Sie erlauben daher nur begrenzte Aussagen über die Blattbildung einer Sorte. Bei insgesamt 5 Sorten (`Silverleaf´, `Violet (Romagna und Provence)´, `Lichtwer 2´, `Blauer Schnittcardy´) wurden sehr geringe LAI-Werte von <1,0 gemessen. Auf eine vergleichsweise höhere Blattfläche lassen die LAI-Werte von > 1,5 (`Indented Leaf Giant´, `White Giant´ und `Lichtwer 3´) schließen. Die ermittelten CCI-Werte waren zum 2. Schnitt niedriger als zum 1. Schnitt. Eine sehr geringe Intensität der Blattpigmentierung wurde bei `Indented Leaf Giant´ beobachtet (CCI-Werte < 20). Eine stärkere Blattpigmentierung wiesen dagegen die Sorten `Silverleaf´ und `Violet (Romagna)´ auf.

Einen starken Rückgang der CCI-Werte vom 1. zum 2. Schnitt zeigten die Sorten 'Violet (Provence)', 'Green Globe', 'Unirea' und 'Blauer Schnittcardy' (vgl. Tab. 4.2).

4.1.1.2 Blatterträge

Die Blatterträge der Artischocken variierten zum 1. Schnitt von minimal 5,0 dt/ha ('Violet (Romagna)') bis maximal 27,4 dt/ha ('Lichtwer 3'). Im Gegensatz zum 2. Schnitt weist der 1. Schnitt signifikante Unterschiede auf. Es unterscheiden sich 'Lichtwer 3' (27,4 dt/ha), 'White Giant' (25,4 dt/ha) und 'Unirea' (21,2 dt/ha) signifikant von 'Silverleaf' (15,9 dt/ha), 'Violet (Romagna und Provence)' (5,0 bzw. 7,8 dt/ha), 'Lichtwer 2' (6,3 dt/ha) und 'Blauer Schnittcardy' (6,0 dt/ha). Zum 2. Schnitt wiesen die meisten Sorten höhere Blatterträge als zum 1. Schnitt auf. So konnten minimal 19,1 dt/ha ('Blauer Schnittcardy') und maximal 30,7 dt/ha ('Lichtwer 3') an Drogenenertrag ermittelt werden. In der Summe aus 2 Schnitten erwies sich 'Lichtwer 3' mit 58,1 dt/ha als leistungsstärkste Sorte, wo hingegen besonders die italienische Landsorte 'Violet (Romagna)' nur einen niedrigen Drogenenertrag von 24,7 dt/ha besaß (vgl. Tab. 4.3).

Tab. 4.3:
Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2001

Sorten	TM (dt/ha)		
	1*	2*	Σ
Silverleaf	15,9	26,6	42,6
Violet (Rom.)	5,0	19,7	24,7
Violet (Prov.)	7,8	20,1	27,9
Green Globe	18,3	29,3	47,6
Lichtwer 1	16,7	26,7	43,4
Lichtwer 2	6,3	19,5	25,7
Unirea	21,2	21,2	42,4
Bl. Schnittcardy	6,0	19,1	25,1
I. L. Giant	19,0	18,7	37,7
White Giant	25,4	22,7	48,1
Lichtwer 3	27,4	30,7	58,1
F-Wert	13,12	1,55	3,79
p-Wert	0,00	0,19	0,00
GD 5%	6,5	10,4	11,6

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt; Σ* = Summe aus 2 Schnitten

Drogenerträge, wo hingegen die höchsten Blatterträge jene Sorten bildeten, bei denen zugleich LAI-Werte von > 1,5 ('Indented Leaf Giant', 'White Giant', 'Lichtwer 3') gemessen wurden. Innerhalb dieser Messungen bildete die Sorte 'Silverleaf' eine Ausnahme. Trotz geringem LAI-Wert von 0,7 konnte hier ein relativ hoher Drogenenertrag von 42,6 dt/ha ermittelt werden.

In der Abbildung 4.6 sind die LAI-Werte als Mittel aus 2 Schnitten im Vergleich zum Drogenenertrag (Summe aus 2 Schnitten) dargestellt. Zwischen den LAI-Werten und den Drogenerträgen bestand nach Pearson eine enge Korrelation ($r = 0,83$). Sorten mit einem LAI von < 1,0 ('Violet (Romagna)', 'Violet (Provence)', 'Blauer Schnittcardy', 'Unirea') besaßen geringere

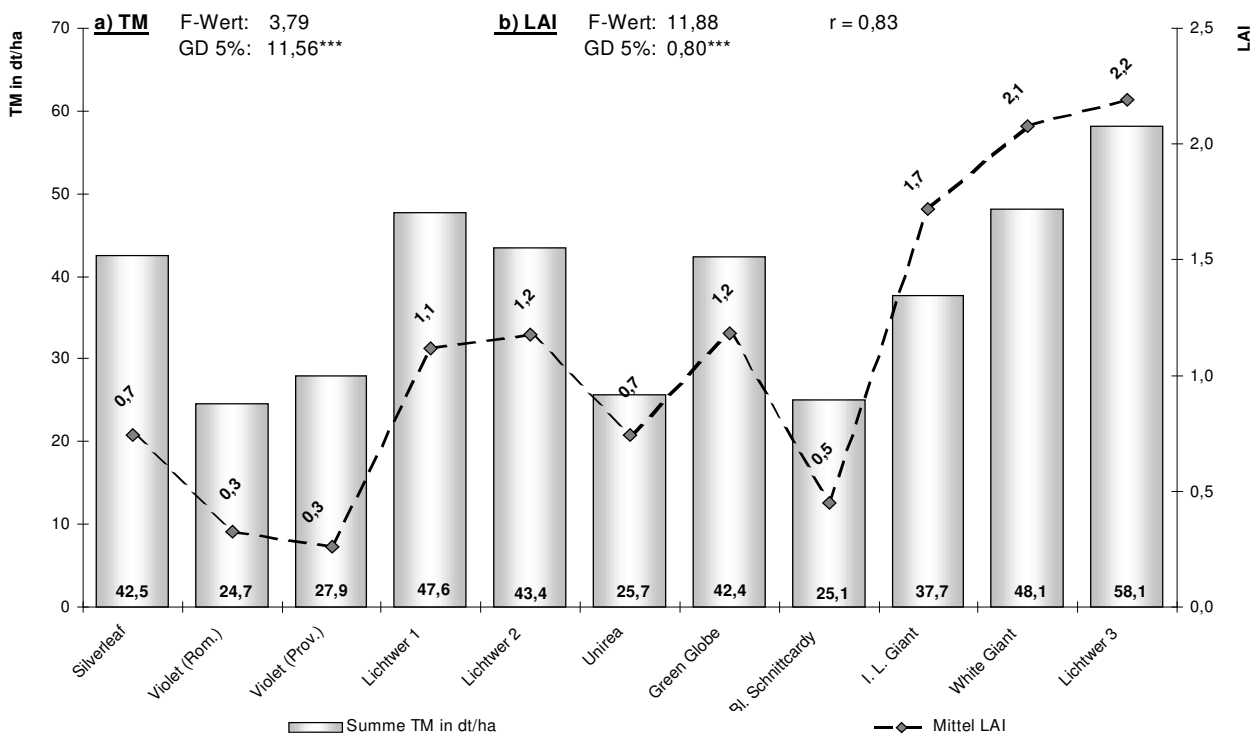


Abb. 4.6: Drogenerträge (Summe in dt/ha TM) und LAI-Werte (Mittel aus 2 Schnitten) von Artischocken im Sortenversuch Gießen 2001

4.1.1.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

In der Tab. 4.4 sind jeweils die Gesamt-CCS- und die Gesamt-Flavonoid-Gehalte zum 1. und 2. Schnitt dargestellt. Allgemein kann bei beiden Wirkstoffgruppen festgestellt werden, dass die Inhaltsstoffgehalte zum 1. Schnitt höher als zum 2. Schnitt waren. Die CCS-Gehalte variierten zum 1. Schnitt zwischen minimal 1,33 % i.d.TM (‘Indented Leaf Giant’) und maximal 3,53 % i.d.TM (‘Lichtwer 2’). Die Sorte ‘Lichtwer 2’ unterscheidet sich signifikant von den Sorten ‘Violet Provence’ (2,40 % i.d.TM), ‘Green Globe’ (2,13 % i.d.TM), ‘Silverleaf’ (2,33 % i.d.TM), ‘Unirea’ (1,49 % i.d.TM), ‘Blauer Schnittcardy’ (2,42 % i.d.TM), ‘Indented Leaf Giant’ (1,33 % i.d.TM), ‘White Giant’ (2,70 % i.d.TM) und der Sorte ‘Lichtwer 3’ (2,34 % i.d.TM). Einen ähnlich hohen CCS-Gehalt wies die Sorte ‘Violet (Romagna)’ mit 3,15 % i.d.TM auf. Auch sie unterscheidet sich signifikant von ‘Silverleaf’, ‘Green Globe’, ‘Unirea’ und ‘Indented Leaf Giant’. Einen relativ hohen CCS-Gehalt besitzt ebenfalls ‘Lichtwer 1’ (3,00 % i.d.TM). Diese Sorte ist den Sorten ‘Green Globe’, ‘Unirea’ und ‘Indented Leaf Giant’ signifikant überlegen. Betrachtet man den 2. Schnitt, so liegen die Werte hier nur noch im Bereich von minimal 0,38 % bis maximal 1,11 % i.d.TM. Besonders die Sorte ‘Violet Romagna’ verzeichnete gegenüber dem 1. Schnitt einen sehr geringen CCS-Gehalt (Differenz: 2,57 % i.d.TM). Innerhalb des Sortimentes konnten nur die Sorten ‘Lichtwer 1 und 2’ Werte über 1 % i.d.TM erreichen. Sie unterscheiden sich somit signifikant von den Vergleichssorten.

Die Werte für die Gesamt-Flavonoid-Gehalte variierten zum 1. Aufwuchs im Bereich von minimal 0,28 % i.d.TM (‘Blauer Schnittcardy’) bis maximal 0,56 % i.d.TM (‘Lichtwer 1’) und zum 2. Aufwuchs von 0,10 % (‘Violet (Provence)’, ‘Green Globe’) bis

0,30 % (‘Lichtwer 1’) der Blatt-TM. Zwischen den Sorten bestanden zu beiden Aufwüchsen signifikante Unterschiede in den Flavonoid-Gehalten der Blätter. Die Sorten ‘Lichtwer 1’ (0,56 % i.d.TM), ‘Lichtwer 2’ (0,53 % i.d.TM) und die Sorte ‘Unirea’ (0,46 % i.d.TM) waren zum 1. Schnitt den meisten anderen Sorten überlegen. Zum zweiten Aufwuchs waren die Differenzen insgesamt geringer und lagen minimal bei 0,10 % i.d.TM (‘Violet (Provence)’, ‘Green Globe’) bis maximal 0,30 % i.d.TM (‘Lichtwer 1’). Signifikant höhere Flavonoid-Gehalte konnten nur noch mit ‘Lichtwer 1’ ermittelt werden.

Tab. 4.4: Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2001

Sorten	Gesamt-CCS-Gehalt (%)		Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)		Cynarin-Gehalt (%)		Cynarosid-Gehalt (%)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	2,33	0,60	0,31	0,12	0,040	0,011	0,127	0,051
Violet (Rom.)	3,15	0,58	0,34	0,11	0,059	0,007	0,186	0,057
Violet (Prov.)	2,40	0,38	0,31	0,10	0,042	0,000	0,141	0,036
Green Globe	2,13	0,49	0,36	0,10	0,076	0,012	0,159	0,041
Lichtwer 1	3,00	1,12	0,56	0,30	0,069	0,015	0,184	0,087
Lichtwer 2	3,53	1,29	0,53	0,18	0,042	0,017	0,129	0,042
Unirea	1,49	0,77	0,46	0,19	0,029	0,008	0,268	0,115
Bl. Schnittcardy	2,42	0,53	0,28	0,12	0,047	0,010	0,149	0,056
I. L. Giant	1,33	0,65	0,31	0,15	0,017	0,013	0,129	0,096
White Giant	2,70	0,77	0,41	0,19	0,034	0,008	0,237	0,115
Lichtwer 3	2,34	0,75	0,34	0,19	0,029	0,012	0,195	0,123
F-Wert	5,70	5,20	6,70	4,70	4,70	0,74	6,20	7,99
p-Wert	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00
GD 5%	0,78	0,30	0,11	0,08	0,024	0,009	0,053	0,029

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

Cynarin und Cynarosid

Es wird ersichtlich, dass beide Verbindungen zum 1. Schnitt in höheren Gehalten in den Blättern der Artischocke vorliegen als zum 2. Schnitt. Daneben kommen statistisch gesicherte Sortenunterschiede zum Ausdruck (vgl. Tab. 4.4). Innerhalb des 1. Schnittes waren die Sorten ‘Lichtwer 1’ und ‘Green Globe’ mit Cynarin-Gehalten von 0,069 % bzw. 0,076 % i.d.TM den Sorten ‘Silverleaf’, ‘Violet (Provence)’, ‘Lichtwer 2’, ‘Unirea’, ‘Blauer Schnittcardy’ (nur signifikant verschieden zu ‘Green Globe’), ‘Indented Leaf Giant’, ‘White Giant’ und der Sorte ‘Lichtwer 3’ signifikant überlegen. Die Sorte ‘Violet (Romagna)’ war mit einem Cynarin-Gehalt von 0,059 % i.d.TM ebenfalls noch den Sorten ‘Unirea’ (0,029 % i.d.TM), ‘Indented Leaf Giant’ (0,017 % i.d.TM), ‘White Giant’ (0,034 % i.d.TM) und ‘Lichtwer 3’ (0,029 % i.d.TM) signifikant überlegen. In den Blättern des zweiten Aufwuchses lag der Cynarin-Gehalt im gesamten Sortiment auf einem Niveau von minimal 0,000 % i.d.TM (‘Violet (Provence)’) bis maximal 0,017 % i.d.TM (‘Lichtwer 2’).

Die Cynarosid-Gehalte des 1. Aufwuchses lagen im Bereich von minimal 0,127 % i.d.TM (‘Silverleaf’) bis maximal 0,268 % i.d.TM (‘Unirea’). Signifikante Unterschiede konnten zwischen den qualitativ hochwertigen Sorten ‘Unirea’ bzw. ‘Lichtwer 3’ und den qualitativ geringwertigen Sorten ‘Silverleaf’, ‘Violet (Romagna und Provence)’,

‘Green Globe’, ‘Lichtwer 1 und 2’, ‘Blauer Schnittcardy’, ‘Indented Leaf Giant’ und ‘Lichtwer 3’ (nur zu ‘Unirea’ signifikant verschieden) nachgewiesen werden. Weitere signifikante Unterschiede liegen zwischen ‘Violet (Romagna)’ mit einem Cynarosid-Gehalt von 0,186 % i.d.TM und ‘Silverleaf’, ‘Lichtwer 2’, ‘Indented Leaf Giant’ mit Cynarosid-Gehalten von 0,127 bzw. 0,129 % i.d.TM vor. Zur zweiten Ernte waren die Cynarosid-Gehalte und die Differenzen zwischen den Sorten insgesamt geringer ausgeprägt. Die höchsten Cynarosid-Gehalte erreichten ‘Lichtwer 3’, ‘Unirea’ und ‘White Giant’, die einigen Vergleichssorten in diesem Merkmal signifikant überlegen waren.

4.1.2 Standort Gießen 2002

4.1.2.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Wie in der nachfolgenden Tabelle 4.5 aufgeführt, zeigten die Artischocken zum 1. Aufwuchs in der Regel eine geringere Schossneigung als zum zweiten Aufwuchs. Lediglich die F1-Hybride ‘Imperial Star’ (0,9 Schossern/m²) und die Gemüsesorte ‘Green Globe’ (0,8 Schossern/m²) bildeten eine Ausnahme. Zum 2. Schnitt lag der Schosseranteil zwischen 0,4 (‘Saluschocke’) und 0,8 (‘A7/2’) Schossern/m².

Tab. 4.5: Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Gießen 2002

Sorten	Schosser/m ²		Blattanzahl/Pflanze		Wuchshöhe (cm)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	0,1	0,4	9,5	8,3	72,0	39,0
Violet (Rom.)	0,2	0,7	9,7	13,9	60,8	28,8
Violet (Prov.)	0,4	0,7	13,2	13,8	58,8	40,0
Green Globe	0,8	0,5	11,4	11,4	65,7	42,5
A7/2	0,0	0,8	19,6	16,3	55,8	44,5
A7/4	0,0	0,7	15,5	15,1	49,6	33,1
Imperial Star	0,9	0,6	9,8	12,0	50,4	14,6
Saluschocke	0,0	0,4	8,5	7,7	50,3	38,3
Bl. Schnittcardy	0,1	0,7	11,3	15,2	63,3	56,5
I. L. Giant	0,2	0,7	13,1	15,5	73,3	51,3
White Giant	0,3	0,6	9,6	12,5	75,0	47,6
Lichtwer 3	0,4	0,6	10,3	12,3	67,4	50,8
C4	0,2	0,5	8,8	9,8	59,8	46,7
Gobbo di Nizza	0,3	0,5	11,5	10,5	62,6	43,5
F-Wert	1,35	1,36	5,08	1,24	0,94	6,38
p-Wert	0,24	0,24	0,00	0,30	0,53	0,00
GD 5%	0,7	0,7	3,9	7,0	25,2	12,1

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

Hinsichtlich der Blattanzahl bestehen zwischen den Sorten zum Teil erhebliche Unterschiede. So weisen vor dem 1. Schnitt die Bestände der Sorten ‘A7/2’ mit 19,6 und ‘A7/4’ mit 15,5 Blättern/Pflanze die höchsten Werte auf, wo hingegen die Sorten ‘Saluschocke’ mit 8,5 und die ‘C4’ mit 8,8 Blättern/Pflanze deutlich darunter liegen. Die Regenerationsfähigkeit bis zum 2. Schnitt war innerhalb des Bestandes sehr gut, so dass die meisten Sorten mehr Blätter als zum 1. Schnitt entwickeln konnten, wie es zum Beispiel bei ‘Violet (Romagna)’ mit einem Blattzuwachs von 4 ersichtlich wird. Nur ‘A7/2’, ‘A7/4’, ‘Saluschocke’ und ‘Gobbo di Nizza’ zeigten eine etwas geringere Blatt-

neubildung. Beim Merkmal Wuchshöhe waren die Mittelwertunterschiede zum 1. Schnitt nicht signifikant. Zum 2. Schnitt waren dagegen die Sorten `Imperial Star` (14,6 cm), `Violet (Romagna)` (28,8 cm) und `A7/4` (33,1 cm) den meisten Vergleichssorten statistisch gesichert unterlegen. Allgemein ist festzustellen, dass die Wuchshöhen zum 2. Schnitt deutlich unter denen des 1. Schnittes liegen. Ursachen für diesen Rückgang sind mit der kürzeren Wachstumszeit des 2. Aufwuchses zu erklären (vgl. Tab. 4.5).

Bezüglich der Blattlängen und der Blattbreiten konnten zum 1. und 2. Schnitt keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Die Blattlängen/Pflanze lagen im Bereich von minimal 63,3 cm (`A7/4`) bis maximal 108,8 cm (`Indented Leaf Giant`), wo hingegen zum 2. Schnitt die Blattlängen/Pflanze deutlich geringer ausfielen und im Bereich von minimal 55,6 cm (`A7/2`) und maximal 79,6 cm (`Blauer Schnittcardy`) lagen. Auch in der Blattbreite bestanden zwischen den Sorten keine signifikanten Unterschiede. Auffällig ist jedoch eine relativ große Blattbreite der Sorte `White Giant` von > 50 cm zum ersten Aufwuchs (vgl. Tab. 4.6).

Tab. 4.6: Blattlänge, Blattbreite und LAI von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Gießen 2002

Sorten	Blattlänge (cm)		Blattbreite (cm)		LAI	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	101,6	67,7	39,9	28,0	3,8	2,7
Violet (Rom.)	77,4	60,3	27,6	24,9	1,2	0,8
Violet (Prov.)	79,6	69,7	28,2	27,8	3,4	2,3
Green Globe	74,8	74,8	27,3	26,8	3,3	1,7
A7/2	84,4	55,6	31,6	21,7	3,3	2,1
A7/4	63,3	56,7	35,5	20,4	2,5	1,7
Imperial Star	74,7	47,0	29,9	20,4	1,5	0,3
Saluschocke	77,5	67,7	31,7	29,3	2,7	2,7
Bl. Schnittcardy	99,8	79,6	33,3	29,2	3,9	3,0
I. L. Giant	108,8	68,0	38,3	27,8	3,3	2,5
White Giant	92,5	72,3	52,3	23,5	3,8	2,3
Lichtwer 3	96,1	74,8	36,0	27,6	4,0	2,3
C4	81,8	69,3	30,1	23,3	4,1	2,6
Gobbo di Nizza	90,8	66,8	39,0	23,1	4,0	2,5
F-Wert	1,56	1,10	0,95	0,68	4,21	16,14
p-Wert	0,16	0,40	0,52	0,77	0,00	0,00
GD 5%	29,5	23,5	19,9	11,2	1,3	0,6

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

Im Sortenversuch Gießen 2002 wurden deutlich höhere LAI-Werte als im Jahr 2001 gemessen. Zwischen den geprüften Sorten bestanden signifikante Unterschiede. So weisen blattbetonte Typen wie `C4`, `Lichtwer 3`, `Gobbo di Nizza`, `Silverleaf` und `White Giant` LAI-Werte im Bereich von 3,8 bis 4,1 auf, wo hingegen Sorten wie `Violet (Romagna)` und `Imperial Star` nur Werte von 1,2 bzw. 1,5 zum 1. Schnitt erreichten. Die LAI-Werte des 2. Schnittes lagen im Bereich von 0,3 bei der Sorte `Imperial Star` und 3,0 bei der Sorte `Blauer Schnittcardy`. Zwischen den Sorten konnten ebenfalls signifikante Unterschiede festgestellt werden (vgl. Tab. 4.6).

4.1.2.2 Blatterträge

Im Sortenversuch Gießen 2002 wurden deutlich höhere Drogenerträge als im Jahr 2001 ermittelt. Sowohl zu den beiden Teilernten als auch im Gesamtertrag lagen signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten vor (vgl. Tab. 4.7). Innerhalb des 1. Schnittes bestehen signifikante Unterschiede zwischen den ertragsstärkeren Sorten `Silverleaf`, `White Giant`, `Lichtwer 3`, `C4` und den ertragschwächeren Typen `Violet (Romagna)`, `A7/4`, `Imperial Star` bzw. `Saluschocke`. Zum 2. Schnitt lagen die Drogenerträge unter denen des

Tab. 4.7:
Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken,
Sortenversuch Gießen 2002

Sorten	TM (dt/ha)		
	1*	2*	Σ*
Silverleaf	35,7	23,4	59,1
Violet (Rom.)	9,4	7,6	17,0
Violet (Prov.)	26,9	14,8	41,7
Green Globe	32,1	25,0	57,1
A7/2	29,3	21,4	50,7
A7/4	12,1	9,7	21,8
Imperial Star	15,5	3,3	18,8
Saluschocke	19,0	17,3	36,3
Bl. Schnittcardy	22,3	19,8	42,1
I. L. Giant	31,1	18,2	49,3
White Giant	37,9	23,5	61,4
Lichtwer 3	33,7	23,5	57,2
C4	35,5	25,8	61,3
Gobbo di Nizza	29,4	22,3	51,7
F-Wert	4,01	8,36	6,42
p-Wert	0,00	0,00	0,00
GD 5%	13,4	6,7	12,4

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt; Σ* = Summe aus 2 Schnitten

jahr 2002 am Standort Gießen signifikant. So liegt der ermittelte Korrelationskoeffizient nach Pearson bei dem Wert von $r = 0,79$.

die Drogenerträge unter denen des 1. Schnittes, was mit der kürzeren Wachstumszeit des 2. Aufwuchses zu erklären ist. So konnten minimal 3,3 dt/ha (`Imperial Star`) und maximal 25,8 dt/ha (`C4`) an Drogenertrag ermittelt werden. Signifikante Unterschiede liegen vor allem zwischen den leistungsstärkeren Sorten `Silverleaf`, `Green Globe`, `A7/2`, `White Giant`, `Lichtwer 3`, `C4` bzw. `Gobbo di Nizza` und den leistungsschwächeren Sorten `Violet (Romagna)`, `Imperial Star` bzw. `A7/4` vor. In der Summe aus 2 Schnitten erwiesen sich folglich `C4` und `White Giant` mit 61,4 dt/ha Blattertrag als am leistungsstärksten, wo hingegen besonders die italienische Sorte `Violet (Romagna)` nur einen niedrigen Drogenertrag von 17,0 dt/ha aufwies.

In der Abbildung 4.7 auf der folgenden Seite sind die LAI-Werte als Mittel aus 2 Schnitten im Vergleich zum Drogenertrag (Summe aus 2 Schnitten) aufgezeigt. LAI-Werte und Drogenerträge korrelieren auch im Versuchs-

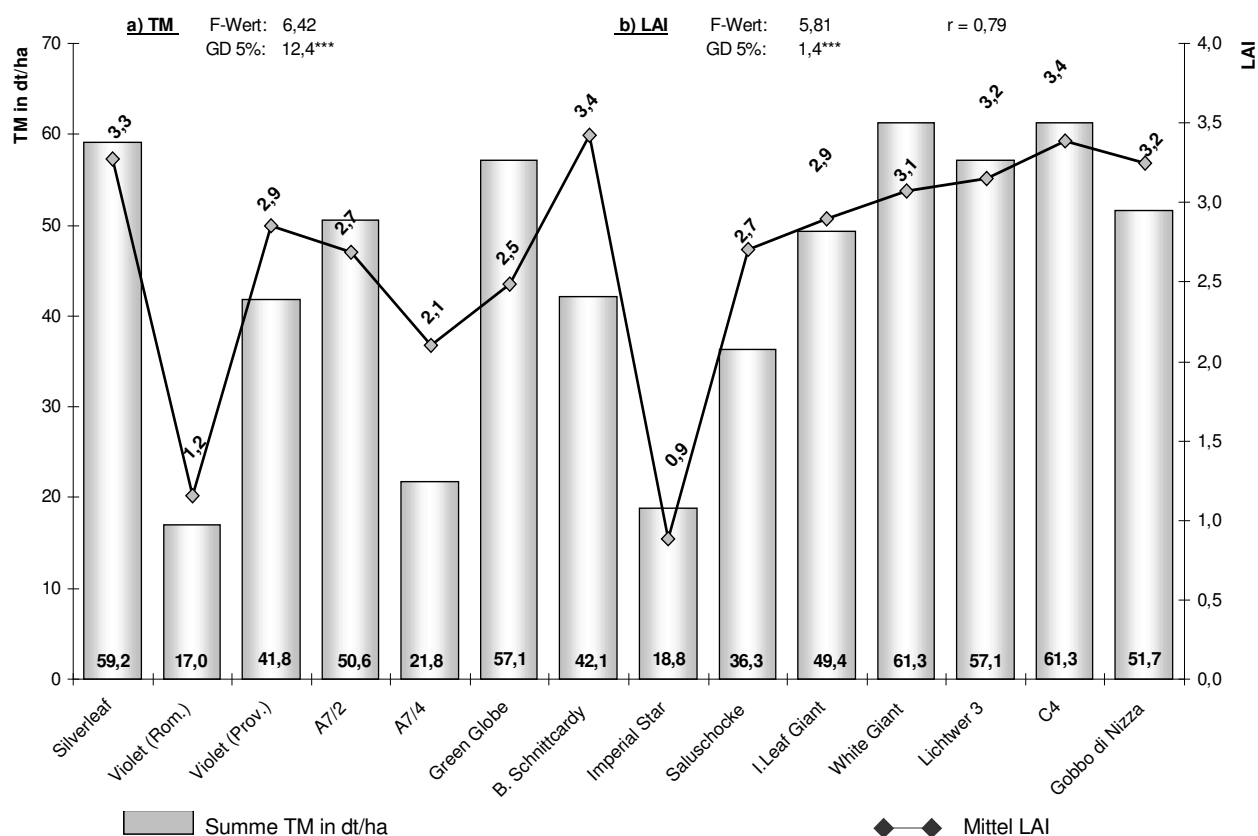


Abb. 4.7: Drogenerträge (Summe in dt/ha TM) und LAI-Werte (Mittel aus 2 Schnitten) von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2002

4.1.2.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

In der Tab. 4.8 sind die Gesamt-CCS- und Gesamt-Flavonoid-Gehalte zum 1. und 2. Schnitt dargestellt. Allgemein konnte beobachtet werden, dass die CCS-Gehalte zum 1. Schnitt bedeutend höher als zum 2. Schnitt waren. Auch die Flavonoid-Gehalte in der Trockenmasse waren zum 1. Schnitt höher als zum 2. Schnitt. Zwischen den Sorten lag der CCS-Gehalt zum 1. Schnitt in der Spanne von minimal 1,20 % (Idented Leaf Giant) bis maximal 1,97 % i.d.TM (A7/4). Höhere CCS-Gehalte konnten ebenfalls in 'Imperial Star' (1,89 % i.d.TM), 'A7/2' (1,77 % i.d.TM) und 'Saluschocke' (1,72 % i.d.TM) ermittelt werden, wo hingegen Sorten wie 'Green Globe' (1,25 % i.d.TM), 'White Giant' (1,33 % i.d.TM) 'Violet/Provence' (1,35 % i.d.TM) und 'Gobbo di Nizza' (1,38 % i.d.TM) geringere Gehalte aufwiesen. Zum 2. Schnitt lagen die CCS-Gehalte im Bereich von 1,77 % ('A7/4') und 0,19 % i.d.TM ('Green Globe'). Trotz großer Schwankungen der CCS-Gehalte konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Sorten nachgewiesen werden. Die Sorte 'A7/4' erwies sich mit einer Differenz von 0,20 % CCS i.d.TM zwischen den Schnitten als am stabilsten.

Die geprüften Sorten unterschieden sich zum 1. Schnitt signifikant im Gesamt-Flavonoid-Gehalt. Die Werte lagen im Bereich von 0,36 % i.d.TM ('Violet Romagna') und 0,55 % i.d.TM ('Imperial Star'), wo hingegen zum 2. Schnitt nur noch Werte von 0,14 % i.d.TM ('Green Globe') und 0,43 % i.d.TM ('A7/4') nachgewiesen wurden. Die Sorte 'A7/4' zeigte auch zum 1. Schnitt einen relativ hohen Gehalt an Flavonoiden von

0,47 % i.d.TM und erwies sich im Vergleich beider Schnitte mit einer Differenz von 0,03 % als stabilste Sorte (vgl. Tab 4.8).

Cynarin und Cynarosid:

Die Cynarin-Gehalte zum 1. Schnitt lagen im Bereich von 0,003 und 0,033 % i.d.TM. Hohe Cynarin-Gehalte konnten in den Sorten `Imperial Star` (0,033 %), `A7/2` (0,028 %) und `Violet Romagna` (0,022 %) ermittelt werden, wo hingegen `Indented Leaf Giant` (0,003 %), `White Giant` (0,004 %) und `C4` (0,005 %) geringere Gehalte aufwiesen. Signifikante Unterschiede liegen zwischen `Imperial Star` zu allen Vergleichssorten vor. Weitere signifikante Unterschiede konnten zwischen der Sorte `A7/2`, außer zu `Violet (Romagna)` und `Imperial Star`, ebenfalls zu allen anderen Sorten nachgewiesen werden. Die Landsorte `Violet (Romagna)` ist signifikant verschieden zu `Silverleaf`, `Violet (Provence)`, `Saluschocke`, `Blauer Schnittcardy`, `Indented Leaf Giant`, `White Giant`, `Lichtwer 3`, `C4`, und `Gobbo di Nizza`. Zum 2. Schnitt lagen die Cynarin-Gehalte im Bereich von minimal 0,007 % (`Green Globe`) bis maximal 0,044 % i.d.TM (`A7/4`) und waren somit außer bei den Sorten `Violet (Romagna)` und `Green Globe` höher als zum 1. Schnitt (vgl. Tab. 4.8).

Tab. 4.8: Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2002

Sorten	Gesamt-CCS-Gehalt (%)		Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)		Cynarin-Gehalt (%)		Cynarosid-Gehalt (%)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	1,67	0,86	0,40	0,21	0,006	0,024	0,290	0,163
Violet (Rom.)	1,40	0,49	0,36	0,19	0,022	0,020	0,174	0,083
Violet (Prov.)	1,35	0,83	0,37	0,25	0,009	0,015	0,274	0,197
Green Globe	1,25	0,19	0,43	0,14	0,015	0,007	0,231	0,084
A7/2	1,77	1,22	0,50	0,37	0,028	0,040	0,172	0,124
A7/4	1,97	1,77	0,47	0,43	0,015	0,044	0,139	0,097
Imperial Star	1,89	1,20	0,55	0,37	0,033	0,035	0,207	0,163
Saluschocke	1,72	1,58	0,38	0,40	0,009	0,029	0,235	0,226
Bl. Schnittcardy	1,55	0,82	0,49	0,29	0,009	0,016	0,275	0,141
I. L. Giant	1,20	0,63	0,47	0,29	0,003	0,014	0,225	0,118
White Giant	1,33	1,05	0,40	0,34	0,004	0,023	0,236	0,193
Lichtwer 3	1,63	0,59	0,49	0,15	0,006	0,012	0,274	0,120
C4	1,63	0,95	0,48	0,30	0,005	0,022	0,269	0,170
Gobbo di Nizza	1,38	0,60	0,41	0,16	0,008	0,013	0,179	0,099
F-Wert	1,68	1,58	2,40	0,95	8,17	2,70	2,81	0,59
p-Wert	0,12	0,15	0,03	0,52	0,00	0,01	0,01	0,84
GD 5%	0,54	1,00	0,11	0,29	0,010	0,020	0,082	0,172

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

Innerhalb des 1. Schnittes liegen die Cynarosid-Gehalte im Bereich von minimal 0,139 % i.d.TM (Sorte `A7/4`) und maximal 0,290 % i.d.TM (Sorte `Silverleaf`). Signifikante Unterschiede konnten zwischen den qualitativ hochwertigen Sorten `Silverleaf`, `Violet (Provence)`, `Blauer Schnittcardy`, `Lichtwer 3` bzw. `C4` und den Sorten `Violet (Romagna)`, `A7/2`, `A7/4`, `Imperial Star` und `Gobbo di Nizza` nachgewiesen werden. Zum 2. Schnitt lagen die Cynarosid-Gehalte im Bereich von 0,083 % i.d.TM (`Violet Romagna`) und 0,226 % i.d.TM (`Saluschocke`). Die Differenzen waren nicht signifikant (vgl. Tab. 4.8).

4.1.3 Standort Gießen 2003

4.1.3.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Die Artischocken zeigten auch im Versuchsjahr 2003 ein ähnliches Schossverhalten wie in den Jahren 2001 - 2002. Allgemein zeigte der 1. Aufwuchs eine höhere Schossneigung als der 2. Aufwuchs, welches besonders in der Sorte 'Green Globe' mit einem Anteil von 1,0 Schossern/m² sichtbar wird. Eine Ausnahme bildete hier die Sorte 'A7/2', die zum 1. Schnitt keine Schosser, dafür aber zum 2. Schnitt einen relativ hohen Anteil von 0,2 Schosser/m² aufwies. Die Unterschiede in der Blattanzahl pro Pflanze waren in diesem Versuch nicht signifikant. Allgemein kann ausgesagt werden, dass zum 2. Aufwuchs mehr Blätter ausgebildet werden konnten, was auf ein hohes Regenerations- und Blattbildungsvermögen hinweist. In der Tendenz wurde bei 'Saluschocke' im 1. Aufwuchs und bei 'Indented Leaf Giant' im 2. Aufwuchs die höchste Blattbildungsrate festgestellt (vgl. Tab. 4.9).

Zum 1. Schnitt wiesen die Sorten 'White Giant' bzw. 'C4' zu den Sorten 'Violet (Romagna, Provence, Chiogga)', 'Green Globe', 'A7/2' bzw. 'A7/4' signifikante Unterschiede in der Wuchshöhe auf. Die Sorte 'Saluschocke' verhält sich signifikant verschieden zu 'Violet (Romagna)', 'Violet (Provence)', 'Violet (Chiogga)', 'Green Globe', 'A7/2' und 'A7/4'. Innerhalb des 2. Aufwuchses wurden Wuchshöhen im Bereich von minimal 30,3 cm ('Violet (Chiogga)') und maximal 64,7 cm ('Gobbo di Nizza') gemessen. Trotz dieser großen Wuchshöhen - Differenz von 34,3 cm konnten keine Signifikanzen nachgewiesen werden (vgl. Tab. 4.9).

Betrachtet man die Blattlängen und Blattbreiten pro Pflanze, können folgende Aussagen getroffen werden: Zum 1. Aufwuchs konnten Blattlängen zwischen minimal 42,0 cm ('Violet (Provence)') und maximal 80,2 cm ('White Giant') ermittelt werden. Signifikante Unterschiede liegen somit zwischen 'White Giant' bzw. 'Silverleaf' und 'Violet (Provence, Romagna, Chiogga)', 'Green Globe', 'A7/4', 'A7/2' und 'Blauer Schnittcardy' vor. Weiterhin verhalten sich 'Indented Leaf Giant', 'C4' und 'Gobbo di Nizza' signifikant verschieden zu 'Violet (Provence, Romagna, Chiogga)', 'Green Globe', 'A7/4', 'Blauer Schnittcardy'. Die Sorte 'A7/2' verhält sich nur zur Sorte 'C4' signifikant verschieden. Zum 2. Aufwuchs liegen die Blattlängen im Bereich von minimal 46,9 cm ('Violet (Chiogga)') und maximal 79,2 cm ('Gobbo di Nizza'). Die Sorten 'Gobbo di Nizza' und 'White Giant' waren den Sorten 'Violet (Romagna, Provence, Chiogga)', 'Green Globe', 'A7/4' und 'Indented Leaf Giant' (nur signifikant zur Sorte 'Gobbo di Nizza') in der Blattlänge überlegen. Weitere Signifikanzen liegen zwischen 'Silverleaf' und 'Violet (Chiogga)', 'Green Globe' bzw. 'A7/4' vor. Prüft man die Blattbreiten, ergeben sich folgende Aussagen: Zum 1. Schnitt wurden Blattbreiten im Bereich von minimal 18,8 cm ('Violet (Provence)') und maximal 36,8 cm ('Saluschocke') erreicht. Die Sorte 'Saluschocke' verhält sich zu 10 der 12 geprüften Sorten signifikant verschieden. Zum 2. Schnitt liegen die ermittelten Werte im Bereich von maximal 36,6 cm ('White Giant') und minimal 21,3 cm ('Green Globe'). Signifikante Unterschiede konnten zwischen den Sorten zum 2. Schnitt nicht nachgewiesen werden (vgl. Tab. 4.9).

Tab. 4.9: Schosserzahl, Blattanzahl, Wuchshöhe (cm), Blattlänge und Blattbreite zur Ernte von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2003

Sorten	Schosser/ m ²		Blattanzahl/ Pflanze		Wuchshöhe (cm)		Blattlänge (cm)		Blattbreite (cm)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	0,1	0,1	8,0	10,3	40,1	48,7	73,3	68,8	32,2	28,5
Violet (Rom.)	0,1	0,2	9,1	13,2	24,4	34,7	55,8	49,8	26,3	23,3
Violet (Prov.)	0,2	0,0	8,2	13,8	19,8	44,0	42,0	51,0	18,8	24,7
Violet (Chio.)	0,2	0,1	8,4	12,1	21,4	30,3	42,4	46,9	20,5	24,1
Green Globe	1,0	0,3	8,3	12,6	31,5	33,3	52,8	48,0	23,9	21,3
A7/2	0,0	0,2	8,7	14,3	34,2	45,7	61,3	62,4	27,4	29,9
A7/4	0,1	0,1	8,3	11,8	27,1	36,7	49,8	48,5	22,4	21,4
Saluschocke	0,9	0,4	10,2	13,6	46,0	59,7	78,3	73,3	36,8	32,0
Bl. Schnittcardy	0,6	0,6	8,3	11,0	41,3	52,7	57,6	62,5	24,8	25,3
I. L. Giant	0,4	0,3	9,7	19,8	38,6	51,7	73,1	56,8	34,5	26,0
White Giant	0,1	0,1	8,1	12,2	48,5	57,0	80,2	71,9	27,8	36,6
C4	0,2	0,1	8,8	11,0	48,4	43,7	75,3	64,7	28,6	24,1
Gobbo di Nizza	0,3	0,3	7,9	13,1	40,2	64,7	73,0	79,2	27,4	27,3
F-Wert	8,90	5,97	1,32	1,54	16,02	1,50	11,12	2,58	6,48	2,07
p-Wert	0,00	0,00	0,28	0,17	0,00	0,19	0,00	0,02	0,00	0,06
GD 5%	0,3	0,1	1,7	5,5	10,8	25,3	11,8	19,9	6,0	8,8

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

4.1.3.2 Blatterträge

Die Erträge des 1. Schnittes waren auch im Jahr 2003 höher als zum 2. Schnitt. Innerhalb des 1. Schnittes bestanden zwischen den Sorten statistisch gesicherte Ertragsunterschiede. Die höchsten Blatterträge mit > 40 dt/ha erreichten 'Gobbo di Nizza', 'Blauer Schnittcardy', 'C4', 'White Giant' und 'Silverleaf', wo hingegen 'Violet (Romagna)', 'Violet (Chiogga)', 'Violet (Provence)' und 'A7/4' Blatterträge < 20 dt/ha aufwiesen. Innerhalb des 2. Schnittes liegen die Blatterträge im Bereich von maximal 39,6 dt/ha ('Silverleaf') und minimal 9,7 dt/ha ('A7/4'). Wie schon zum 1. Schnitt zeigten die Sorten 'Silverleaf', 'Blauer Schnittcardy', 'White Giant' und 'Gobbo di Nizza' eine hohe Blattbildung, die sich in den signifikanten Unterschieden zu den ertragsschwachen Sorten 'Violet (Romagna, Provence, Chiogga)', 'Green Globe', 'A7/2', 'A7/4', 'Saluschocke' und 'Indented Leaf Giant' äußerten (vgl. Tab. 4.10). Betrachtet man die Blattdrogenerträge in der Summe beider Schnitte, kann Folgendes ausgesagt werden: Die Sorte 'Gobbo di Nizza' bildete im Versuchsjahr 2003 am Standort Gießen einen Gesamtdrogenertrag von 83,3 dt/ha, wo hingegen die Sorte 'A7/4' mit 23,9 dt/ha sich als äußerst ertragsschwach erwies. Ebenfalls hohe Drogenerträge mit mehr als 70 dt/ha erreichten die Sorten 'Silverleaf', 'Blauer Schnittcardy', 'White Giant' und 'C4'. Signifikante Unterschiede konnten somit zwischen den Sorten mit Drogenerträgen > 70 dt/ha und den ertragsschwächeren Sorten 'Violet (Romagna, Provence, Chiogga)', 'Green Globe' und 'A7/2' bzw. 'A7/4' nachgewiesen werden. Die ertragsstärkste Sorte 'Gobbo di Nizza' ist zudem auch zu 'Indented Leaf Giant', 'White Giant' und 'C4' signifikant verschieden (vgl. Tab. 4.10).

Sorten	TM (dt/ha)		
	1*	2*	Σ
Silverleaf	40,1	39,6	79,7
Violet (Rom.)	17,0	13,1	30,1
Violet (Prov.)	18,5	16,1	34,6
Violet (Chio.)	17,5	16,0	33,5
Green Globe	35,6	24,2	59,8
A7/2	29,7	23,6	53,3
A7/4	14,2	9,7	23,9
Saluschocke	25,4	22,8	48,2
Bl. Schnittcardy	43,4	33,7	77,1
I. L. Giant	36,7	26,6	63,3
White Giant	40,4	32,9	73,3
C4	41,1	29,9	71,0
Gobbo di Nizza	45,5	37,8	83,3
F-Wert	11,07	19,40	18,38
Signifikanz	0,00	0,00	0,00
GD 5%	9,9	6,3	9,6

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt; Σ* = Summe aus 2 Schnitten

Tab. 4.10:
Drogenerträge (dt/ha) von
Artischocken, Sortenversuch
Gießen 2003

4.1.3.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

Innerhalb des Sortimentes lag der CCS-Gehalt zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 0,72 % und maximal 1,98 % i.d.TM. Hohe Wirkstoffgehalte konnten in den Sorten `A7/2` bzw. `A7/4` (1,98 bzw. 1,91 % i.d.TM) und in der Sorte `White Giant` (1,81 % i.d.TM) ermittelt werden, wo hingegen Sorten wie `Indented Leaf Giant` (0,72 % i.d.TM) und `Green Globe` (0,91 % i.d.TM) geringere Gehalte aufwiesen. Signifikante Unterschiede liegen somit zwischen den Sorten `A7/2` sowie `A7/4` und den Vergleichssorten `Green Globe`, `Saluschocke`, `Blauer Schnittcardy`, `Indented Leaf Giant` und `C4` vor. Zum 2. Schnitt befanden sich die CCS-Gehalte im Bereich von maximal 3,20 % (`A7/4`) und minimal 1,20 % i.d.TM (`Indented Leaf Giant`). `A7/4`, `Saluschocke` und `Silverleaf` waren den Vergleichssorten im CCS-Gehalt der Blätter signifikant überlegen (vgl. Tab. 4.11).

Die Werte für die Gesamt-Flavonoid-Gehalte variierten im 1. Aufwuchs von minimal 0,27 % i.d.TM (`Violet (Romagna)`, `Saluschocke`, `Blauer Schnittcardy`) und maximal 0,48 % i.d.TM (`A7/2`). Zum 2. Aufwuchs wurden Werte im Bereich von maximal 0,66 % i.d.TM (`A7/4`) und minimal 0,38 % i.d.TM (`Violet (Romagna)`) gemessen. Signifikante Unterschiede lagen nur zum 2. Schnitt zwischen `A7/4` und den `Violet` Sorten, `Blauer Schnittcardy`, `Indented Leaf Giant`, `White Giant` und `C4` vor (vgl. Tab. 4.11).

Cynarin und Cynarosid:

Die Gehalte an Cynarin und Cynarosid in der Blattdroge waren zum 2. Schnitt höher als zum 1. Schnitt. Innerhalb der Sorten lagen die Cynarin-Gehalte zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 0,006 (`Indented Leaf Giant`) und maximal 0,055 % i.d.TM (`A7/2`). Hohe Cynarin-Gehalte konnten weiterhin in `Violet (Provence)`, `Violet (Romagna)` und `A7/4` nachgewiesen werden. Cynarin-Gehalte des 2. Schnittes lagen im Messbereich von minimal 0,009 % i.d.TM (`Indented Leaf Giant`) und maximal 0,055 % i.d.TM (`A7/2`). Folgende signifikante Unterschiede konnten zu beiden

Aufwüchsen ermittelt werden: Die Sorte `A7/2` verhält sich zu allen angebauten Sorten signifikant verschieden. `Violet (Romagna, Provence, Chiogga)`, `Green Globe`, `A7/2` und `A7/4` verhalten sich signifikant unterschiedlich zu `Silverleaf`, `Saluschocke`, `Blauer Schnittcardy`, `Indented Leaf Giant`, `White Giant`, `C4` sowie `Gobbo di Nizza` (vgl. Tab. 4.11).

Beim Cynarosid konnten zum 2. Schnitt Gehalte von minimal 0,113 % i.d.TM (`A7/2`) bis maximal 0,291 % i.d.TM (`Silverleaf`) gemessen werden, wo hingegen die Werte zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 0,084 % i.d.TM (`A7/4`) bis maximal 0,192 % i.d.TM (`White Giant`) lagen. Zum 1. Aufwuchs verhalten sich `White Giant`, `C4` und `Silverleaf` zu `Violet (Romagna)`, `Green Globe` und `Blauer Schnittcardy` signifikant verschieden. Zum 2. Aufwuchs unterscheiden sich `Silverleaf`, `White Giant` und `Saluschocke` signifikant von `Violet (Romagna und Chiogga)`, `A7/2`, `A7/4`, `Indented Leaf Giant` (nur signifikant zu `Silverleaf`). Weitere signifikante Unterschiede bestehen zwischen den Sorten `Green Globe`, `Gobbo di Nizza` bzw. `C4` und den Sorten `A7/2`, `A7/4` (vgl. Tab. 4.11).

Tab. 4.11: Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Gießen 2003

Sorte/Sorten	Gesamt-CCS-Gehalt (%)		Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)		Cynarin-Gehalt (%)		Cynarosid-Gehalt (%)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	1,42	2,36	0,35	0,53	0,010	0,022	0,181	0,291
Violet (Rom.)	1,60	1,70	0,27	0,38	0,037	0,039	0,109	0,164
Violet (Prov.)	1,42	1,88	0,32	0,44	0,030	0,044	0,160	0,205
Violet (Chio.)	1,70	1,57	0,32	0,35	0,048	0,034	0,163	0,142
Green Globe	0,91	1,84	0,30	0,54	0,033	0,040	0,111	0,252
A7/2	1,98	2,21	0,48	0,53	0,055	0,055	0,149	0,113
A7/4	1,91	3,20	0,37	0,66	0,039	0,050	0,084	0,139
Saluschocke	1,24	2,31	0,27	0,54	0,012	0,023	0,136	0,275
Bl. Schnittcardy	1,20	1,40	0,27	0,43	0,014	0,014	0,108	0,205
I. L. Giant	0,72	1,20	0,30	0,50	0,006	0,009	0,127	0,190
White Giant	1,81	1,80	0,42	0,47	0,020	0,020	0,192	0,270
C4	1,11	1,54	0,31	0,41	0,019	0,017	0,188	0,235
Gobbo di Nizza	1,44	1,67	0,35	0,51	0,019	0,020	0,151	0,245
F-Wert	4,11	7,55	1,48	2,69	8,82	13,72	2,73	3,32
p-Wert	0,00	0,00	0,19	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01
GD 5%	0,55	0,55	0,15	0,15	0,014	0,011	0,060	0,091

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

4.1.4 Standort Rauischholzhausen 2001

4.1.4.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Wie in der nachfolgenden Tabelle 4.12 dargestellt, zeigten die Artischockensorten im Versuchsjahr 2001 eine geringe Schoßneigung. Lediglich die Gemüseartischchocke `Green Globe` wies zum 1. Schnitt einen hohen Schosseranteil von 0,3 Blütenständen/m² auf. Sie verhält sich somit zu allen anderen geprüften Sorten signifikant verschieden.

Allgemein kann festgestellt werden, dass sich zum 1. Aufwuchs mehr Blätter als zum 2. Aufwuchs entwickeln konnten. So vermochten vor dem 1. Schnitt Sorten wie `Indented Leaf Giant` und `Lichtwer 1` im Mittel 29,0 bzw. 28,7 Blätter/Pflanze

auszubilden, wo hingegen Sorten wie `Violet (Romagna)`, `Violet (Provence)` und `Blauer Schnittcardy` im Mittel nur 14,7 bis 15,3 Blätter/Pflanze entwickelten. Auch zum 2. Schnitt sind große Schwankungen in der gebildeten Blattanzahl pro Sorte zu beobachten. So konnten bei der Sorte `Violet (Provence)` 9,7 Blätter/Pflanze gezählt werden, wo hingegen die Sorte `Green Globe` 20,7 Blätter/Pflanze ausbildete. Ähnlich hohe Blattanzahlen lagen bei der Sorte `Indented Leaf Giant` mit 18,0 Blättern/Pflanze vor. Beide Sorten haben die Eigenschaft, am Haupttrieb basale Seitentriebe (Stecklinge) zu bilden, mit der diese hohe Blattanzahl/Pflanze zu erklären ist. Die Sorten `White Giant`, `Lichtwer 3`, `Indented Leaf Giant` und `Unirea` erreichten zum 1. Schnitt im Mittel Wuchshöhen von 80,1 bis 88,4 cm, wo hingegen die Sorten `Violet (Provence)`, `Lichtwer 2` und `Violet (Romagna)` im Mittel nur Höhen von 50,3 bis 57,6 cm erreichten. Zum 2. Schnitt lagen die Wuchshöhen unter denen des 1. Schnittes im Bereich von minimal 39,9 cm, Sorte `Lichtwer 2` und maximal 50,6 cm, Sorte `Lichtwer 3` (vgl. Tab. 4.12).

Tab. 4.12: Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Rauschholzhausen 2001

Sorten	Schosser/m ²		Blattanzahl/Pflanze		Wuchshöhe (cm)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Violet (Rom.)	0,0	0,0	14,7	11,0	54,1	45,4
Violet (Prov.)	0,0	0,0	15,0	9,7	57,6	44,2
Green Globe	0,3	0,0	21,3	20,7	74,3	45,0
Lichtwer 1	0,0	0,0	28,7	17,3	68,2	49,6
Lichtwer 2	0,0	0,0	21,0	12,3	50,3	39,9
Unirea	0,0	0,0	20,3	12,3	80,1	47,2
Bl. Schnittcardy	0,0	0,0	15,3	11,7	55,9	45,5
I. L. Giant	0,0	0,0	29,0	18,0	81,8	48,6
White Giant	0,0	0,0	16,3	13,7	88,4	48,1
Lichtwer 3	0,0	0,0	16,3	12,0	87,3	50,6
F-Wert	4,73	-	2,45	1,71	3,30	0,39
p-Wert	0,00	-	0,05	0,15	0,01	0,92
GD 5%	0,1	-	10,2	8,1	23,6	14,7

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

Betrachtet man den Parameter Blattlänge pro Pflanze, dann kann festgestellt werden, dass zum 1. Schnitt die Blattlängen im Bereich von minimal 70,4 cm (`Violet (Romagna)`) bis maximal 125,9 cm (`White Giant`) variierten. Große Blattlängen bildeten ebenfalls die Sorten `Unirea` (123,1 cm), `Lichtwer 3` (118,3 cm), `Indented Leaf Giant` (116,7 cm) und `Green Globe` (103,0 cm) aus. Zum 2. Schnitt lagen die Blattlängen deutlich unter den Werten des 1. Schnittes. Es wurden Blattlängen von minimal 57,1 cm (`Lichtwer 2`) bis maximal 77,8 cm (`Indented Leaf Giant`) gemessen. Die Unterschiede zwischen den Sorten waren zum 2. Schnitt nicht signifikant. Die Blattbreiten der Sorten lagen zum 1. Schnitt bei minimal 32,7 cm (`Violet (Romagna)`) bis maximal 52,9 cm (`Unirea`) und unterschieden sich kaum von den Werten des 2. Schnittes. Signifikante Unterschiede waren nur zum Ende des 1. Aufwuchses zu beobachten (vgl. Tab. 4.13).

Tab. 4.13: Blattlänge, Blattbreite und CCI von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Rauischholzhausen 2001

Sorten	Blattlänge (cm)		Blattbreite (cm)		LAI		CCI	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Violet (Rom.)	70,4	68,3	32,7	31,3	0,7	0,5	28,9	40,1
Violet (Prov.)	74,8	66,4	39,4	36,7	0,6	0,5	27,2	31,3
Green Globe	103,0	58,4	45,6	32,6	1,2	0,5	30,3	21,7
Lichtwer 1	94,8	69,4	42,0	34,1	1,5	1,1	18,1	29,2
Lichtwer 2	77,0	57,1	37,3	25,7	0,8	0,6	21,0	11,2
Unirea	123,1	68,7	52,9	40,7	1,7	0,9	20,4	40,4
Bl. Schnittcardy	75,7	64,6	36,4	30,7	0,9	0,8	25,7	24,0
I. L. Giant	116,7	77,8	50,2	41,5	1,9	1,3	10,6	20,8
White Giant	125,9	64,9	46,7	28,5	2,5	1,4	21,2	23,3
Lichtwer 3	118,3	77,6	43,9	35,7	2,4	1,2	20,6	35,3
F-Wert	6,71	0,58	3,18	1,83	5,06	14,30	5,02	7,27
p-Wert	0,00	0,79	0,02	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
GD 5%	25,3	26,5	10,6	11,0	0,9	0,3	7,7	10,2

1* = 1. Schnitt, 2* = 2. Schnitt

Allgemein kann zum LAI festgestellt werden, dass die gemessenen Werte auf einem sehr niedrigen Niveau lagen. Sie erlauben, ähnlich wie am Standort Gießen 2001, nur begrenzte Aussagen über die Blattbildung einer Sorte. Bei 4 Sorten (Violet (Romagna und Provence), Blauer Schnittcardy, Lichtwer 2) wurden zum 1. als auch zum 2. Schnitt sehr geringe Blattflächen von < 1,0 ermittelt. Vergleichsweise höhere Blattflächen liegen bei LAI-Werten von > 1,5 vor, die nur zum 1. Schnitt durch Unirea, Indented Leaf Giant, White Giant und Lichtwer 3 erreicht wurden. Die ermittelten CCI-Werte waren zum 2. Schnitt ebenfalls höher als zum 1. Schnitt. Eine sehr geringe Intensität der Blattpigmentierung wurde zum 1. Schnitt bei der Sorte Indented Leaf Giant beobachtet (CCI-Wert: 10,6), wo hingegen zum 2. Schnitt besonders die Sorte Lichtwer 2 geringe CCI-Werte von 11,2 verzeichnete. Eine starke Erhöhung der CCI-Werte vom 1. zum 2. Schnitt zeigten die Sorten Violet (Romagna) und Unirea. Die Sorten unterschieden sich signifikant in der Intensität der Blattpigmentierung (vgl. Tab. 4.13).

4.1.4.2 Blatterträge

Die Blatterträge unterlagen einer hohen Variation. Statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den Sorten konnten nur zur ersten Ernte festgestellt werden. So unterscheiden sich Lichtwer 3 (38,9 dt/ha) und White Giant (37,6 dt/ha) signifikant von Violet (Romagna) (12,5 dt/ha), Violet (Provence) (10,7 dt/ha), Lichtwer 2 (10,5 dt/ha) und Blauer Schnittcardy (14,9 dt/ha). In der Summe aus 2 Schnitten erwies sich die Sorte Lichtwer 3 mit 59,7 dt/ha Blattertrag als am ertragreichsten, wo hingegen die Sorte Lichtwer 2 nur einen niedrigen Drogenenertrag von 19,3 dt/ha aufwies (vgl. Tab. 4.14).

Sorten	TM (dt/ha)		
	1*	2*	Σ^*
Violet (Rom.)	12,5	18,0	30,5
Violet (Prov.)	10,7	16,7	27,5
Green Globe	26,4	17,0	43,4
Lichtwer 1	33,6	19,7	53,3
Lichtwer 2	10,5	8,7	19,3
Unirea	29,8	16,3	46,1
Bl. Schnittcardy	14,9	18,8	33,7
I. L. Giant	32,9	14,0	46,9
White Giant	37,6	20,2	57,8
Lichtwer 3	38,9	20,8	59,7
F-Wert	2,48	0,27	1,66
p-Wert	0,04	0,97	0,12
GD 5%	21,5	20,3	21,2

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt; Σ^* = Summe aus 2 Schnitten

Tab. 4.14:
Drogenerträge (dt/ha) von
Artischocken, Sortenversuch
Rauischholzhausen 2001

In der Abbildung 4.8 sind die LAI-Werte als Mittel aus 2 Schnitten im Vergleich zum Drogenertrag (Summe aus 2 Schnitten) dargestellt. LAI-Werte und Drogenerträge weisen nach Pearson eine enge Korrelation auf ($r = 0,90$). So erzielten zum 1. Schnitt Sorten mit hohen LAI-Werten $> 1,3$ ('White Giant', 'Indented Leaf Giant', 'Unirea' und 'Lichtwer 1 und 3') Drogenerträge im Bereich von 46,1 dt/ha bis 59,7 dt/ha, wo hingegen Sorten mit niedrigen LAI-Werten $< 1,0$ ('Violet (Provence und Romagna)', 'Lichtwer 2' und 'Blauer Schnittcardy') insgesamt auch geringere Drogenerträge im Bereich von 19,3 dt/ha bis 33,8 dt/ha bildeten.

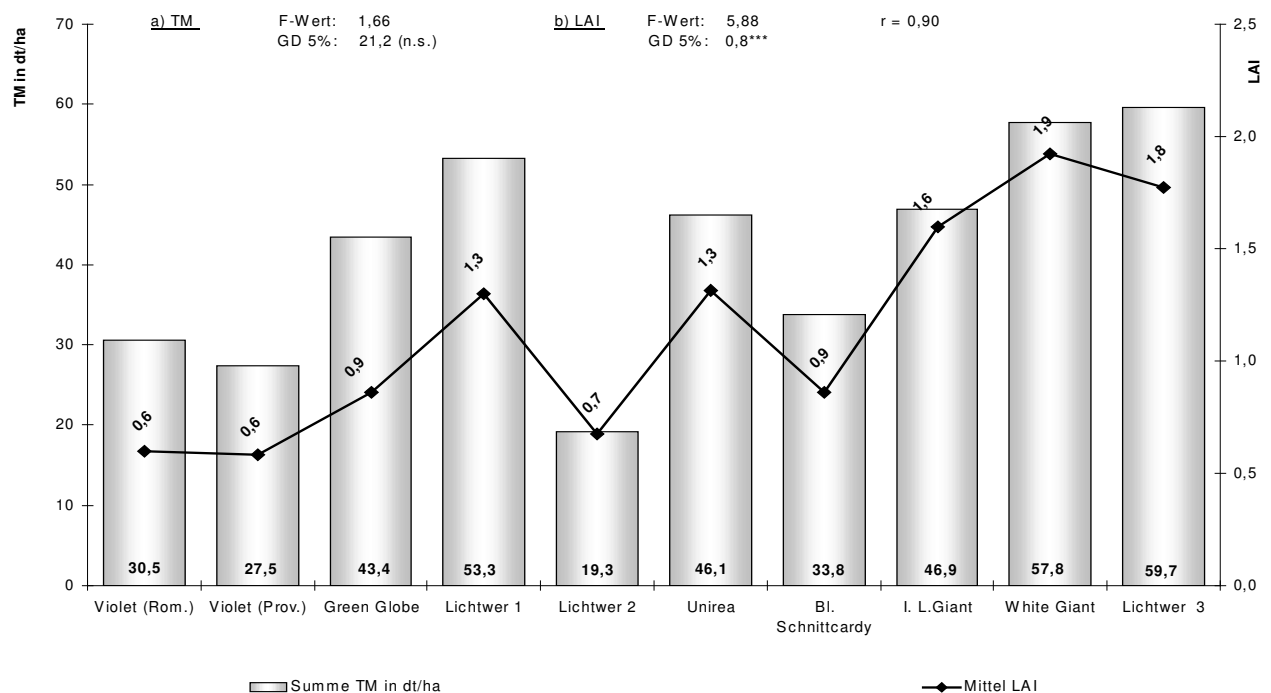


Abb. 4.8: Drogenerträge (Summe in dt/ha TM) und LAI-Werte (Mittel aus 2 Schnitten) von Artischocken im Sortenversuch Rauischholzhausen 2001

4.1.4.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

In der Tabelle 4.15 sind jeweils die Gesamt-CCS- und die Gesamt-Flavonoid-Gehalte zum 1. und 2. Schnitt dargestellt. Allgemein kann ausgesagt werden, dass die Inhaltsstoffgehalte zum 1. Schnitt höher als zum 2. Schnitt waren. Bei den CCS-Verbindungen schwanken die Werte zum 1. Schnitt zwischen minimal 1,15 % i.d.TM ('Indented Leaf Giant') und maximal 2,31 % i.d.TM ('Lichtwer 2'). Einen ähnlich hohen Wirkstoffgehalt wie die Sorte 'Lichtwer 2' wies die Sorte 'White Giant' mit 2,00 % i.d.TM auf. Alle anderen Sorten konnten den geforderten Mindest-CCS-Gehalt von 2,00 % i.d.TM nicht erreichen. Signifikante Unterschiede wurden zum 1. Schnitt nicht nachgewiesen. Betrachtet man den 2. Schnitt, so liegen die Werte hier nur noch im Bereich von minimal 0,28 % i.d.TM ('Green Globe') und maximal 0,74 % i.d.TM ('Lichtwer 2'). Höchste signifikante Unterschiede konnten zwischen den Sorten 'Lichtwer 2' bzw. 'Unirea' und den Sorten 'Violet (Romagna und Provence)', 'Lichtwer 1 und 2', 'Green Globe', 'Blauer Schnittcardy', 'Indented Leaf Giant' sowie 'White Giant' festgestellt werden. Ebenfalls signifikant verschieden verhält sich die Sorte 'Lichtwer 3' zu 'Violet (Romagna)', 'Green Globe' und 'Indented Leaf Giant'.

Die Werte der Gesamt-Flavonoid-Gehalte variierten zum 1. Aufwuchs im Bereich von minimal 0,20 % i.d.TM ('Violet (Romagna)') bis maximal 0,38 bzw. 0,39 % i.d.TM ('Lichtwer 1 und 2', 'Indented Leaf Giant'). Zum 2. Aufwuchs lagen auch hier die Werte unter denen des 1. Schnittes.

Gehalte an Cynarin und Cynarosid:

Es ist ersichtlich, dass beide Verbindungen zum 1. Schnitt in höheren Gehalten in den Blättern der Artischocke vorliegen als zum 2. Schnitt (vgl. Tab. 4.15). Innerhalb des 1. Schnittes lagen die Cynarin-Gehalte im Bereich von minimal 0,014 % i.d.TM ('Indented Leaf Giant') und maximal 0,038 % i.d.TM ('Blauer Schnittcardy'). Die Sorte 'Blauer Schnittcardy' unterscheidet sich signifikant von 8 der 10 geprüften Sorten. Einen hohen Cynarin-Gehalt von 0,031 % i.d.TM wies auch die Sorte 'Lichtwer 1' auf. In den Blättern des 2. Aufwuchses lag der Cynarin-Gehalt im gesamten Sortiment auf einem Niveau von minimal 0,007 % i.d.TM ('Green Globe', 'Indented Leaf Giant', 'White Giant') und maximal 0,011 % i.d.TM ('Lichtwer 1 und 2'). Die Sorten 'Lichtwer 1 und 2' unterscheiden sich somit signifikant von 'Unirea', 'Green Globe', 'Indented Leaf Giant' und 'White Giant'. Weitere signifikante Unterschiede konnten zwischen der Landsorte 'Violet (Romagna)' und den Vertretern 'Green Globe', 'Indented Leaf Giant' bzw. 'White Giant' nachgewiesen werden.

Innerhalb des 1. Schnittes liegen die Cynarosid-Gehalte im Bereich von minimal 0,060 % i.d.TM ('Lichtwer 2') und maximal 0,161 % i.d.TM ('Unirea'). Zum 2. Schnitt wurden Werte im Bereich von maximal 0,108 % i.d.TM ('Unirea') und minimal 0,028 % i.d.TM ('Lichtwer 2') nachgewiesen. Die Sorte 'Unirea' verhält sich somit außer zu der Sorte 'Lichtwer 3' und der Sorte 'Indented Leaf Giant' zu allen anderen Sorten signifikant verschieden. Weiterhin unterscheidet sich die Sorte 'Lichtwer 3' signifikant von 'Violet (Romagna und Provence)', 'Lichtwer 1 und 2', 'Green Globe' und 'Blauer Schnittcardy'.

Tab. 4.15: Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Rauschholzhausen 2001

Sorten	Gesamt-CCS-Gehalt %,		Gesamt-Flavonoid- Gehalt %,		Cynarin- Gehalt (%)		Cynarosid- Gehalt (%)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Violet (Rom.)	1,59	0,31	0,20	0,10	0,016	0,010	0,094	0,048
Violet (Prov.)	1,73	0,39	0,23	0,11	0,026	0,009	0,118	0,067
Lichtwer 1	1,83	0,44	0,38	0,23	0,031	0,011	0,105	0,054
Lichtwer 2	2,31	0,74	0,38	0,18	0,023	0,011	0,060	0,028
Unirea	1,48	0,66	0,32	0,18	0,023	0,008	0,161	0,108
Green Globe	1,23	0,28	0,27	0,14	0,025	0,007	0,111	0,040
Bl. Schnittcardy	1,81	0,36	0,27	0,09	0,038	0,009	0,146	0,051
I. L. Giant	1,15	0,33	0,39	0,20	0,014	0,007	0,157	0,088
White Giant	2,00	0,37	0,27	0,14	0,017	0,007	0,135	0,076
Lichtwer 3	1,73	0,51	0,29	0,17	0,019	0,009	0,138	0,102
F-Wert	1,10	6,66	1,76	3,54	5,04	4,66	0,88	6,92
p-Wert	0,40	0,00	0,14	0,01	0,00	0,00	0,56	0,00
GD 5%	0,98	0,17	0,15	0,07	0,010	0,002	0,098	0,030

1* = 1. Schnitt; 2* = 2 Schnitt

4.1.5 Standort Rauschholzhausen 2002

4.1.5.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Die Artischockensorten zeigten auch im Versuchsjahr 2002 eine geringe Schossneigung. Nur 'Green Globe' (0,3 Schosser/m² zum 1. Schnitt) und 'Imperial Star' (0,7 bzw. 0,3 Schosser/m² zu den Schnitten) erwiesen sich als wenig schoßfest (vgl. Tab. 4.16).

Hinsichtlich der Blattanzahl bestehen zwischen den Sorten zum Teil erhebliche Unterschiede. So weisen vor dem 1. Schnitt die Bestände der Sorten 'A7/2' mit 13,4 Blättern/Pflanze und 'A7/4' mit 13,6 Blättern/Pflanze die höchsten Werte auf, wo hingegen Sorten wie 'Violet (Provence)' mit 8,3 Blättern/Pflanze und 'BG Karlsruhe' mit 8,6 Blättern/Pflanze deutlich darunter liegen.

Die Regenerationsfähigkeit bis zum 2. Schnitt ist innerhalb des Bestandes sehr gut, so dass die meisten Sorten mehr Blätter als zum 1. Schnitt entwickeln konnten, wie es zum Beispiel bei der Sorte 'Green Globe' mit einem Zuwachs von 7,2 Blättern/Pflanze ersichtlich wird, wo hingegen die Sorten 'C4' und 'A7/4' im Mittel 1 Blatt weniger pro Pflanze aufwiesen.

Auch bei dem Merkmal Wuchshöhe konnten signifikante Sorteneffekte zum 1. Schnitt festgestellt werden. Die geringste Wuchshöhe mit 49,9 cm wies die F1-Hybride 'Imperial Star' auf, wo hingegen die rumänische Sorte 'Celesta' mit 92,3 cm die höchste Wuchshöhe besaß. Allgemein kann ausgesagt werden, dass die Wuchshöhen zum 2. Schnitt, außer bei 'Violet (Romagna)', deutlich unter denen des 1. Schnittes liegen. Die größte Wuchshöhe mit 69,5 cm konnte bei 'Saluschocke' gemessen werden, wo hingegen 'Imperial Star' nur eine mittlere Wuchshöhe von 35,8 cm besaß (vgl. Tab. 4.16).

Tab. 4.16: Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) zur Ernte, Sortenversuch Rauischholzhausen 2002

Sorten	Schosser/m ²		Blattanzahl/Pflanze		Wuchshöhe (cm)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Violet (Rom.)	0,0	0,0	7,6	9,8	50,3	51,6
Violet (Prov.)	0,0	0,0	8,3	10,7	51,2	43,8
Green Globe	0,3	0,0	9,5	16,7	83,2	59,8
A7/2	0,0	0,0	13,4	17,5	61,8	54,2
A7/4	0,0	0,0	13,6	12,0	57,6	42,9
Unirea	0,0	0,0	12,7	15,0	81,2	62,5
Celesta	0,0	0,0	12,4	15,8	92,3	60,3
Imperial Star	0,7	0,3	10,1	13,7	49,9	35,8
Saluschocke	0,0	0,0	9,6	9,8	83,5	69,5
I. L. Giant	0,0	0,0	11,4	14,0	74,5	62,8
White Giant	0,0	0,0	9,5	8,6	82,3	65,8
C4	0,0	0,0	10,1	9,6	78,6	65,6
Gobbo di Nizza	0,0	0,0	9,3	12,3	82,8	57,4
BG Karlsruhe	0,0	0,0	8,6	12,4	77,5	64,2
F-Wert	0,94	3,77	1,82	1,11	3,94	4,68
p-Wert	0,00	0,00	0,09	0,39	0,00	0,00
GD 5%	0,0	0,1	4,2	7,8	21,3	13,4

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

Die Blattlängen lagen im Bereich von minimal 61,6 cm ('Violet (Romagna)') bis maximal 127,8 cm ('Celesta'). Auffallend hohe Blattlängen konnten auch bei folgenden Sorten erreicht werden: 'Green Globe' (108,6 cm), 'Unirea' (115,7 cm), 'Gobbo di Nizza' (119,8 cm), 'Saluschocke' (119,5 cm) und 'White Giant' (113,4 cm), wo hingegen besonders die Violet-Landsorten und 'Imperial Star' im Mittel nur 66,2 cm an Blattlänge aufwiesen. Signifikante Unterschiede liegen somit zwischen den Vertretern 'Celesta', 'Saluschocke', 'Gobbo di Nizza' und den Sorten 'Violet (Romagna und Provence)', 'A7/2 und 4' und 'Imperial Star' vor. Die Blattlängen zum 2. Schnitt lagen generell unter den Werten des 1. Schnittes. Die Messungen variierten im Bereich von minimal 57,9 cm ('Violet (Provence)') bis maximal 94,7 cm ('C4'). Signifikante Unterschiede konnten zwischen den Sorten 'Imperial Star' und 'Violet (Provence)' mit Blattlängen von 49,8 cm bzw. 57,9 cm und den Vertretern 'Saluschocke', 'Indented Leaf Giant', 'White Giant', 'BG Karlsruhe', 'Celesta', 'Unirea' bzw. 'C4' mit Werten im Bereich von 77,2 cm bis 94,7 cm Blattlängen ermittelt werden. Auch in der Blattbreite bestanden zwischen den Sorten signifikante Unterschiede zu beiden Aufwüchsen. Die geringste Blattbreite von 25,9 cm wies 'Imperial Star' auf, wo hingegen 'Celesta' mit 41,5 cm die höchste Blattbreite besaß. Die F1 - Hybride 'Imperial Star' verhält sich somit zu 9 der 14 geprüften Sorten signifikant verschieden. Zum 2. Aufwuchs lagen die Blattbreiten deutlich unter denen des 1. Aufwuchses (vgl. Tab. 4.17).

Im Sortenversuch Rauischholzhausen wurden deutlich höhere LAI-Werte als im Jahr 2001 gemessen. Zwischen den geprüften Sorten bestanden signifikante Unterschiede zu beiden Aufwüchsen. So weisen blattbetonte Vertreter zum 1. Aufwuchs LAI-Werte von > 4,0 auf, wo hingegen Sorten wie 'Violet (Romagna und Provence)', 'A7/4' und 'Imperial Star' nur LAI-Werte von < 3,0 erreichten. Die Messwerte zum 2. Aufwuchs liegen unter denen des 1. Aufwuchses. Zu beiden Terminen wurden statistisch gesicherte Sorteneffekte nachgewiesen.

Tab. 4.17: Blattlänge, Blattbreite, LAI und CCI von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Rauscholzhausen 2002

Sorten	Blattlänge (cm)		Blattbreite (cm)		LAI		CCI**
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*
Violet (Rom.)	61,6	62,4	26,2	25,4	2,0	2,8	35,5
Violet (Prov.)	69,4	57,9	26,9	23,9	2,0	1,8	30,7
Green Globe	108,6	73,3	35,7	27,9	4,7	3,0	24,5
A7/2	89,7	72,8	32,0	26,2	3,8	4,2	25,0
A7/4	77,0	62,3	26,7	26,4	2,7	3,8	25,4
Unirea	115,7	89,6	39,9	31,4	4,8	3,6	28,2
Celesta	127,8	77,2	41,5	32,2	5,0	2,9	22,5
Imperial Star	67,7	49,8	25,9	21,5	2,9	1,0	32,9
Saluschocke	119,5	78,5	37,3	31,1	4,5	4,5	26,9
I. L. Giant	103,2	78,4	37,1	27,1	3,9	5,0	13,8
White Giant	113,4	89,0	36,5	29,4	4,7	3,9	16,8
C4	107,9	94,7	34,1	28,8	4,3	4,0	23,4
Gobbo di Nizza	119,8	74,8	36,2	23,3	5,8	3,9	23,2
BG Karlsruhe	111,9	83,9	38,7	28,8	3,8	3,9	29,1
F-Wert	6,83	4,07	3,76	1,25	2,60	2,28	2,80
p-Wert	0,00	0,00	0,00	0,30	0,02	0,03	0,01
GD 5%	24,5	18,5	8,1	7,4	2,1	2,1	9,4

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt; CCI** = Messgerät zum 2. Schnitt defekt

Die CCI-Werte der Blätter konnten im Versuchsjahr 2002 am Standort Rauschholzhausen nur zum 1. Schnitt gemessen werden. Zu diesem Termin lagen die gemessenen Chlorophyll-Indizes im Bereich von minimal 13,8 (‘Indented Leaf Giant’) bis maximal 35,5 (‘Violet (Romagna)’). Ebenfalls hohe Werte konnten bei den Sorten ‘Imperial Star’ und ‘Violet (Provence)’ mit Indizes von 30,7 bzw. 32,9 gemessen werden, andererseits erbrachten die Sorten ‘White Giant’ mit einem Index von 16,8, ähnlich wie ‘Indented Leaf Giant’ nur geringe Chlorophyllwerte (vgl. Tab. 4.17).

4.1.5.2 Blatterträge

Im Sortenversuch Rauschholzhausen 2002 wurden deutlich höhere Drogenerträge als im Jahr 2001 ermittelt. Dieser Befund wurde ebenfalls in den Sortenversuchen 2001 - 2002 am Standort Gießen festgestellt. Die Sorteneffekte waren in Rauschholzhausen 2002 sowohl bei den Teilernten als auch beim Gesamtertrag statistisch gesichert (vgl. Tab. 4.18). Innerhalb des 1. Schnittes liegen signifikante Unterschiede zwischen den ertragsstärkeren Sorten ‘Green Globe’, ‘Celesta’, ‘Saluschocke’, ‘Indented Leaf Giant’, ‘Gobbo di Nizza’ und den ertragsschwächeren Vertretern ‘Violet (Romagna und Provence)’ sowie ‘Imperial Star’ vor. Zum 2. Schnitt lagen die Drogenerträge weit unter denen des 1. Aufwuchses. Eine Ausnahme bildete lediglich die Landsorte ‘Violet (Provence)’, welche eine Ertragssteigerung zum 2. Schnitt von 1,3 dt/ha erreichte. Minimale Drogenerträge erbrachte ‘Imperial Star’ (12,4 dt/ha) bzw. ‘Violet (Romagna)’ (17,3 dt/ha), wo hingegen ‘BG Karlsruhe’ (38,2 dt/ha) und ‘C4’ (36,2 dt/ha) die höchsten Erträge zum 2. Aufwuchs erreichten. In der Summe aus 2 Schnitten erwiesen sich folgende Sorten als ertragsstark: ‘Celesta’, ‘Saluschocke’, ‘Indented Leaf Giant’, ‘Gobbo di Nizza’ und ‘BG Karlsruhe’. Im Gegensatz dazu erbrachten die Landsorten ‘Violet Romagna’) und ‘Violet Provence’) nur geringe Blatterträge (vgl. Tab. 4.18).

Tab. 4.18:
Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken
Sortenversuch Rauschholzhausen 2002

Sorten	TM (dt/ha)		
	1*	2*	Σ*
Violet (Rom.)	19,1	17,3	36,4
Violet (Prov.)	19,4	21,7	41,1
Green Globe	65,1	31,1	96,2
A7/2	55,3	29,6	84,9
A7/4	41,5	16,9	58,4
Unirea	54,3	30,5	84,8
Celesta	64,0	29,2	93,2
Imperial Star	27,9	12,4	40,3
Saluschocke	63,5	31,2	94,7
I. L. Giant	67,2	30,6	97,8
White Giant	55,9	33,9	89,8
C4	52,8	36,2	88,9
Gobbo di Nizza	65,4	34,0	99,4
BG Karlsruhe	53,4	38,2	91,6
F-Wert	2,52	2,03	2,18
p-Wert	0,02	0,06	0,02
GD 5%	30,7	13,8	30,3

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt; Σ* = Summe aus 2 Schnitten

In der Abbildung 4.9 sind die LAI-Werte als Mittel aus 2 Schnitten im Vergleich zum Drogenertrag (Summe aus 2 Schnitten) dargestellt. Zwischen LAI-Werten und Drogenerträgen bestand auch in diesem Versuchsjahr nach Pearson eine positive Korrelation von $r = 0,95$. Am Standort Rauschholzhausen konnten die Sorten mit einem LAI-Wert $> 3,5$ Drogenerträge im Bereich von 84,8 dt/ha ('Unirea') bis 99,4 dt/ha ('Gobbo di Nizza') erreichen, wo hingegen LAI-Werte von $< 3,5$ nur noch Drogenerträge von 36,4 dt/ha ('Violet (Romagna)') bis 58,4 dt/ha ('A7/4') erzielten.

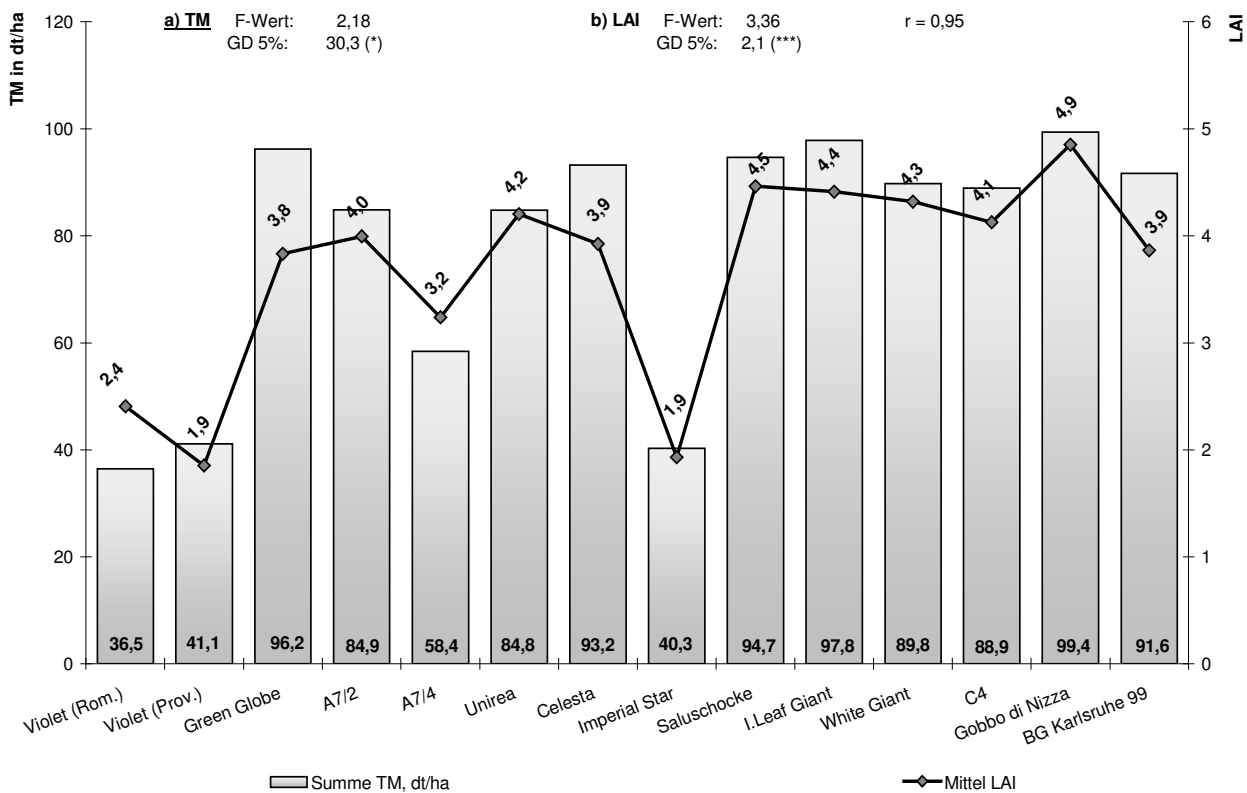


Abb. 4.9: Drogenerträge (Summe in dt/ha) und LAI-Werte (Mittel aus 2 Schnitten) von Artischocken im Sortenversuch Rauschholzhausen 2002

4.1.5.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

In der Tabelle 4.19 sind die Gesamt-CCS- und Gesamt-Flavonoid-Gehalte zu den Schnitten dargestellt. Allgemein konnte beobachtet werden, dass die CCS- bzw. Flavonoid-Gehalte zum 1. Schnitt bedeutend höher waren als zum 2. Schnitt. Zwischen den Sorten lag der CCS-Gehalt im Bereich von minimal 1,42 % i.d.TM (‘Indented Leaf Giant’) bis maximal 2,94 % i.d.TM (‘Imperial Star’). Der Sorteneffekt auf den Gehalt an CCS-Verbindungen war zum 1. Aufwuchs jedoch nicht signifikant. Zum 2. Schnitt sanken die Wirkstoffgehalte enorm, so dass nur noch Werte im Bereich von minimal 0,03 % i.d.TM (‘Celesta’ und ‘Indented Leaf Giant’) und maximal 0,32 % i.d.TM (‘Imperial Star’) nachgewiesen werden konnten.

Innerhalb der Flavonoide schwankten die Werte zum 1. Aufwuchs im Bereich von minimal 0,32 % i.d.TM (‘Saluschocke’) und maximal 0,49 % i.d.TM (‘Unirea’). Die Flavonoid-Gehalte zum 2. Schnitt lagen weit unter den Werten des 1. Schnittes. Es konnten nur noch Inhaltsstoffgehalte im Bereich von minimal 0,01 % i.d.TM (‘Green Globe’, ‘Celesta’, ‘BG Karlsruhe’) und maximal 0,12 % i.d.TM (‘Imperial Star’) nachgewiesen werden. Signifikante Unterschiede liegen zwischen ‘Imperial Star’ zu allen Vergleichssorten, mit Ausnahme der Sorte ‘A7/4’ vor.

Tab. 4.19: Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Rauschholzhausen 2002

Sorten	Gesamt-CCS-Gehalt (%)		Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)		Cynarin-Gehalt (%)		Cynarosid-Gehalt (%)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Violet (Rom.)	2,23	0,07	0,37	0,03	0,042	0,015	0,181	0,014
Violet (Prov.)	2,50	0,09	0,34	0,04	0,037	0,016	0,161	0,023
Green Globe	1,99	0,08	0,38	0,01	0,027	0,014	0,270	0,009
A7/2	1,94	0,08	0,41	0,02	0,036	0,023	0,158	0,006
A7/4	2,89	0,20	0,39	0,08	0,038	0,040	0,122	0,013
Unirea	1,96	0,04	0,49	0,03	0,019	0,011	0,300	0,008
Celesta	1,66	0,03	0,43	0,01	0,016	0,009	0,306	0,006
Imperial Star	2,94	0,32	0,48	0,12	0,061	0,049	0,183	0,055
Saluschocke	1,72	0,08	0,32	0,03	0,013	0,014	0,199	0,007
I. L. Giant	1,42	0,03	0,48	0,05	0,011	0,005	0,237	0,012
White Giant	2,35	0,14	0,44	0,05	0,022	0,019	0,288	0,019
C4	2,09	0,09	0,38	0,05	0,019	0,014	0,181	0,008
Gobbo di Nizza	2,09	0,06	0,41	0,05	0,019	0,014	0,245	0,011
BG Karlsruhe	2,59	0,06	0,35	0,01	0,021	0,012	0,339	0,012
F-Wert	0,99	1,84	0,30	3,99	9,810	2,609	1,277	2,842
p-Wert	0,48	0,09	0,99	0,00	0,000	0,016	0,282	0,010
GD 5%	1,30	0,17	0,28	0,04	0,013	0,021	0,170	0,022

1* = 1. Schnitt; 2* = 2 Schnitt

Cynarin und Cynarosid:

Die Cynarin-Gehalte zum 1. Schnitt lagen im Bereich von minimal 0,011 % i.d.TM (‘Indented Leaf Giant’) bis maximal 0,061 % in TM (‘Imperial Star’). Hohe Inhaltsstoffgehalte konnten weiterhin in den Sorten ‘Violet (Romagna)’, ‘Violet (Provence)’ bzw. ‘A7/2’ und ‘A7/4’ ermittelt werden. Signifikante Unterschiede liegen zwischen den Sorten mit hohen Inhaltsstoffen im Bereich von 0,042 bis 0,061 % i.d.TM und den Vertretern mit niedrigen Inhaltsstoffen im Bereich von 0,011 bis 0,021 % i.d.TM vor.

Zum 2. Schnitt lagen die Cynarin-Gehalte im Bereich von 0,005 % i.d.TM (‘Indented Leaf Giant’) bis 0,049 % i.d.TM (‘Imperial Star’). Die Sorte ‘Imperial Star’ verhält sich mit Ausnahme zur Sorte ‘A7/4’ zu allen anderen Sorten signifikant verschieden. Weitere signifikante Abweichungen liegen zwischen der Sorte ‘A7/4’ und den Sorten ‘Green Globe’, ‘Unirea’, ‘Celesta’, ‘Saluschocke’, ‘Indented Leaf Giant’, ‘C4’, ‘Gobbo di Nizza’ und ‘BG Karlsruhe’ vor (vgl. Tab. 4.19).

Beim Cynarosid schwankten die Werte zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 0,122 % i.d.TM (‘A7/4’) bis maximal 0,339 % i.d.TM (‘BG Karlsruhe’). Die Werte zum 2. Schnitt lagen unter den Werten des 1. Schnittes und befanden sich im Bereich von minimal 0,006 % i.d.TM (‘Celesta’) und maximal 0,055 % i.d.TM (‘Imperial Star’). Die F1-Hybride ‘Imperial Star’ verhält sich im 2. Aufwuchs zu allen anderen Sorten signifikant verschieden (vgl. Tab. 4.19).

4.1.6 Standort Rauschholzhausen 2003

4.1.6.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Die Artischockensorten zeigten wie schon in den Versuchsjahren 2001 - 2002 eine geringe Schoßneigung. Lediglich die Gemüseartischoke ‘Green Globe’ zeigte zu beiden Aufwüchsen jeweils einen Schosseranteil von 0,1 Schossern/m² auf. Des weiteren verzeichnete die italienische Sorte ‘Indented Leaf Giant’ zum 2. Aufwuchs eine geringe Schossneigung von ebenfalls 0,1 Schossern/m². Hinsichtlich der Blattanzahl und der Wuchshöhe pro Pflanze bestehen geringere Unterschiede als in den vorausgegangenen Versuchsjahren. Zum ersten Aufwuchs konnten minimal 7,8 Blätter/Pflanze (‘A7/4’) und maximal 11,2 Blätter (‘Indented Leaf Giant’) ausgebildet werden. Zum 2. Aufwuchs zeigte besonders die Sorte ‘Indented Leaf Giant’ mit 17,9 Blättern/Pflanze und die Gemüseartischoke ‘Green Globe’ mit 13,4 Blättern/Pflanze ein hohes Blattbildungsvermögen. Im Gegensatz dazu stehen die Sorten ‘Violet (Romagna)’, ‘Gobbo di Nizza’, ‘C4’ und ‘Silverleaf’ mit nur 9 Blättern/Pflanze. Die gemessenen Ergebnisse des untersuchten Parameters Wuchshöhe/Pflanze lag zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 22,9 cm (‘A7/4’) bis maximal 49,6 cm (‘C4’). Signifikante Unterschiede konnten vor allem zwischen den Sorten ‘C4’, ‘Gobbo di Nizza’, ‘White Giant’, ‘Indented Leaf Giant’, ‘Blauer Schnittcardy’ und ‘Violet (Romagna, Provence und Chiogga)’, ‘A7/2 und 4’ bzw. zu ‘Green Globe’ ermittelt werden. Die Wuchshöhen zum 2. Schnitt lagen über denen des 1. Aufwuchses, was auf eine hohe Regenerationsfähigkeit und Wachstumsintensität hinweist. Es konnten Werte zwischen minimal 27,2 cm (‘A7/4’) und maximal 58,3 cm (‘C4’) ermittelt werden. Auch zum 2. Schnitt wiesen besonders die Sorten ‘Gobbo di Nizza’, ‘C4’ und ‘Saluschocke’ signifikante Unterschiede zu den Vergleichssorten ‘Violet Romagna’, ‘Violet Provence’, ‘Violet Chiogga’, ‘A7/2’ und ‘A7/4’ auf (vgl. Tab. 4.20).

Tab. 4.20: Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) zur Ernte von Artischocken, Sortenversuch Rauschholzhausen 2003

Sorten	Schosser/m ²		Blattanzahl/Pflanze		Wuchshöhe (cm)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	0,0	0,0	9,2	9,1	45,0	50,3
Violet (Rom.)	0,0	0,0	8,2	8,8	24,7	28,3
Violet (Prov.)	0,0	0,0	8,7	10,2	26,4	39,7
Violet (Chio.)	0,0	0,0	9,4	10,8	25,3	37,2
Green Globe	0,1	0,1	8,3	13,4	33,8	45,8
A7/2	0,0	0,0	8,8	11,3	29,2	39,8
A7/4	0,0	0,0	7,8	10,3	22,9	27,2
Saluschocke	0,0	0,0	10,3	12,4	43,7	56,8
Bl. Schnitcardy	0,0	0,0	9,4	9,6	46,3	51,6
I. L. Giant	0,0	0,1	11,2	17,9	46,1	42,3
White Giant	0,0	0,0	9,3	9,6	48,2	49,9
C4	0,0	0,0	9,1	9,1	49,6	58,3
Gobbo di Nizza	0,0	0,0	8,8	9,0	47,1	58,0
F-Wert	2,34	3,02	0,53	2,26	4,29	6,31
p-Wert	0,03	0,01	0,88	0,04	0,01	0,00
GD 5%	0,1	0,1	3,6	4,9	14,8	12,1

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

Betrachtet man die Blattlängen und Blattbreiten pro Pflanze, können folgende Angaben gemacht werden (vgl. Tab. 4.21): Die festgestellten Blattlängen lagen zum 1. Erntetermin bei minimal 40,0 cm (‘A7/4’) und maximal bei 82,4 cm (‘Gobbo di Nizza’). Signifikante Unterschiede konnten zwischen den Sorten mit Blattlängen von > 73,0 cm (‘Silverleaf’, ‘Saluschocke’, ‘Blauer Schnitcardy’, ‘Indented Leaf Giant’, ‘White Giant’, ‘C4’, ‘Gobbo di Nizza’) und den Sorten mit < 58,5 cm Blattlänge (‘Violet (Romagna, Provence, Chiogga)’, ‘A7/2 und 4’, ‘Green Globe’) nachgewiesen werden. Zum 2. Aufwuchs lagen die Blattlängen bei 10 der 13 geprüften Sorten über den Werten des 1. Aufwuchses. Signifikante Unterschiede liegen vor allem zwischen den Sorten ‘Saluschocke’, ‘Blauer Schnitcardy’, ‘White Giant’, ‘C4’, ‘Gobbo di Nizza’ und den Sorten ‘Violet (Romagna, Provence, Chiogga)’, ‘A7/2’, ‘A7/4’ und ‘Green Globe’ vor.

Tab. 4.21: Blattlänge, Blattbreite und CCI zur Ernte von Artischocken, Sortenversuch Rauschholzhausen 2003

Sorten	Blattlänge (cm)		Blattbreite (cm)		CCI	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	79,9	76,9	32,3	32,2	32,5	28,4
Violet (Rom.)	37,5	48,1	17,5	24,6	40,5	41,8
Violet (Prov.)	47,6	60,6	24,0	27,4	48,4	51,1
Violet (Chio.)	45,2	55,8	23,2	24,8	44,6	42,4
Green Globe	58,5	73,2	26,1	30,8	45,7	45,0
A7/2	53,5	58,6	27,8	29,8	34,4	33,2
A7/4	40,0	51,8	18,5	25,0	33,7	36,1
Saluschocke	78,0	84,1	34,8	39,9	38,2	38,7
Bl. Schnittcardy	78,5	83,6	30,3	37,7	32,9	27,7
I. L. Giant	73,0	67,7	30,7	33,8	22,2	20,9
White Giant	81,8	81,8	32,6	33,5	38,3	26,1
C4	75,5	82,8	30,1	30,4	43,9	34,1
Gobbo di Nizza	82,4	86,3	30,9	32,4	35,8	28,2
F-Wert	10,35	6,55	5,45	2,12	4,39	7,69
p-Wert	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
GD 5%	15,6	15,5	6,7	9,5	9,8	9,1

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

Betrachtet man die Blattbreite/Pflanze zu den Schnitten, ergeben sich folgende Aussagen: Zum 1. Schnitt wurden Blattbreiten im Bereich von minimal 17,5 cm ('Violet (Romagna)') und maximal 34,8 cm ('Saluschocke') erreicht. Die Sorte 'Blauer Schnittcardy' erweist sich als signifikant verschieden zu 6 der 13 geprüften Sorten. Weiterhin verhalten sich die Sorte 'Silverleaf' und die Sorte 'White Giant' zu 4 der 13 Sorten signifikant verschieden. Zum 2. Schnitt liegen die ermittelten Werte im Bereich von minimal 24,6 cm ('Violet (Romagna)') und maximal 39,9 cm ('Saluschocke'). 'Saluschocke' und 'Blauer Schnittcardy' konnten die größten Blattbreiten ausprägen und unterschieden sich signifikant von 'Violet (Provence)', 'Violet (Chioggia)' und 'A7/4'. Die Arzneisorte 'Saluschocke' verhält sich ebenfalls zu der Sorte 'A7/2' signifikant verschieden.

Die CCI-Werte lagen zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 22,2 ('Indented Leaf Giant') und maximal 48,4 ('Violet (Provence)'). Die Sorte 'Violet (Provence)' unterscheidet sich signifikant von den Sorten 'Silverleaf', 'A7/2' und '4', 'Saluschocke', 'Blauer Schnittcardy', 'Indented Leaf Giant', 'White Giant' und 'Gobbo di Nizza'. Zum 2. Schnitt zeigte wiederum die Sorte 'Violet (Provence)', mit einem Index von 51,1 den höchsten CCI-Wert auf, wo hingegen bei der Sorte 'Indented Leaf Giant' der geringste Chlorophyll-Index von 20,9 gemessen wurde. Ebenfalls sehr niedrige Werte, die sich in signifikanten Unterschieden zu den Sorten 'Violet (Romagna)', 'Violet (Provence)' und 'Green Globe' äußerten, lagen außer bei 'Indented Leaf Giant' auch bei den Sorten 'Blauer Schnittcardy', 'White Giant' und 'Gobbo di Nizza' vor (vgl. Tab. 4.21).

4.1.6.2 Blatterträge

Die geprüften Sorten hatten im Feldversuch Rauschholzhausen 2003 einen statistisch gesicherten Einfluss auf die Blatterträge (Teil- und Gesamterträge) der Artischocke (vgl. Tab. 4.22). So erreichten Sorten wie 'Blauer Schnittcardy', 'White Giant',

‘Silverleaf’ bzw. die Sorte ‘C4’ Blattdrogenerträge von > 40,0 dt/ha, wo hingegen die Sorten ‘Violet (Romagna)’, ‘Violet (Chiogga)’, ‘Violet (Provence)’ und die Sorte ‘A7/4’ Erträge von < 12,0 dt/ha bildeten. Diese großen Ertragsunterschiede sind signifikant.

Tab. 4.22:
Drogenerträge (dt/ha) von
Artischocken, Sortenversuch
Rauischholzhausen 2003

Sorten	TM (dt/ha)		
	1*	2*	Σ
Silverleaf	44,1	34,6	78,7
Violet (Rom.)	7,8	12,6	20,4
Violet (Prov.)	11,9	16,3	28,2
Violet (Chio.)	11,8	15,7	27,5
Green Globe	26,5	32,6	59,1
A7/2	22,3	23,7	46,0
A7/4	8,4	11,2	19,6
Saluschocke	23,9	27,7	51,6
Bl. Schnittcardy	44,9	38,7	83,6
I. L. Giant	32,2	27,3	59,5
White Giant	44,0	35,2	79,2
C4	40,9	40,9	81,8
Gobbo di Nizza	39,8	35,1	74,9
F-Wert	6,20	7,56	13,65
p-Wert	0,00	0,00	0,00
GD 5%	16,8	10,9	13,2

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt;
Σ = Summe aus 2 Schnitten

Zum 2. Schnitt liegen die Blatterträge im Bereich von maximal 40,9 dt/ha (‘C4’) und minimal 11,2 dt/ha (‘A7/4’). Wie schon zum 1. Schnitt zeichneten sich ‘C4’, ‘Blauer Schnittcardy’, ‘White Giant’, ‘Gobbo di Nizza’ aber auch ‘Green Globe’ durch hohe Drogenerträge aus, welche sich in signifikanten Unterschieden zu ‘Violet (Romagna, Provence, Chiogga)’, ‘A7/2’ und ‘A7/4’, ‘Saluschocke’ sowie ‘Indented Leaf Giant’ äußerten.

In der Summe aus 2 Schnitten erreichte die Sorte ‘Blauer Schnittcardy’ im Versuchsjahr 2003 am Standort Rauischholzhausen einen Gesamtdrogenertrag von 83,6 dt/ha, wo hingegen die Sorte ‘A7/4’ mit 19,6 dt/ha sich als äußerst ertragsschwach erwies. Ebenfalls hohe Drogenerträge von über 70,0 dt/ha erreichten die Sorten ‘Silverleaf’, ‘White Giant’, ‘C4’ und ‘Gobbo di Nizza’. Signifikante Unterschiede konnten somit zwischen den Sorten mit Drogenerträgen > 70,0 dt/ha und den ertragsschwächeren Sorten ‘Violet (Romagna, Provence, Chiogga)’, ‘Green Globe’, ‘A7/2’ bzw. ‘A7/4’, ‘Saluschocke’ und ‘Indented Leaf Giant’ nachgewiesen werden.

4.1.6.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

In der Tabelle 4.23 sind die Gesamt-CCS- und Gesamt-Flavonoid-Verbindungen zum 1. und 2. Schnitt dargestellt. Allgemein kann zu beiden Verbindungen ausgesagt werden, dass die Wirkstoffgehalte zum 1. Schnitt höher als zum 2. Schnitt waren. Eine Ausnahme bildete hier lediglich die Sorte ‘Silverleaf’, deren CCS-Gehalt zu beiden Schnitten den Wert 1,40 % aufwies. Innerhalb der Sorten lag der CCS-Gehalt zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 0,82 % i.d.TM und maximal 3,04 % i.d.TM. Hohe Inhaltsstoffgehalte von ≥ 2 % CCS konnten von den Sorten ‘Violet (Romagna)’, ‘Violet (Provence)’, ‘A7/2’ und ‘A7/4’ erreicht werden. Signifikante Unterschiede liegen zwischen den Varianten mit hohen CCS-Gehalten (‘Violet (Romagna und Provence)’, ‘A7/2 und 4’) und den Vertretern mit geringen CCS-Gehalten (‘Green Globe’, ‘Gobbo di Nizza’ und ‘Indented Leaf Giant’) vor. Zum 2. Schnitt befanden sich die CCS-Werte in den Blättern im Bereich von minimal 0,69 % i.d.TM (‘Indented Leaf Giant’) bis maximal 1,60 % i.d.TM (‘A7/4’).

Die Werte der Gesamt-Flavonoid-Gehalte variierten zum 1. Aufwuchs im Bereich von minimal 0,31 % i.d.TM (‘Saluschocke’) und maximal 0,52 bzw. 0,53 % i.d.TM (‘A7/2 und 4’). Signifikante Unterschiede liegen somit zwischen den Sorten ‘A7/2 und 4’ und

`Silverleaf', `Violet (Provence und Chiogga)', `Green Globe', `Saluschocke', `Blauer Schnittcardy', `Indented Leaf Giant', `White Giant', `C4' und `Gobbo di Nizza' vor. Der geforderte Mindestgehalt an Flavonoiden von 0,30 % i.d.TM konnte von allen Varianten erbracht werden. Zum 2. Schnitt war der Sorteneinfluss auf den Flavonoid-Gehalt nicht signifikant.

Cynarin und Cynarosid:

Innerhalb der Sorten lagen die Cynarin-Gehalte zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 0,009 % i.d.TM (`Indented Leaf Giant') und maximal 0,091 % i.d.TM (`A7/2'). Verhältnismäßig hohe Wirkstoffgehalte > 0,050 % i.d.TM konnten bei den Sorten `Violet (Romagna, Provence)', `Green Globe' und der Sorte `A7/4' nachgewiesen werden. Äußerst geringe Cynarin-Werte < 0,025 % i.d.TM verzeichneten die Sorten `Saluschocke', `Silverleaf' und die Sorte `C4'. Die Sorte `A7/2' verhält sich zu allen Vergleichssorten signifikant verschieden. Weitere signifikante Unterschiede bestehen zwischen `Violet (Romagna)' im Vergleich mit 7 der 13 geprüften Sorten (`Silverleaf', `Saluschocke', `Blauer Schnittcardy', `Indented Leaf Giant', `White Giant', `C4', `Gobbo di Nizza'). Die Cynarin-Gehalte des 2. Schnittes lagen im Messbereich von minimal 0,009 % i.d.TM (`Indented Leaf Giant') bis maximal 0,034 % i.d.TM (`A7/4'). Die Sorten `A7/2' und `A7/4' verhalten sich zu den Sorten `Silverleaf', `Violet (Provence)', `Blauer Schnittcardy', `Indented Leaf Giant' und `C4' signifikant unterschiedlich (vgl. Tab. 4.23).

Die Cynarosid-Gehalte lagen zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 0,131 % i.d.TM (`Indented Leaf Giant') bis maximal 0,288 % i.d.TM (`Violet (Romagna)'), wo hingegen die Gehalte des 2. Schnittes mit Cynarosid-Werten von minimal 0,065 % i.d.TM (`Violet (Provence)') bis maximal 0,135 % i.d.TM (`Gobbo di Nizza') deutlich darunter lagen. Die geprüften Sorten hatten nur zur 1. Ernte einen signifikanten Einfluss auf die Cynarosid-Gehalte (vgl. Tab. 4.23).

Tab. 4.23: Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern, Sortenversuch Rauschholzhausen 2003

Sorten	Gesamt-CCS-Gehalt (%)		Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)		Cynarin-Gehalt (%)		Cynarosid-Gehalt (%)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	1,40	1,40	0,32	0,21	0,019	0,013	0,215	0,122
Violet (Rom.)	2,41	0,76	0,42	0,16	0,064	0,018	0,288	0,092
Violet (Prov.)	2,30	0,84	0,33	0,18	0,054	0,015	0,144	0,065
Violet (Chio.)	1,95	1,05	0,33	0,24	0,046	0,018	0,142	0,097
Green Globe	1,29	0,80	0,32	0,20	0,053	0,020	0,144	0,078
A7/2	2,05	1,06	0,53	0,27	0,091	0,027	0,168	0,088
A7/4	3,04	1,60	0,52	0,27	0,060	0,034	0,138	0,077
Saluschocke	1,84	1,20	0,31	0,23	0,022	0,018	0,208	0,132
Bl. Schnittcardy	1,76	0,95	0,41	0,18	0,028	0,012	0,175	0,093
I. L. Giant	0,82	0,69	0,32	0,23	0,009	0,009	0,131	0,098
White Giant	1,71	0,91	0,40	0,18	0,027	0,015	0,184	0,092
C4	1,53	0,84	0,35	0,18	0,022	0,012	0,212	0,109
Gobbo di Nizza	1,46	0,98	0,36	0,21	0,026	0,016	0,193	0,135
F-Wert	8,09	6,18	4,43	0,90	8,11	5,21	2,01	1,33
p-Wert	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	0,00	0,26
GD 5%	0,58	0,31	0,10	0,11	0,024	0,090	0,009	0,053

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

4.1.7 Standort Groß-Gerau 2001

4.1.7.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Die Artischockensorten zeigten zum 1. Schnitt keine Schoßneigung. Innerhalb des 2. Schnittes war nur die Gemüsesorte `Green Globe´ mit 0,3 Schössern/m² durch eine gewisse Schoßneigung gekennzeichnet (vgl. Tab. 4.24).

Hinsichtlich der Blattanzahl und der Wuchshöhe bestehen auch am Standort Groß-Gerau zum Teil erhebliche Unterschiede zwischen den Sorten (vgl. Tab. 4.24). Zum ersten Teilertrag konnten minimal 5,3 Blätter/Pflanze (`Violet (Romagna)´) bis maximal 12,2 Blätter/Pflanze (`Indented Leaf Giant´) ausgebildet werden. Zum 2. Aufwuchs zeigten die Sorten `Indented Leaf Giant´ und `BG Göttingen´ mit > 10 Blätter/Pflanze das größte Blattbildungsvermögen auf, wo hingegen erneut die Sorte `Violet (Romagna)´ das geringste Regenerationsvermögen mit 4,8 Blättern/Pflanze aufwies. Die Unterschiede in der Blattbildung sind zu beiden Schnitten signifikant.

Die Wuchshöhe variierte von minimal 17,3 cm (`Blauer Schnittcardy´) bis maximal 55,2 cm (`BG Karlsruhe´). Signifikante Unterschiede liegen hier vor allem zwischen den Sorten `Indented Leaf Giant´, `White Giant´, `Lichtwer 3´, `Gobbo di Nizza´ bzw. `BG Karlsruhe´ und den Sorten `Violet (Romagna und Provence)´, `Sakiz´, `Blauer Schnittcardy´, `GL Nr. 368´ bzw. `BG Göttingen und Karlsruhe´ vor. Die Wuchshöhen zum 2. Aufwuchs lagen in der Regel über denen des 1. Aufwuchses, was auf eine hohe Regenerationsfähigkeit und Wachstumsintensität hinweist. So konnten Werte im Bereich von minimal 19,9 cm (`BG Göttingen´) und maximal 65,4 cm (`Lichtwer 3´) gemessen werden. Auch in diesem Feldversuch konnte beobachtet werden, dass die Wuchshöhe der Artischockenpflanzen genetisch determiniert ist (p-Wert = 0,00).

Tab. 4.24: Schösserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Groß-Gerau 2001

Sorten	Schösser/m ²		Blattanzahl/Pflanze		Wuchshöhe/Pflanze	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	0,0	0,0	9,3	8,0	41,9	55,6
Violet (Rom.)	0,0	0,0	5,3	4,8	17,9	30,1
Violet (Prov.)	0,0	0,0	5,4	6,7	24,2	33,4
Green Globe	0,0	0,3	8,0	7,3	40,7	38,6
Lichtwer 1	0,0	0,0	9,7	7,3	38,9	42,5
Lichtwer 2	0,0	0,0	6,9	7,7	27,8	36,3
Unirea	0,0	0,0	10,1	7,5	44,9	54,7
Sakiz	0,0	0,0	6,3	6,5	25,0	35,5
Bl. Schnittcardy	0,0	0,0	5,5	5,7	17,3	27,0
GL Nr. 368	0,0	0,0	7,8	8,5	21,5	28,7
BG Göttingen	0,0	0,0	9,8	10,7	22,1	19,9
I. L. Giant	0,0	0,0	12,2	10,2	52,3	59,8
White Giant	0,0	0,0	9,1	8,5	51,0	63,7
Lichtwer 3	0,0	0,0	9,3	8,2	52,3	65,4
Gobbo di Nizza	0,0	0,0	9,4	8,6	43,5	57,6
BG Karlsruhe	0,0	0,0	9,5	7,8	55,2	62,3
F-Wert	-	1,00	6,38	3,40	14,77	15,50
p-Wert	-	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00
GD	-	0,0	2,3	2,3	10,7	10,8

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

4.1.7.2 Blatterträge

Die ermittelten Drogenerträge liegen zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 1,7 dt/ha ('Blauer Schnittcardy') bis maximal 28,4 dt/ha ('Lichtwer 3'). Signifikante Unterschiede liegen zwischen den ertragreicheren Sorten 'Indented Leaf Giant' (24,6 dt/ha), 'White Giant' (26,4 dt/ha), 'Lichtwer 3' (28,4 dt/ha) bzw. 'BG Karlsruhe' (23,8 dt/ha) und den ertragsschwachen Sorten 'Silverleaf' (15,7 dt/ha), 'Violet (Romagna und Provence)'

Tab. 4.25:
Drogenerträge (dt/ha),
Sortenversuch Groß-Gerau 2001

Sorten	TM (dt/ha)		
	1*	2*	Σ*
Silverleaf	15,7	19,4	35,1
Violet (Rom.)	2,1	4,6	6,7
Violet (Prov.)	3,3	6,5	9,8
Green Globe	13,0	16,9	29,9
Lichtwer 1	14,5	13,3	27,8
Lichtwer 2	7,7	8,5	16,2
Unirea	16,0	18,1	34,1
Sakiz	2,6	5,1	7,7
Bl. Schnittcardy	1,7	4,4	6,1
GL Nr. 368	7,6	9,6	17,2
BG Göttingen	18,8	21,3	40,1
I. L. Giant	24,6	20,9	45,5
White Giant	26,4	22,9	49,3
Lichtwer 3	28,4	24,6	53,0
Gobbo di Nizza	17,2	18,3	35,5
BG Karlsruhe	23,8	22,9	46,7
F-Wert	14,69	27,37	35,20
p-Wert	0,00	0,00	0,00
GD 5%	6,8	4,0	5,4

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt;
Σ = Summe aus 2 Schnitten

mit 2,1 bzw. 3,3 dt/ha, 'Green Globe' (13,0 dt/ha), 'Lichtwer 1 und 2' (14,5 bzw. 7,7 dt/ha), 'Unirea' (16,0 dt/ha), 'Sakiz' (2,6 dt/ha), 'Blauer Schnittcardy' (1,7 dt/ha), 'GL Nr. 368' (7,6 dt/ha) vor. Die Sorten 'White Giant' und 'Lichtwer 3' sind außerdem zu 'BG Göttingen' (18,8 dt/ha) bzw. 'Gobbo di Nizza' (17,2 dt/ha) signifikant verschieden. Die Regenerationsfähigkeit zum 2. Schnitt ist gut, so dass besonders die ertragsschwachen Sorten des 1. Schnittes einen höheren Blattmassenzuwachs bilden konnten. Demgegenüber konnten die ertragsstarken Sorten des 1. Schnittes, insbesondere 'Indented Leaf Giant', 'White Giant', 'Lichtwer 3' und 'BG Karlsruhe' zum 2. Schnitt nur geringere Massenzuwächse verzeichnen. Die Drogenerträge lagen im Bereich von minimal 4,6 dt/ha ('Violet (Romagna) bis maximal 24,6 dt/ha ('Lichtwer 3'). Signifikante Unterschiede liegen zwischen 'Lichtwer 3' (24,6 dt/ha) außer zu 'White Giant' (22,9 dt/ha) bzw. 'BG Karlsruhe' (22,9 dt/ha) und allen anderen geprüften Sorten vor. Auch zwischen anderen Sorten liegen bei einer GD von 6,8 dt/ha (1. Schnitt), 4,0 dt/ha (2. Schnitt) und 5,4 dt/ha (Gesamtertrag) signifikante Ertragsunterschiede vor (vgl. Tab. 4.25).

4.1.7.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

Die CCS-Gehalte waren zum 1. Schnitt höher als zum 2. Schnitt. Weiterhin kann festgestellt werden, dass am Standort Groß-Gerau im Versuchsjahr 2001 im Vergleich zu den Standorten Gießen bzw. Rauischholzhausen die mit Abstand höchsten Wirkstoffgehalte zum 1. und 2. Schnitt gemessen wurden. Bei den CCS-Verbindungen schwanken die Werte zum 1. Schnitt zwischen maximal 5,05 % i.d.TM ('GL Nr. 368') und minimal 2,06 % i.d.TM ('BG Göttingen'). Die Sorten 'GL Nr. 368' und 'Gobbo di Nizza' (4,97 % i.d.TM) unterschieden sich signifikant von den Sorten 'Silverleaf' (2,81 % i.d.TM), 'Green Globe' (2,76 % i.d.TM), 'BG Göttingen' (2,06 % i.d.TM) und 'Indented Leaf Giant' (2,47 % i.d.TM). Weitere signifikante Unterschiede liegen zwischen 'BG Göttingen' (2,06 % i.d.TM), 'Violet (Romagna und Provence)' (4,10 bzw. 4,02 % i.d.TM) bzw. 'Blauer Schnittcardy' (4,03 % i.d.TM) vor. Bei Betrachtungen des

2. Schnittes liegen die CCS-Werte nur noch im Bereich von minimal 0,71 % i.d.TM (‘BG Göttingen’) bis maximal 3,05 % i.d.TM (‘Lichtwer 2’). Der geforderte Mindestgehalt von > 2 % CCS i.d.TM konnte nur noch in 5 der 16 geprüften Sorten nachgewiesen werden. Signifikante Unterschiede liegen zum einen zwischen ‘Lichtwer 2’ (3,05 % i.d.TM) zu allen geprüften Sorten vor, zum anderen bestanden auch zwischen anderen Sorten zum 2. Schnitt statistisch gesicherte Unterschiede im Gesamt-CCS-Gehalt (vgl. Tab. 4.26).

Die Gesamt-Flavonoid-Gehalte der Blätter lagen zum 1. Schnitt bei allen Sorten bei > 0,30 %, womit der geforderte Mindestgehalt überschritten wurde. Die Werte lagen im Bereich von minimal 0,39 % i.d.TM (‘Indented Leaf Giant’) bis maximal 0,80 % i.d.TM (‘BG Göttingen’). Die Sorte ‘BG Göttingen’ war folgenden Sorten signifikant überlegen: ‘Silverleaf’ (0,46 % i.d.TM), ‘Violet (Provence)’ (0,51 % i.d.TM), ‘Green Globe’ (0,41 % i.d.TM), ‘Lichtwer 2’ (0,49 % i.d.TM), ‘Blauer Schnittcardy’ (0,53 % i.d.TM), ‘GL Nr. 368’ (0,40 % i.d.TM), ‘Indented Leaf Giant’ (0,39 % i.d.TM), ‘White Giant’ (0,51 % i.d.TM) und ‘BG Karlsruhe’ (0,51 % i.d.TM). Zum 2. Schnitt lagen die Flavonoid-Werte im Bereich von 0,19 % i.d.TM (‘BG Karlsruhe’) bis 0,49 % i.d.TM (‘BG Göttingen’). Nur noch 7 Sorten erreichten den Mindestwert von 0,30 % an Gesamt-Flavonoiden. Die Sorten ‘BG Göttingen’, ‘Sakiz’ und ‘Lichtwer 2’ waren zahlreichen Vergleichssorten signifikant überlegen (vgl. Tab. 4.26).

Cynarin und Cynarosid:

Sowohl die Cynarin- als auch die Cynarosid-Gehalte der Blätter waren zum 1. Aufwuchs höher ausgeprägt als zum 2. Aufwuchs (vgl. Tab. 4.26). Daneben kommen statistisch gesicherte Sortenunterschiede zum Ausdruck. Innerhalb des 1. Schnittes konnten Cynarin-Gehalte von minimal 0,011 % i.d.TM bis maximal 0,087 % i.d.TM gemessen werden. Die Vertreter ‘Violet (Provence)’, ‘Violet (Romagna)’ und ‘Blauer Schnittcardy’ mit Cynarin-Gehalten > 0,078 % i.d.TM unterscheiden sich signifikant von allen anderen Sorten. In den Blättern des 2. Aufwuchses lag der Cynarin-Gehalt im gesamten Sortiment auf einem Niveau von minimal 0,0 % i.d.TM (‘Indented Leaf Giant’; ‘BG Göttingen’) bis maximal 0,022 % i.d.TM (‘Blauer Schnittcardy’). Signifikante Unterschiede konnten zwischen der Sorte ‘Blauer Schnittcardy’ und den Sorten ‘Green Globe’, ‘BG Göttingen’, ‘Indented Leaf Giant’, ‘White Giant’ und ‘Lichtwer 3’ nachgewiesen werden.

Innerhalb des 1. Schnittes liegen die Cynarosid-Gehalte im Bereich von minimal 0,064 % i.d.TM (‘BG Göttingen’) bis maximal 0,387 % i.d.TM (‘Gobbo di Nizza’). Signifikante Unterschiede liegen zwischen den Sorten ‘Lichtwer 2’ bzw. ‘BG Göttingen’ (<0,110 % i.d.TM) und den Sorten mit Cynarosid-Gehalten > 0,300 % i.d.TM (‘Violet (Provence)’, ‘Unirea’, ‘Sakiz’, ‘Blauer Schnittcardy’, ‘GL Nr. 368’, ‘White Giant’, ‘Lichtwer 3’, ‘Gobbo di Nizza’, ‘BG Karlsruhe’) vor.

Tab. 4.26: Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in %TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Groß-Gerau 2001

Sorten	CCS in %		Flavonoide in %		Cynarin in %		Cynarosid in %	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Silverleaf	2,81	0,92	0,46	0,21	0,053	0,013	0,238	0,098
Violet (Rom.)	4,10	2,05	0,60	0,34	0,087	0,019	0,296	0,164
Violet (Prov.)	4,02	2,61	0,51	0,34	0,079	0,026	0,321	0,206
Green Globe	2,76	0,74	0,41	0,20	0,052	0,009	0,285	0,136
Lichtwer 1	3,70	1,80	0,63	0,35	0,045	0,017	0,254	0,107
Lichtwer 2	3,58	3,05	0,49	0,42	0,039	0,014	0,106	0,088
Unirea	3,43	1,26	0,56	0,25	0,024	0,004	0,353	0,184
Sakiz	3,97	2,10	0,69	0,45	0,057	0,016	0,346	0,195
Bl. Schnittcardy	4,03	1,79	0,53	0,30	0,080	0,022	0,332	0,157
GL Nr. 368	5,05	1,88	0,40	0,21	0,027	0,016	0,372	0,212
BG Göttingen	2,06	0,71	0,80	0,49	0,011	0,000	0,064	0,085
I. L. Giant	2,47	0,80	0,39	0,25	0,018	0,000	0,177	0,121
White Giant	3,32	0,88	0,51	0,24	0,028	0,004	0,308	0,157
Lichtwer 3	3,62	1,19	0,59	0,22	0,028	0,004	0,323	0,135
Gobbo di Nizza	4,97	0,61	0,61	0,23	0,035	0,003	0,387	0,154
BG Karlsruhe	4,38	0,89	0,51	0,19	0,037	0,008	0,326	0,189
F-Wert	1,88	7,97	2,29	4,29	10,73	5,97	2,56	2,80
p-Wert	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
GD 5%	1,75	0,76	0,21	0,13	0,020	0,010	0,168	0,072

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt

4.1.8 Standort Groß-Gerau 2002

4.1.8.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Mit dem Sortenversuch Groß-Gerau 2002 konnten erstmals 3 Aufwüchse pro Vegetationsperiode ausgewertet werden (vgl. Tab. 4.27). Einige Sorten zeigten zum 1. und zum 2. Schnitt ein erhöhtes Schossverhalten ('Violet (Provence)', 'Green Globe', 'Unirea' und 'Celesta'). Zum 3. Schnitt konnten keine Blütenstände beobachtet werden. Hinsichtlich der Blattanzahl pro Pflanze bestehen zwischen den 3 Schnitten signifikante Abweichungen. So konnten zum 1. Aufwuchs minimal 5,7 Blätter/Pflanze ('A7/4') bis maximal 11,0 Blätter/Pflanze ('Blauer Schnittcardy') festgestellt werden. Die Sorten 'Blauer Schnittcardy' und 'C4' verhalten sich mit mehr als 10 Blätter/Pflanze signifikant verschieden zu 'A7/4' und 'Violet (Romagna)', welche weniger als 6,5 Blätter/Pflanze ausbildeten. Die Regenerationsfähigkeit des 2. Aufwuchses ist innerhalb des Bestandes sehr gut, lediglich die Sorte 'A7/4' wies weniger Blätter zum 2. Schnitt auf. Zum 2. Erntetermin konnten minimal 5,3 ('A7/4') und maximal 22,2 Blätter/Pflanze ('Celesta') gebildet werden. Die rumänische Sorte 'Celesta' verhält sich signifikant verschieden zu allen anderen 10 Sorten. Auch zum 3. Schnitt konnte sich der Bestand gut regenerieren und einen guten Blattzuwachs entwickeln. So konnten minimal 6,3 ('A7/4') und maximal 14,7 Blätter/Pflanze ('Celesta') erfasst werden.

Tab. 4.27: Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Groß-Gerau 2002

Sorten	Schosser/m ²			Blattanzahl/Pflanze			Wuchshöhe (cm)		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
Silverleaf	0,0	0,0	0,0	9,9	11,3	6,8	51,6	58,7	38,5
Violet (Rom.)	0,0	0,0	0,0	6,3	10,1	7,7	20,3	21,8	25,0
Violet (Prov.)	0,1	0,3	0,0	8,8	12,3	7,1	44,3	57,7	40,1
Green Globe	0,1	0,4	0,0	9,2	15,1	9,5	40,7	49,1	41,7
A7/2	0,0	0,0	0,0	9,5	13,5	10,3	34,5	44,9	32,6
A7/4	0,0	0,0	0,0	5,7	5,3	6,3	24,1	27,1	21,3
Unirea	0,1	0,4	0,0	9,2	14,3	12,4	46,7	52,3	34,9
Celesta	0,1	0,6	0,0	9,2	22,2	14,7	45,4	53,6	32,9
Saluschocke	0,0	0,0	0,0	9,2	12,6	7,7	42,4	62,5	34,9
Bl. Schnittcardy	0,0	0,1	0,0	11,0	14,2	9,2	51,0	60,4	37,3
C4	0,0	0,1	0,0	10,5	12,9	10,1	60,1	67,9	39,5
F-Wert	6,40	25,44	0,90	4,45	2,84	1,71	8,89	24,48	14,33
p-Wert	0,00	0,00	0,55	0,00	0,02	0,14	0,00	0,00	0,00
GD 5%	0,1	0,1	0,0	2,2	7,0	5,7	11,6	8,6	4,9

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt; 3* = 3. Schnitt

Zum 1. Schnitt wurden Wuchshöhen im Bereich von minimal 20,3 cm (Violet (Romagna)) und maximal 60,1 cm (C4) gemessen. Ähnlich hohe Wuchshöhen mit > 50 cm verzeichneten die Sorten Silverleaf und Saluschocke. Die geringsten Wuchshöhen < 25 cm zum 2. Aufwuchs wurden von Violet (Romagna) und A7/4 erreicht, wo hingegen die Sorten Blauer Schnittcardy, C4 und Silverleaf Höhen > 50 cm aufwiesen. Die ermittelten Wuchshöhen vor dem 3. Schnitt lagen minimal bei

21,3 cm (A7/4) bzw. 25,0 cm (Violet (Romagna)) und maximal bei 40,1 (Violet (Provence)) bzw. 41,7 cm (Green Globe).

Tab. 4.28: LAI von Artischocken zur Ernte, Sortenversuch Groß-Gerau 2002

Sorten	LAI		
	1*	2*	3*
Silverleaf	1,6	4,5	1,4
Violet (Rom.)	0,2	0,3	0,6
Violet (Prov.)	0,9	4,0	1,7
Green Globe	0,4	2,3	1,4
A7/2	0,3	1,7	1,3
A7/4	0,2	0,5	0,5
Unirea	1,1	3,6	1,5
Celesta	1,2	3,0	1,2
Saluschocke	0,9	3,7	1,6
Bl. Schnittcardy	2,1	4,2	1,8
C4	1,9	4,7	1,0
F-Wert	7,62	27,78	1,93
p-Wert	0,00	0,00	0,10
GD 5%	0,8	0,9	0,9

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt; 3* = 3. Schnitt

Die höchsten LAI-Werte konnten zum 2. Teilertrag gemessen werden, was auf den größten Massenzuwachs innerhalb der drei Ernten schließen lässt (vgl. Tab. 4.28).

Zum 1. und 2. Teilertrag konnten signifikante Unterschiede zwischen den Sorten festgestellt werden. Die LAI-Werte zum 1. Aufwuchs lagen im Bereich von minimal 0,2 (Violet (Romagna)) und A7/4) bis maximal 2,1 (Blauer Schnittcardy). Die LAI-Werte zum 3. Aufwuchs ähneln den Werten des 1. Aufwuchses. So konnten hier minimale Werte von 0,5 bzw. 0,6 (Violet (Romagna), A7/4) gemessen werden, wo hingegen die Sorten Blauer Schnittcardy und Violet (Provence) maximale LAI-Werte > 1,6 verzeichneten. Besonders große Schwankungen innerhalb der LAI-

Messungen weist der 2. Schnitt auf, so wurden hier minimale Werte von 0,3 (‘Violet (Romagna)’) und maximale Werte von 4,7 (‘C4’) gemessen. Diese großen Unterschiede innerhalb der Messungen weisen auf ein unterschiedliches Regenerations- und Blattbildungsvermögen hin.

4.1.8.2 Blatterträge

Vergleicht man die Drogenerträge zu den Schnitten, so variieren diese sehr stark. Es konnten zum 1. Schnitt minimal 3,5 dt/ha (‘A7/4’) bis maximal 25,3 dt/ha (‘C4’) an Blattertrag gewonnen werden. Die höchsten Erträge wurden durch den 2. Schnitt mit minimal 5,3 dt/ha (‘Violet (Romagna)’) bis maximal 38,4 dt/ha (‘C4’) erzielt, wo hingegen zum 3. Schnitt die geringsten Drogenerträge vorlagen. Hier konnten minimal 5,3 dt/ha (‘A7/4’) und maximal 12,9 dt/ha (‘Saluschocke’) an Blattertrag gewonnen werden. Signifikante Unterschiede liegen zu allen 3 Teilerträgen vor. In der Summe aus 3 Schnitten erwies sich die Sorte ‘C4’ mit 75,3 dt/ha als am leistungsstärksten, wo hingegen besonders die Sorte ‘A7/4’ und ‘Violet (Romagna)’ mit Blatterträgen unter 16 dt/ha als leistungsschwach einzustufen sind. Die Sorte ‘C4’ erwies sich somit zu 6 der 10 angebauten Sorten signifikant verschieden (vgl. Tab. 4.29).

Sorten	TM (dt/ha)			
	1*	2*	3*	Σ
Silverleaf	20,2	37,5	11,9	69,6
Violet (Rom.)	2,1	5,3	5,8	13,2
Violet (Prov.)	17,4	33,5	12,1	63,0
Green Globe	14,5	25,3	12,1	51,9
A7/2	10,6	19,2	9,9	39,7
A7/4	3,5	7,0	5,3	15,8
Unirea	15,6	34,9	10,9	61,4
Celesta	14,8	25,0	10,4	50,2
Saluschocke	14,7	32,3	12,9	59,9
Bl. Schnittcardy	21,6	35,3	12,1	69,0
C4	25,3	38,4	11,6	75,3
F-Wert	16,51	11,13	13,60	5,35
p-Wert	0,00	0,00	0,00	0,00
GD 5%	5,10	10,3	2,1	14,7

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt; 3* = 3. Schnitt;
Σ* = Summe aus 3 Schnitten

Tab. 4.29:
Drogenerträge (dt/ha) von
Artischocken, Sortenversuch
Groß-Gerau 2002

In der Abbildung 4.10 sind die LAI-Werte als Mittel aus 3 Schnitten im Vergleich zum Drogenertrag (Summe aus 3 Schnitten) dargestellt. Zwischen den LAI-Werten und Drogenerträgen bestand eine enge Korrelation (Pearson = 0,98). So kann im Versuchsjahr 2002 am Standort Groß-Gerau davon ausgegangen werden, dass hohe LAI-Werte innerhalb des Bestandes auf einen hohen Ertrag bzw. ein geringer Blattflächenindices auf niedrige Erträge folgern lassen. Sorten mit einem LAI-Wert von < 1,0 (‘Violet (Romagna)’, ‘A7/4’) weisen somit auch geringere Blatterträge auf, wo hingegen die höchsten Blatterträge jene Sorten bildeten, bei denen zugleich LAI-Werte von > 1,5 (‘Silverleaf’, ‘Violet (Provence)’, ‘Unirea’, ‘Celesta’, ‘Saluschocke’, ‘Schnittcardy’, ‘C4’) ermittelt wurden.

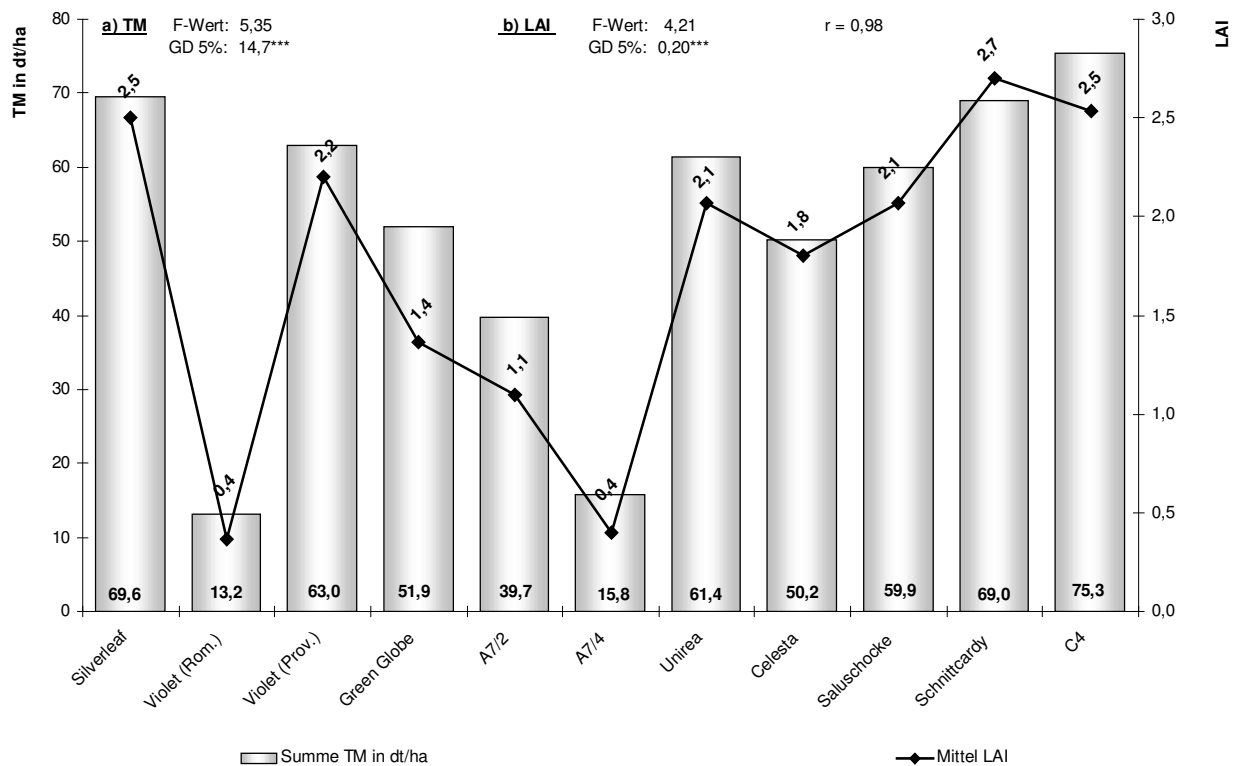


Abb. 4.10: Drogenerträge (Summe in dt/ha TM) und LAI-Werte (Mittel aus 3 Schnitten) von Artischocken, Sortenversuch Groß-Gerau 2002

4.1.8.3 Wirkstoffgehalte

CCS Verbindungen und Flavonoide:

Die Gehalte an CCS-Verbindungen und an Flavonoiden waren während der ersten beiden Aufwüchse höher ausgeprägt als während des 3. Aufwuchses (vgl. Tab. 4.30). Die Differenzen zwischen den Sorten waren nicht signifikant.

Die CCS-Gehalte variierten zum 1. Schnitt zwischen minimal 2,73 % i.d.TM (‘Celesta’) und 4,65 % i.d.TM (‘A7/2’). Zum 2. Schnitt lagen die Wirkstoffgehalte unter denen des 1. Schnittes. Es wurden minimal 1,86 % i.d.TM an CCS (‘Celesta’) und maximal 3,70 % i.d.TM (‘Violet (Romagna)’) synthetisiert. Der letzte Schnitt erwies sich als äußerst inhaltsstoffarm, so dass nur noch ein minimaler Wert von 0,71 % i.d.TM (‘Green Globe’) bzw. ein maximaler Wert von 1,15 % i.d.TM (‘Silverleaf’) vorlag.

Die Werte für die Gesamt-Flavonoid-Gehalte variierten zum 1. Aufwuchs im Bereich von minimal 0,35 % i.d.TM (‘Silverleaf’) und maximal 0,75 % i.d.TM (‘Unirea’), wo hingegen zum 2. Aufwuchs minimal 0,33 % i.d.TM (‘Green Globe’) und maximal 0,62 % (‘A7/2’) synthetisiert werden konnten. Zum 3. Aufwuchs konnten nur noch geringere Flavonoid-Gehalte in den Blättern nachgewiesen werden, so dass minimal 0,28 % i.d.TM (‘Silverleaf’) und maximal 0,47 % i.d.TM (‘Green Globe’) vorlagen.

Tab. 4.30: Gehalte an CCS-Verbindungen und Flavonoiden (gesamt) in %TM in den Blättern von Artischocken, Sortenversuch Groß-Gerau 2002

Sorten	Gesamt-CCS-Gehalt (%)			Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*
Silverleaf	2,86	2,24	1,15	0,35	0,39	0,28
Violet (Rom.)	4,21	3,70	1,11	0,57	0,46	0,37
Violet (Prov.)	3,60	3,09	0,96	0,58	0,42	0,33
Green Globe	3,10	1,92	0,71	0,46	0,33	0,47
A7/2	4,65	4,06	1,07	0,69	0,62	0,36
A7/4	3,88	3,56	0,91	0,67	0,49	0,30
Unirea	3,93	2,74	0,88	0,75	0,51	0,35
Celesta	2,73	1,86	0,68	0,67	0,42	0,29
Saluschocke	4,28	2,43	0,86	0,64	0,39	0,25
Schnittcardy	3,43	2,81	0,80	0,60	0,52	0,32
C4	3,78	2,56	0,85	0,67	0,44	0,35
F-Wert	1,06	1,99	1,20	1,83	2,04	0,71
p-Wert	0,43	0,09	0,34	0,11	0,08	0,71
GD 5%	1,72	1,51	0,41	0,24	0,16	0,21

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt; 3* = 3. Schnitt

Cynarin und Cynarosid:

Die Cynarin-Gehalte des 1. und 2. Schnittes waren dem 3. Aufwuchs qualitativ überlegen (vgl. Tab. 4.31). Zum 1. Schnitt lagen die Cynarin-Werte minimal bei 0,018 % i.d.TM (‘Silverleaf’) und maximal bei 0,056 % i.d.TM (‘A7/2’). Ähnliche hohe Gehalte konnten innerhalb des 2. Aufwuchses festgestellt werden, so dass Cynarin-Gehalte von minimal 0,015 % i.d.TM (‘Celesta’) und maximal 0,056 % i.d.TM (‘A7/2’) vorlagen. Die Sorte ‘A7/2’ zeigt eine signifikante Überlegenheit zu allen anderen Vergleichssorten (Ausnahme: ‘A7/4’). Die Cynarin-Gehalte des 3. Aufwuchses liegen nur noch im Bereich von minimal 0,007 bzw. 0,008 % i.d.TM (‘Blauer Schnittcardy’, ‘C4’, ‘A7/4’) bis maximal 0,013 % i.d.TM (‘Violet (Romagna)’).

Betrachtet man die Cynarosid-Werte, kann ebenfalls ein Qualitätsabfall vom 1. bis zum 3. Schnitt beobachtet werden. So konnten zum 1. Aufwuchs noch Cynarosid-Gehalte im Bereich von minimal 0,193 % i.d.TM (‘A7/2’) bis maximal 0,536 % i.d.TM (‘Unirea’) beobachtet werden, wo hingegen zum 3. Aufwuchs nur noch Werte von minimal 0,112 % i.d.TM (‘A7/2’) und maximal 0,275 % i.d.TM (‘Unirea’) nachgewiesen werden konnten. Die Werte des 2. Aufwuchses ähneln denen des 1. Aufwuchses, sodass hier minimal 0,151 % i.d.TM (‘A7/4’) bis maximal 0,357 % i.d.TM (‘Blauer Schnittcardy’) ermittelt werden konnten. Zu allen 3 Aufwüchsen waren signifikante Unterschiede vorhanden, welche besonders zwischen der rumänischen Sorte ‘Unirea’ zu den Sorten ‘Silverleaf’, ‘Violet (Romagna)’, ‘Violet (Provence)’, ‘Green Globe’, ‘A7/2’ und ‘A7/4’ zu beobachten waren.

Tab. 4.31: Gehalte an Cynarin und Cynarosid (% d.TM) in den Blättern der Artischocke, Sortenversuch Groß-Gerau 2002

Sorten	Cynarin-Gehalt (%)			Cynarosid-Gehalt (%)		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*
Silverleaf	0,018	0,019	0,011	0,296	0,272	0,190
Violet (Rom.)	0,046	0,036	0,013	0,289	0,210	0,206
Violet (Prov.)	0,046	0,036	0,012	0,291	0,235	0,180
Green Globe	0,037	0,024	0,009	0,262	0,176	0,166
A7/2	0,056	0,056	0,012	0,193	0,171	0,112
A7/4	0,039	0,039	0,008	0,282	0,151	0,115
Unirea	0,028	0,022	0,010	0,536	0,342	0,275
Celesta	0,020	0,015	0,010	0,528	0,329	0,236
Saluschocke	0,041	0,026	0,011	0,448	0,259	0,186
Bl. Schnittcardy	0,023	0,021	0,007	0,395	0,357	0,222
C4	0,034	0,026	0,008	0,382	0,248	0,208
F-Wert	2,26	3,89	2,49	2,69	3,61	3,60
p-Wert	0,05	0,00	0,04	0,03	0,01	0,01
GD 5%	0,023	0,017	0,004	0,201	0,109	0,075

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt; 3* = 3. Schnitt

4.2 Saatzeitenversuche 2001-2002

4.2.1 Standort Gießen 2001

4.2.1.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Die Schoßneigung der Artischocken variierte innerhalb der Saatzeiten sehr stark. So wiesen zum 1. Schnitt die Varianten der 2. und 3. Saatzeit 0,7 bzw. 1,2 Schosser/m² auf, wo hingegen in der 1. und 4. Saatzeit nur 0,2 Schosser/m² beobachtet wurden. Die Unterschiede im Blühverhalten zwischen der 2. und 3. Saatzeit (Aussaat: 30. April bzw. 15. Mai 2001) und der 1. und 4. Saatzeit (Aussaat: 19. April bzw. 28. Mai 2001) erwiesen sich als signifikant. Auch zum 2. Schnitt konnten signifikante Unterschiede im Schoßverhalten festgestellt werden. So wurde in der 1. Saatzeit der höchste Schosseranteil von 1,4 Trieben/m² ermittelt, gefolgt von der 2. Saatzeit mit 0,7 Schossern/m². In den späteren Saatzeiten 3 und 4 war keine Schoßneigung der Pflanzen festzustellen. Innerhalb des untersuchten Parameters Blattanzahl pro Pflanze konnten zum 2. Schnitt mehr Blätter als zum 1. Schnitt gebildet werden. Auffällig ist das hohe Regenerations- und Blattbildungsvermögen der 2. Saatzeit, welche maximal 15,3 Blätter/Pflanze ausbilden konnte. Demgegenüber konnte bei gleicher Vegetationsdauer von 40 Tagen die 4. Saatzeit nur noch 8,5 Blätter aufweisen. Auch zum 1. Schnitt erwies sich die 2. Saatzeit (Aussaat: 30. April 2001) mit 11,1 Blättern als überlegen, wo hingegen die Saatzeiten 3 und 4 mit 6,3 bzw. 7,7 Blättern bei gleicher Vegetationsdauer von 100 Tagen deutlich weniger Blätter ausbildeten (vgl. Tab. 4.32 und Tab. A 8.3).

Die gemessenen CCI-Werte lagen zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 29,6 (1. Saatzeit) bis maximal 43,5 (2. Saatzeit). Innerhalb des 1. Schnittes wiesen somit die Pflanzen der 2. Saatzeit die größte Blattpigmentierung auf, welche in der 1. Saatzeit mit dem Index 29,6 ihren niedrigsten Wert erreichte. Anders waren die Befunde zum 2. Schnitt. Die höchsten CCI-Werte von $\geq 36,3$ % konnten in der 1. und 3. Saatzeit gemessen werden. Die gemessenen LAI-Werte lagen auf einem insgesamt sehr niedrigem Niveau und erlauben daher nur begrenzte Aussagen über die Blattbildung einer Pflanze. Die höchsten LAI-Werte zum 1. als auch zum 2. Schnitt wurden in der 3. Saatzeit gemessen, wo hingegen besonders die 1. Saatzeit zu den Schnitten extrem geringe Werte aufwies (vgl. Tab. 4.32).

Tab. 4.32: Schosserzahl, Blattanzahl, LAI und CCI von Artischocken zur Ernte, Saatzeitenversuch Gießen 2001

Saatzeit	Schosser/m ²		Blattanzahl/Pflanze		CCI		LAI	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
SZ 1	0,2	1,4	8,3	12,7	29,6	41,6	0,0	0,5
SZ 2	0,7	0,7	11,1	15,3	43,5	25,1	0,8	0,5
SZ 3	1,2	0,0	6,3	12,4	36,6	36,3	1,1	0,7
SZ 4	0,2	0,1	7,7	8,5	35,5	27,3	1,0	0,8
F-Wert	8,08	6,77	3,81	1,54	3,93	8,55	4,46	2,00
p-Wert	0,01	0,00	0,06	0,28	0,05	0,01	0,00	0,44
GD 5%	0,5	0,3	3,4	7,4	9,3	8,6	0,2	0,5

1* - 2* = Schnitte 1-2

4.2.1.2 Blatterträge

Im Saatzeitenversuch Gießen 2001 konnten 2 Schnitte durchgeführt werden. Zum 1. Schnitt lagen minimale Blattdrogenerträge von 15,5 dt/ha (1. Saatzeit) und maximale von 21,3 dt/ha (2. Saatzeit) vor. Trotz dieser großen Ertragsdifferenz von 5,8 dt/ha konnten für den 1. Schnitt keine statistisch nachweisbaren Unterschiede festgestellt werden. Die Pflanzen zeigten eine gute Regenerationsfähigkeit, so dass zum 2. Schnitt minimal 12,0 dt/ha (1. Saatzeit) und maximal 19,7 dt/ha (4. Saatzeit) geerntet werden konnten. In der Summe aus 2 Schnitten konnten in den Saatzeiten 2 bis 4 Drogenerträge von > 30 dt/ha erreicht werden. Lediglich die 1. Saatzeit zeigte einen geringeren Drogenertrag von 27,5 dt/ha auf. Die Mittelwerte der Prüfglieder waren relativ ausgeglichen, so dass weder zum 2. Schnitt, noch in der Summe beider Schnitte signifikante Unterschiede festzustellen waren.

Saatzeit	TM (dt/ha)		
	1*	2*	Σ
SZ 1	15,5	12,0	27,5
SZ 2	21,3	15,2	36,5
SZ 3	19,7	12,4	32,1
SZ 4	19,8	19,7	39,5
F-Wert	1,24	2,88	0,12
p-Wert	0,4	0,1	1,0
GD 5%	7,3	6,8	14,4

1* -2* = Schnitte 1-2; Σ* = Summe aus 2 Schnitten

Tab. 4.33:
Drogenerträge (dt/ha) von
Artischocken, Saatzeitenversuch
Gießen 2001

4.2.1.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

Bei den CCS-Verbindungen wurde zum 1. als auch zum 2. Schnitt ein deutlicher Effekt zwischen den Varianten sichtbar. Es konnte zum 1. Schnitt ein kontinuierlicher CCS-Abfall von der 1. Saatzeit (1,55 % i.d.TM) bis zur 4. Saatzeit (0,99 % i.d.TM) beobachtet werden. Auch innerhalb des 2. Schnittes erwiesen sich die frühen Aussaaten im April als CCS reicher. So konnten in der 1. und 2. Saatzeit noch CCS-Gehalte > 1,0 detektiert werden, wo hingegen besonders die 3. Saatzeit einen extrem niedrigen CCS-Gehalt von 0,19 % i.d.TM aufwies (vgl. Tab 4.34).

Auch innerhalb der Flavonoide ist der Wirkstoffrückgang von der 1. bis zur 4. Saatzeit sichtbar. So konnten zum 1. Schnitt signifikante Unterschiede zwischen der 1. Saatzeit (0,37 % i.d.TM) zu den Saatzeiten 2 - 4 beobachtet werden. Ebenfalls signifikante Unterschiede liegen zwischen der 2. Saatzeit (0,29 % i.d.TM) zu den beiden letzten Saatzeiten mit 0,20 bzw. 0,23 % i.d.TM vor. Zum 2. Schnitt konnten nur noch Flavonoid-Gehalte von minimal 0,07 bis maximal 0,26 % i.d.TM detektiert werden. Es zeigte sich auch hier, dass Aprilaussaaten (1. und 2. Saatzeit) den Maiaussaaten (3. und 4. Saatzeit) signifikant überlegen waren (vgl. Tab. 4.34 und Tab. A 8.3).

Cynarin und Cynarosid:

Die Gehalte an Cynarin liegen zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 0,017 % i.d.TM (1. Saatzeit) bis maximal 0,050 % i.d.TM (3. Saatzeit), wo hingegen zum 2. Schnitt Werte im Bereich von minimal 0,000 % i.d.TM (3. Saatzeit) bis maximal 0,047 % i.d.TM (1. Saatzeit) gemessen werden konnten. Zum 2. Schnitt verhalten sich die 1. und 2. Saatzeit signifikant verschieden zu der 3. und 4. Saatzeit (vgl. Tab. 4.34).

Die Cynarosid-Gehalte lagen in allen 4 Saatzeiten auf einem sehr geringen Niveau von 0,000 bis 0,002 % i.d.TM und erlauben keine Schlussfolgerungen hinsichtlich einer Saatzeiten-Bevorzugung (vgl. Tab. 4.34).

Tab. 4.34: Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in %TM in den Blättern von Artischocken, Saatzeitenversuch Gießen 2001

Saatzeit	Gesamt-CCS-Gehalt (%)		Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)		Cynarin-Gehalt (%)		Cynarosid-Gehalt (%)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
SZ 1	1,55	1,01	0,37	0,26	0,017	0,047	0,002	0,001
SZ 2	1,52	1,15	0,29	0,23	0,040	0,020	0,001	0,001
SZ 3	1,18	0,19	0,20	0,07	0,050	0,000	0,001	0,000
SZ 4	0,99	0,50	0,23	0,10	0,047	0,007	0,001	0,001
F-Wert	3,40	1,80	12,30	10,78	2,14	3,07	1,99	3,75
p-Wert	0,04	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,19	0,06
GD 5%	0,49	0,35	0,07	0,09	0,034	0,012	0,001	0,001

1* - 2* = Schnitte 1-2

4.2.2 Standort Groß-Gerau 2001

4.2.2.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Die Schoßneigung der Artischocken war zum 2. Schnitt höher als zum 1. Schnitt (vgl. Tab. 4.35). Es wurden zum 2. Schnitt Maximal 1,2 Schosser/m² (1. Saatzeit) und minimal 0,4 Schosser/m² (3. Saatzeit) gezählt, wo hingegen der Schosseranteil zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 0,0 Triebe/m² (4. Saatzeit) bis maximal 0,6 Triebe/m² (1. Saatzeit) variierte. Es kann geschlussfolgert werden, dass eine frühere Aussaat (1. Saatzeit: 20. April 2001) eine erhöhte Schoßneigung bewirkt und eine späte Aussaat (4. Saatzeit: 28. Mai 2001) diese vermindert. Diese Effekte dürften, wie am Standort Gießen 2001, mit dem Vernalisationsreiz zusammenhängen, der bei späten Aussaaten Mitte bis Ende Mai nicht mehr gegeben ist.

Tab. 4.35: Schosserzahl, Wuchshöhe (cm) und Blattanzahl von Artischocken zur Ernte, Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001

Saatzeit	Schosser/m ²		Wuchshöhe (cm)		Blattanzahl/Pflanze	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
SZ 1	0,6	1,2	31,7	29,1	12,7	14,2
SZ 2	0,1	1,0	33,6	31,7	12,5	7,2
SZ 3	0,2	0,4	36,5	34,1	13,7	7,5
SZ 4	0,0	SSB*	34,1	SSB*	10,6	SSB*
F-Wert	9,33	6,89	16,04	12,44	10,46	12,58
p-Wert	0,01	0,00	0,00	0,17	0,72	0,01
GD 5%	0,3	0,3	5,8	5,6	6,2	3,9

1* -2* = Schnitte 1-2; SSB* = Spätfolgen d. Schädlingsbefalls (Die 4. Saatzeit liegt nur teilweise zur statistischen Auswertung vor. Zum 1. Schnitt konnte nach dem Auflaufen der Artischocken ein starker Befall von Gammaeulen-Larven in 2 der 3 Wiederholungen nachgewiesen werden, die zu einer Reduzierung bzw. zum teilweisen Kümmerwuchs der Pflanzen führte.)

Die Wuchshöhen der Artischockenpflanzen wurden durch die Saatzeit nur während des 1. Schnittes signifikant beeinflusst. So konnte sich die 3. Saatzeit (WH 36,5 cm) signifikant von der 1. Saatzeit (WH 31,7 cm) unterscheiden. Die Messwerte der Wuchshöhen zum 2. Schnitt lagen unter den Werten des 1. Schnittes im Bereich von minimal 29,1 cm (1. Saatzeit) und maximal 34,1 cm (3. Saatzeit). Betrachtet man den Parameter Blattanzahl pro Pflanze zum 1. Schnitt, dann konnten minimal 10,6 Blätter/Pflanze (4. Saatzeit) und maximal 13,7 Blätter/Pflanze (3. Saatzeit) ermittelt werden. Offensichtlich führte eine Aussaat um den 15. Mai 2001 zu einer vermehrten Ausbildung von Blättern, wie es in der 3. Saatzeit sichtbar wird. Eine Aussaat um den 25. Mai 2001 (4. Saatzeit) erwies sich demgegenüber als negativ, so dass 2 Blätter pro Pflanze weniger gebildet wurden. Nach dem 1. Schnitt konnte sich besonders die Ende April 2001 ausgesäte 1. Saatzeit gut regenerieren. Sie wies mit 14 Blätter/Pflanze das höchste Blattbildungsvermögen auf, wo hingegen die 2. und 3. Saatzeit (Aussaat: Ende April/Anfang Mai) nur 7 - 8 Blätter/Pflanze ausbilden konnten (vgl. Tab. 4.35).

4.2.2.2 Blatterträge

Am Standort Groß-Gerau konnten im Versuchsjahr 2001 2 Schnitte realisiert werden. In der nachfolgenden Tabelle 4.36 werden die Unterschiede im Drogenertrag zwischen den Saatzeiten sichtbar. So konnten zum 1. Schnitt minimal 15,4 dt/ha (4. Saatzeit) und maximal 33,4 dt/ha (2. Saatzeit) geerntet werden. Diese Ertragsdifferenz von 18 dt/ha erwies sich als signifikant. Ebenfalls signifikant verschieden waren die Blatterträge der 4. Saatzeit und der 3. Saatzeit (Ertragsdifferenz von 15 dt/ha). Man kann davon ausgehen, dass sich eine Aussaat Ende April bis Mitte Mai positiv auf das Blattbildungsvermögen und die Wachstumsintensität ausgewirkt haben, welches sich in einem Mehrertrag widerspiegelte. Zum 2. Schnitt regenerierte sich besonders die 1. Saatzeit gut und erwies sich als signifikant verschieden zu der 2. und 3. Saatzeit. In der Summe aus 2 Schnitten konnten die höchsten Blattmasseerträge in den ersten beiden Saatzeiten nachgewiesen werden, wo hingegen die 4. Saatzeit, bedingt durch den schweren Gammaeulenbefall, große Ertragseinbußen zu verzeichnen hatte.

Saatzeit	TM (dt/ha)		
	1*	2*	Σ
SZ 1	27,7	16,1	43,8
SZ 2	33,4	10,9	44,3
SZ 3	30,2	8,7	38,9
SZ 4	15,4	SSB*	15,4
F-Wert	12,39	17,63	0,13
p-Wert	0,00	0,00	0,94
GD 5%	7,3	3,1	18,9

Tab. 4.36:
Drogenerträge (dt/ha) von
Artischocken, Saatzeitenversuch
Groß-Gerau 2001

1* -2* = Schnitte 1-2; Σ = Summe aus 2 Schnitten ; SSB* = Spätfolgen d. Schädlingsbefalls (Die 4. Saatzeit liegt nur teilweise zur statistischen Auswertung vor. Zum 1. Schnitt konnte nach dem Auflaufen der Artischocken ein starker Befall von Gammaeulen-Larven in 2 der 3 Wiederholungen nachgewiesen werden, die zu einer Reduzierung bzw. zum teilweisen Kümmerwuchs der Pflanzen führte.)

4.2.2.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

Zunächst kann festgestellt werden, dass die Wirkstoffgehalte bei allen Verbindungen sich vom 1. bis zum 2. Schnitt verringerten. So konnten zum 1. Schnitt CCS-Gehalte von minimal 2,22 % i.d.TM (Saatzeit 1) bis maximal 3,16 % i.d.TM (Saatzeit 3) nachgewiesen werden. Am Standort Groß-Gerau führten somit im Gegensatz zum Standort Gießen die späteren Maiaussaaten (3. und 4. Saatzeit) zu höheren Gehalten an CCS i.d.TM. Anders verhält sich der 2. Schnitt. Hier konnte besonders die 1. Saatzeit (Aus-
saat: 20. April 2001) die höchsten CCS-Gehalte von 2,19 % i.d. Blattdroge aufweisen, wo hingegen in den später gesäten Saatzeiten ein Inhaltsstoffabfall zu beobachten ist.

Tab. 4.37: Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in %TM in den Blättern von Artischocken, Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001

Saatzeit	Gesamt-CCS-Gehalt (%)		Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)		Cynarin-Gehalt (%)		Cynarosid-Gehalt (%)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
SZ 1	2,22	2,19	0,51	0,37	0,091	0,028	0,181	0,086
SZ 2	2,24	1,62	0,32	0,32	0,082	0,035	0,140	0,165
SZ 3	3,16	0,42	0,27	0,09	0,091	0,005	0,140	0,067
SZ 4	2,39	SSB*	0,28	SSB*	0,040	SSB*	0,172	SSB*
F-Wert	3,09	5,84	11,07	12,96	2,56	4,32	0,64	3,16
p-Wert	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,61	0,09
GD 5%	0,83	0,36	0,11	0,11	0,017	0,023	0,086	0,082

1* -2* = Schnitte 1-2; SSB* = Spätfolgen d. Schädlingsbefalls (Die 4. Saatzeit liegt nur teilweise zur statistischen Auswertung vor. Zum 1. Schnitt konnte nach dem Auflaufen der Artischocken ein starker Befall von Gammaeulen-Larven in 2 der 3 Wiederholungen nachgewiesen werden, die zu einer Reduzierung bzw. zum teilweisen Kümmerwuchs der Pflanzen führte.)

Bei den Flavonoiden wird deutlich, dass frühe Aussattermine um den 20. April 2001 einen Anstieg der Gesamt-Flavonoid-Gehalte ermöglichten. Es konnten zum 1. Schnitt maximale Gesamt-Flavonoid-Gehalte von 0,51 % i.d.TM (1. Saatzeit) und minimal 0,27 % i.d.TM (3. Saatzeit) analysiert werden. Die 1. Saatzeit unterscheidet sich zu allen anderen Saatzeiten signifikant. Zum 2. Schnitt lagen die Gehalte an Flavonoiden nur noch bei maximal 0,37 % i.d.TM in der 1. Saatzeit bzw. minimal 0,09 % i.d.TM in der 3. Saatzeit. Der extrem geringe Flavonoid-Gehalt der 3. Saatzeit unterscheidet sich signifikant von den Flavonoid-Werten der 1. und 2. Saatzeit (vgl. Tab. 4.37).

Cynarin und Cynarosid:

Betrachtet man den Inhaltsstoff Cynarin, so liegen die Werte des 1. Schnittes deutlich über den Werten des 2. und 3. Schnittes. Es konnten zum 1. Schnitt signifikante Unterschiede zwischen der 4. Saatzeit (0,040 % i.d.TM) zu allen anderen Saatzeiten ermittelt werden. Ebenso konnten zum 2. Schnitt signifikante Unterschiede zwischen der 3. Saatzeit (0,005 % i.d.TM) zu allen anderen Varianten nachgewiesen werden.

Das Cynarosid wies keine signifikanten Unterschiede auf. Tendenziell kann aber auch hier beobachtet werden, dass die Gehalte vom 1. zum 2. Schnitt kontinuierlich sinken (vgl. Tab. 4.37).

4.2.3 Standort Groß-Gerau 2002**4.2.3.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung**

Aus der nachfolgenden Tabelle 4.38 wird ersichtlich, dass die Schösseranzahl zum 1. Schnitt in der 1. und 2. Saatzeit relativ hoch ist, wo hingegen in den späten Saatzeiten 3 und 4 eine geringe Anzahl von Schössern beobachtet wurde. Dieser Effekt wurde bereits in den Versuchen Gießen 2001 und Groß-Gerau 2001 beobachtet und bestätigt den Zusammenhang zwischen Aussattermin und Vernalisationsreiz. Der Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002 konnte auf Grund der günstigen Witterungsverhältnisse schon Ende März (1. Saatzeit) bzw. Anfang April (2. Saatzeit) angelegt werden. Der Schösseranteil in diesen Varianten ist mit 0,6 Pfl./m² relativ hoch. Im Vergleich dazu zeigten die Varianten, die Mitte bzw. Ende April ausgesät wurden, so gut wie keine Schossneigung (3. und 4. Saatzeit: 0,1 Schösser/m²). Die Schösseranzahl zum 2. Schnitt ist ebenfalls sehr hoch und liegt im Bereich von minimal 0,3 Schössern/m² (4. Saatzeit) und maximal 0,6 Schössern/m² (2. Saatzeit). Bei den Artischocken des 3. Schnittes konnten keine Schösser mehr nachgewiesen werden. Die Wuchshöhe variierte zum 1. Schnitt zwischen minimal 46,4 cm (4. Saatzeit) und maximal 58,7 cm (1. Saatzeit) und ähnelte den erhobenen Daten des 2. Schnittes. Lediglich zum 3. Schnitt lagen die Wuchshöhen unter denen der ersten beiden Aufwüchse. Gründe für diese geringere Wuchshöhe sind mit der kürzeren Regenerations- und Blattbildungszeit zu erklären. Auch innerhalb des erhobenen Parameters Blattlänge pro Pflanze ist zum 1. und 2. Schnitt eine höhere Blattanzahl in den ersten beiden Saatzeiten zu beobachten (> 11,5), wo hingegen der 3. und 4. Saatzeit weniger Zeit für die Blattbildung zur Verfügung stand und nur noch < 11,0 Blätter/Pflanze gebildet werden konnten. Zum 3. Schnitt wurden keine Unterschiede zwischen den Saatzeiten mehr festgestellt. Die Werte lagen im Bereich von minimal 33,5 bis maximal 35,7 cm Blattlänge. (vgl. Tab. 4.38).

Tab. 4.38: Schösserzahl, Wuchshöhe (cm) und Blattanzahl von Artischocken zur Ernte, Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002

Saatzeit	Schösser/m ²			Wuchshöhe (cm)			Blattanzahl/Pflanze		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
SZ 1	0,6	0,4	0,0	58,7	50,7	35,7	11,9	21,8	14,3
SZ 2	0,6	0,6	0,0	46,7	47,3	33,5	11,5	22,6	20,3
SZ 3	0,1	0,4	0,0	51,3	53,7	33,7	10,9	15,0	16,9
SZ 4	0,1	0,3	0,0	46,4	51,0	34,7	10,1	13,6	8,8
F-Wert	3,92	1,62	1,00	3,03	2,52	2,26	0,56	1,08	2,01
p-Wert	0,05	0,26	0,44	0,09	0,68	0,85	0,65	0,41	0,19
GD 5%	0,4	0,4	0,0	10,7	11,88	6,31	3,53	14,45	11,2

1* - 3* = Schnitte 1-3

4.2.3.2 Blatterträge

Am Standort Groß-Gerau konnten im Jahr 2002 insgesamt 3 Schnitte durchgeführt werden (vgl. Tab. 4.39). Vergleicht man die 3 Aufwüchse miteinander, kann festgestellt werden, dass zum 2. Schnitt die höchsten Blatterträge gebildet wurden. Diese Erträge lagen im Bereich von maximal 29,0 dt/ha (3. Saatzeit) und minimal 24,0 dt/ha (2. Saatzeit) und zeigen keine Saatzeiten-Überlegenheit. Auch innerhalb des 1. und 3. Schnittes waren zwischen den Saatzeiten keine signifikanten Unterschiede zu beobachten. In der Summe aus 3 Schnitten erreichte die 1. Saatzeit die höchsten Drogenerträge von 60,5 dt/ha. In den Saatzeiten 2 bis 4 lagen die Gesamtblatterträge bei 52,5 (2. Saatzeit) bis 56,0 dt/ha (3. Saatzeit).

Saatzeit	TM (dt/ha)			
	1*	2*	3*	Σ
SZ 1	22,7	24,7	13,1	60,5
SZ 2	16,6	24,0	11,9	52,5
SZ 3	14,0	29,0	13,0	56,0
SZ 4	13,9	26,1	13,3	53,3
F-Wert	1,57	0,96	0,31	0,25
p-Wert	0,27	0,46	0,82	0,83
GD 5%	10,8	7,3	3,6	12,0

1* -3* = Schnitte 1-3; Σ = Summe aus 3 Schnitten

Tab. 4.39:
Drogenerträge (dt/ha) von
Artischocken, Saatzeitenversuch
Groß-Gerau 2002

4.2.3.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

Allgemein kann festgestellt werden, dass die Wirkstoffgehalte zum 1. und 2. Schnitt höher waren als zum 3. Schnitt. Die CCS-Gehalte lagen zum 1. Schnitt minimal bei 1,52 % i.d.TM (1. Saatzeit) und maximal bei 2,72 % i.d.TM (3. Saatzeit). Die Aussaattermine innerhalb des Zeitraumes vom 15. – 25. April 2002 (3. und 4. Saatzeit) wirkten sich somit positiv auf die CCS-Synthese aus. Anders verhält sich der 2. und 3. Schnitt. Hier konnte besonders die 1. Saatzeit (Aussaat: 25. März 2002) die höchsten CCS-Gehalte von 2,21 % i.d.TM (2. Schnitt) bzw. 1,05 % i.d.TM (3. Schnitt) aufweisen, wohingegen in den späteren Saatzeiten ein Inhaltsstoffabfall zu beobachten war.

Die Flavonoid-Gehalte wiesen zum 1. und 2. Schnitt keine großen Unterschiede zwischen den Saatzeiten auf. So lagen die Werte zum 1. Schnitt im minimalen Bereich von 0,41 % i.d.TM (2. Saatzeit) bzw. im maximalen von 0,50 % i.d.TM (4. Saatzeit). Demgegenüber wurden zum 2. Schnitt minimale Flavonoid-Gehalte von 0,33 % i.d.TM (3. Saatzeit) und maximale von 0,42 % i.d.TM (1. Saatzeit) detektiert. Zum 3. Schnitt sinken die Flavonoid-Werte auf den Mindestwert von 0,24 % i.d.TM (3. Saatzeit) ab. Signifikante Unterschiede waren in keinem Fall vorhanden (vgl. Tab. 4.40).

Cynarin und Cynarosid:

Bei Betrachtungen des Inhaltsstoffes Cynarin ist zum 1. Schnitt ebenfalls eine Überlegenheit der 4. Saatzeit mit 0,047 % i.d.TM erkennbar, wo hingegen die 1. Saatzeit den geringsten Wert von 0,026 % i.d.TM vorzuweisen hatte. Trotz dieser großen Cynarin-Differenz von 0,021 % i.d.TM wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Innerhalb des 2. Schnittes konnten noch Cynarin-Werte im Bereich von maximal 0,038 % i.d.TM (4. Saatzeit) und minimal 0,017 % i.d.TM (3. Saatzeit) erfasst werden, die zum 3. Schnitt auf bis zu 0,008 % i.d.TM (2. Saatzeit) abfielen. Signifikante Unterschiede zwischen den Saatzeiten lagen auch zum 2. und 3. Schnitt nicht vor.

Die Cynarosid-Gehalte wiesen zu allen 3 Aufwüchsen keine signifikanten Unterschiede auf. Tendenziell kann aber geschlussfolgert werden, dass die Gehalte vom 1. zum 3. Schnitt kontinuierlich sinken. Des weiteren wird sichtbar, dass zum 1. Schnitt die 4. Saatzeit die höchsten Gehalte an Cynarosid aufwies (0,283 % i.d.TM). Eine Bevorzugung der 4. Saatzeit zum 2. und 3. Schnitt konnte jedoch nicht beobachtet werden (vgl. Tab. 4.40).

Tab. 4.40: Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in %TM in den Blättern von Artischocken, Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002

Saatzeit	Gesamt-CCS-Gehalt (%)			Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)			Cynarin-Gehalt (%)			Cynarosid-Gehalt (%)		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
SZ 1	1,52	2,21	1,05	0,42	0,42	0,31	0,026	0,036	0,019	0,222	0,200	0,200
SZ 2	2,01	1,86	0,61	0,41	0,37	0,28	0,040	0,036	0,008	0,221	0,171	0,127
SZ 3	2,72	1,74	0,63	0,45	0,33	0,24	0,045	0,017	0,009	0,209	0,180	0,130
SZ 4	2,46	1,80	0,67	0,50	0,37	0,25	0,047	0,038	0,009	0,283	0,193	0,135
F-Wert	2,38	0,31	1,22	0,38	0,46	0,86	1,63	2,85	1,24	1,23	0,17	1,18
p-Wert	0,15	0,82	0,37	0,77	0,72	0,50	0,26	0,10	0,40	0,36	0,92	0,38
GD 5%	1,12	1,23	0,62	0,21	0,18	0,103	0,023	0,019	0,015	0,098	0,103	0,104

1* - 3* = Schnitte 1-3

4.2.4 Standort Rauischholzhausen 2002

4.2.4.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Aus der nachfolgenden Tabelle 4.41 wird ersichtlich, dass zum 1. Schnitt ein höherer Schossanteil vorliegt als zum 2. Schnitt. Es erwiesen sich die Saatzeiten 2 und 3 mit durchschnittlich 1,75 Schossen/m² als äußerst blühfreudig, wo hingegen in der 4. Saatzeit keine Schoßneigung zu beobachten war. Die 2. und 3. Saatzeit (Aussaart: 15. und 25. April 2002) verhielten sich signifikant verschieden zu den Saatzeiten 1 und 4 (Aussaart: 05. April sowie 08. Mai 2002). Zum 2. Schnitt zeigten die Saatzeiten 1 bis 3 kein Schoßverhalten, wo hingegen in der 4. Saatzeit ein leichter Schossanteil von 0,2 pro m² vorlag. Die Wuchshöhe variierte zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 44,9 cm (2. Saatzeit) bis maximal 63,2 cm (3. Saatzeit). Es zeigte sich, dass die später ausgesäten Varianten mit Aussaaten Ende April bzw. Anfang Mai deutlich höhere Wuchshöhen erreichten als die Pflanzen der Frühaussaaten Anfang bis Mitte April. Zum 2. Schnitt bewies ebenfalls die 2. und 3. Saatzeit mit einer mittleren Wuchshöhe von > 66 cm eine besonders hohe Wachstumsleistung. Die Anzahl der Blätter pro Pflanze liegen zum Zeitpunkt der 1. Ernte im Bereich von minimal 7,7 (4. Saatzeit) bis maximal 10,6 (1. Saatzeit). Eine spätere Aussaat bewirkte eine geringere Blattanzahl/Pflanze, wobei die Unterschiede erwartungsgemäß gering waren. Gemessen an der Blattanzahl/Pflanze zum 1. Schnitt besitzt eine frühe Aussaat kaum Vorteile gegenüber späteren Saatzeiten. Ein anderes Bild ergibt sich bei der Betrachtung des 2. Schnittes. Hier waren frühere Saatzeiten der spätesten Saatzeit zum Teil deutlich überlegen. Die längere Wachstumszeit der früher gesäten Saatzeiten dürfte zu einer kräftigeren Ausbildung des Wurzelsystems und des Hypokotyls geführt haben, was einen stärkeren Wiederaustrieb der Blätter bei annähernd gleicher Wachstumszeit ermöglichte. Im Ergebnis der statistischen Auswertung ist festzustellen, dass die 4. Saatzeit mit einer Blattanzahl von 8,7 den Saatzeiten 1 und 2 signifikant unterlegen war (vgl. Tab. 4.41 und Tab. A 8.3).

Tab. 4.41: Schosserzahl, Wuchshöhe (cm) und Blattanzahl der Artischocken zur Ernte im Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002

Saatzeit	Schosser/m ²		Wuchshöhe/Pflanze		Blattanzahl/Pflanze	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*
SZ 1	0,2	0,0	47,6	57,0	10,6	15,9
SZ 2	1,8	0,0	44,9	66,2	9,1	12,6
SZ 3	1,7	0,0	52,3	66,8	10,5	12,3
SZ 4	0,0	0,2	63,2	54,7	7,7	8,7
F-Wert	2,32	3,56	1,83	1,87	2,11	6,90
p-Wert	0,00	0,07	0,17	0,21	0,18	0,01
GD 5%	0,6	0,3	19,4	14,8	3,10	3,7

1* - 2* = Schnitte 1-2

4.2.3.2 Blatterträge

Am Standort Rauschholzhausen 2002 konnten 2 Schnitte realisiert werden. Zum 1. Schnitt wurden deutlich höhere Blattmassen gebildet als zum 2. Schnitt. Tendenziell wurde beobachtet, dass die Erträge von der 1. Saatzeit (27,6 dt/ha) bis zur 3. Saatzeit (51,8 dt/ha) anstiegen, um dann in der 4. Saatzeit (38,8 dt/ha) wieder abzufallen. Ähnliche Effekte wurden bereits in Groß-Gerau 2001 zum 1. Schnitt beobachtet. Die Erträge des 2. Schnittes liegen im Bereich von minimal 18,2 dt/ha (1. Saatzeit) bis maximal 29,0 dt/ha (4. Saatzeit). In der Summe aus 2 Schnitten wird deutlich, dass die Aussaaten Ende April bis Anfang Mai am Standort Rauschholzhausen deutlich höhere Erträge bewirkten als die früheren Aussaaten Anfang bis Mitte April (vgl. Tab. 4.42).

Saatzeit	TM (dt/ha)		
	1*	2*	Σ
SZ 1	27,6	18,2	45,8
SZ 2	31,6	19,4	51,0
SZ 3	51,8	18,8	70,6
SZ 4	38,8	29,0	67,8
F-Wert	2,38	3,52	1,31
p-Wert	0,15	0,07	0,30
GD 5%	22,5	9,0	22,4

1* -3* = Schnitte 1-2; Σ* = Summe aus 2 Schnitten

Tab. 4.42: Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken, Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002

4.2.3.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

Allgemein kann festgestellt werden, dass die Wirkstoffgehalte zum 2. Schnitt höher waren als zum 1. Schnitt (vgl. Tab. 4.43). Somit unterscheidet sich der Saatzeitenversuch 2002 in Rauschholzhausen von allen anderen durchgeführten Saatzeitenversuchen in den Jahren 2001 und 2002, welche einen erhöhten Wirkstoffgehalt zum 1. Schnitt verzeichneten. Die CCS-Gehalte betragen zum 1. Schnitt minimal 1,41 % i.d.TM (1. Saatzeit) und maximal 2,10 % i.d.TM (2. Saatzeit). Die 2. Saatzeit verhält sich somit signifikant verschieden zu der frühesten Aussaat Anfang April und der spä-

testen Aussaat Anfang Mai. Zum 2. Schnitt konnten keine signifikanten Unterschiede mehr beobachtet werden und die Gesamt-CCS-Gehalte lagen im Bereich von minimal 1,91 % i.d.TM (3. Saatzeit) bzw. maximal 2,32 % i.d.TM (2. Saatzeit). Am Standort Rauschholzhausen führten somit die Aussaaten um den 15. April 2002 zu höheren Gehalten an Gesamt-CCS i.d.TM.

Bei den Flavonoiden konnten zum 1. als auch zum 2. Schnitt keine großen Unterschiede zwischen den Saatzeiten festgestellt werden. So lagen die Werte zum 1. Schnitt im minimalen Bereich von 0,36 % i.d.TM (1. Saatzeit) und maximal bei 0,43 % i.d.TM (2. Saatzeit). Es konnte bei den Flavonoiden zum 1. Schnitt eine Bevorzugung der 2. Saatzeit beobachtet werden. Tendenziell waren die Flavonoid-Gehalte zur zweiten Ernte höher als zur 1. Ernte. Signifikante Unterschiede waren in keinem der Fälle vorhanden.

Cynarin und Cynarosid:

Bei Betrachtungen des Inhaltsstoffes Cynarin ist zum 1. Schnitt ebenfalls eine Überlegenheit der 2. Saatzeit mit 0,029 % i.d.TM sichtbar, wo hingegen die 1. und 4. Saatzeit wie erwartet die geringsten Werte von 0,016 bzw. 0,017 % i.d.TM vorzuweisen hatten. Innerhalb des 2. Schnittes konnten Cynarin-Werte im Bereich von 0,027 % i.d.TM (4. Saatzeit) und 0,037 % i.d.TM (3. Saatzeit) erfasst werden. Signifikante Unterschiede zwischen den Saatzeiten konnten statistisch nicht mehr nachgewiesen werden, aber es zeigt sich auch hier, dass die Anfang Mai ausgesäte 4. Saatzeit die geringsten Cynarin-Gehalte in der Trockenmasse besaß.

Die Cynarosid-Verbindungen konnten zu keinem der 2 Aufwüchse signifikante Unterschiede aufweisen. Tendenziell wurde aber auch hier beobachtet, dass zur 1. und 3. Saatzeit höhere Gehalte an Cynarosid vorlagen als zur 2. und 4. Saatzeit (vgl. Tab. 4.43).

Tab. 4.43: Gehalte an CCS-Verbindungen, Flavonoiden (gesamt), Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002

Saatzeit	Gesamt-CCS-Gehalt (%)		Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)		Cynarin-Gehalt (%)		Cynarosid-Gehalt (%)	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
SZ 1	1,41	2,16	0,36	0,49	0,016	0,031	0,224	0,330
SZ 2	2,10	2,32	0,43	0,48	0,029	0,035	0,198	0,257
SZ 3	1,73	1,91	0,40	0,49	0,022	0,037	0,279	0,286
SZ 4	1,49	2,21	0,37	0,43	0,017	0,027	0,192	0,280
F-Wert	4,59	1,49	0,45	0,82	4,57	0,94	0,75	0,74
p-Wert	0,04	0,29	0,72	0,52	0,04	0,47	0,55	0,56
GD 5%	0,48	0,47	0,17	0,10	0,009	0,015	0,150	0,120

1* - 2* = Schnitte 1-2

4.3 Standraumuntersuchungen 2001-2003

4.3.1 Standort Groß-Gerau 2001

4.3.1.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Die Ergebnisse des Feldversuches Groß-Gerau 2001 sind in der Tabelle 4.44 dargestellt. Es ist festzustellen, dass zum 1. und 3. Schnitt keine Schoßneigung zu verzeichnen war. Lediglich der 2. Schnitt wies innerhalb des Prüffaktors Reihenweite eine Schoßneigung von 0,1 Schossern/m² (RW 100 cm) bis 0,3 Schossern/m² (RW 50 cm) auf, der sich aber als nicht signifikant erwies. Innerhalb des Prüffaktors Bestandesdichte lag der Schosseranteil in allen 3 Varianten (BD 2, 4, 8) bei 0,2 Schossern/m² und erwies sich als ebenfalls nicht signifikant. Hinsichtlich der Blattanzahl kann festgestellt werden, dass zum 1. Aufwuchs die meisten und zum 3. Aufwuchs die wenigsten Blätter gebildet wurden. So weist zum 1. Schnitt die Variante BD 2 mit 13,6 Blättern die höchste Blattanzahl/Pflanze auf, wo hingegen die Variante BD 8 nur 11,5 Blättern/Pflanze ausbilden konnte. Der Prüffaktor Bestandesdichte hatte zum 2. als auch zum 3. Schnitt einen signifikanten Einfluss auf die Blattzahl/Pflanze. In beiden war die geringste Bestandesdichte (2 Pfl./m²) den Vergleichsvarianten in der Blattzahl/Pflanze überlegen.

Tab. 4.44: Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Standraumversuch Groß-Gerau 2001

Prüffaktoren		Schosser/m ²			Blattanzahl/Pflanze			Wuchshöhe (cm)		
RW	BD	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
50 cm		0,0	0,3	0,0	13,1	8,5	5,6	43,2	66,0	41,8
75 cm		0,0	0,2	0,0	12,9	9,0	5,1	47,1	71,7	42,8
100 cm		0,0	0,1	0,0	12,2	9,0	5,2	48,0	71,2	47,1
	2 Pfl./m ²	0,0	0,2	0,0	13,6	12,3	7,0	42,6	66,4	43,8
	4 Pfl./m ²	0,0	0,2	0,0	13,0	8,2	4,6	44,9	70,0	43,0
	8 Pfl./m ²	0,0	0,2	0,0	11,5	6,0	4,3	50,6	72,5	44,8
p-Wert BD		0,52	0,58	0,90	0,53	0,00	0,00	0,60	0,00	0,44
p-Wert RW		0,34	0,32	0,42	0,46	0,75	0,81	0,30	0,00	0,00
p-Wert BDxRW		0,45	0,84	0,83	0,25	0,24	0,22	0,75	0,38	0,35
GD 5% (WW)		0,1	0,3	0,1	3,2	3,1	2,2	11,6	5,2	5,0
GD 5% (HW)		0,0	0,2	0,1	1,9	1,8	1,3	6,7	3,0	2,9

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt, 3* = 3. Schnitt

Bei Betrachtungen der Wuchshöhe fällt auf, dass zum 2. Aufwuchs die größten Höhen erreicht wurden, die sich sowohl in dem Prüffaktor Bestandesdichte (Hauptwirkung) als auch in dem Prüffaktor Reihenweite (Hauptwirkung) als signifikant verschieden erwiesen. So kann ausgesagt werden, dass sich eine Reihenweite von 50 cm negativ auf die Wuchshöhe auswirkte (WH 66,0 cm), wo hingegen Reihenweiten von 75 bzw. 100 cm die Wuchshöhe (WH 71,2 bzw. 71,7 cm) erhöhten. Ein ähnliches Ergebnis war beim Prüffaktor Bestandesdichte ersichtlich. Demgemäß konnten höhere Bestandesdichten von 4 und 8 Pflanzen/m² auch höhere Wuchshöhen von ≥ 70 cm induzieren, wo hingegen die Bestandesdichte mit 2 Pflanzen/m² nur eine Wuchshöhe von 66,4 cm bewirkte. Die Wuchshöhen zum 1. und 3. Schnitt ähneln sich und liegen im Messbereich von > 41 cm bis < 51 cm. Trotz ähnlicher Werte konnten nur zum 3. Schnitt

innerhalb des Prüffaktors Reihenweite signifikante Unterschiede in der Hauptwirkung beobachtet werden. Die Reihenweite mit 100 cm ist den anderen Reihenweiten in der Wuchshöhe signifikant überlegen (vgl. Tab. 4.44).

4.3.1.2 Blatterträge

Die Blatterträge der Artischocken, die im Standraumversuch Groß-Gerau 2001 erzielt wurden, sind in der Tabelle 4.45 dargestellt. Hier bestätigt sich zunächst, dass mit dem 1. Schnitt in allen Varianten die größten Blattdrogenerträge erreicht wurden. Innerhalb des Prüffaktors Bestandesdichte erwies sich die Variante mit 8 Pflanzen/m² als am ertragsreichsten. Sie war den Varianten mit 2 bzw. 4 Pflanzen/m² in der Hauptwirkung signifikant überlegen. Die Reihenweite von 50 cm (TM 19,8 dt/ha) beeinflusste den Blattertrag negativ, dem gegenüber konnte die Reihenweite von 100 cm einen deut-

Tab. 4.45:
Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken
Standraumversuch Groß-Gerau 2001

Prüffaktoren		TM (dt/ha)			
RW	BD	1*	2*	3*	Σ
50 cm		19,8	13,1	7,6	40,5
75 cm		33,9	19,4	8,1	61,4
100 cm		38,7	24,1	7,7	70,4
	2 Pfl./m ²	30,3	21,7	8,9	60,9
	4 Pfl./m ²	31,0	19,5	7,7	58,2
	8 Pfl./m ²	41,2	22,6	9,8	73,6
p-Wert BD		0,00	0,00	0,32	0,01
p-Wert RW		0,03	0,24	0,79	0,05
p-Wert BDxRW		0,09	0,00	0,80	0,95
GD 5% (WW)		6,7	3,8	6,6	6,0
GD 5% (HW)		3,8	2,2	3,8	2,9

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt, 3* = 3. Schnitt;
Σ* = Summe aus 3 Schnitten

lichen Mehrertrag von fast 20 dt/ha verzeichnen. Eine Überlegenheit der größeren Bestandesdichte und Reihenweite deutet sich an. In der Summe aus 3 Schnitten unterschied sich die Bestandesdichte (Hauptwirkung) mit 8 Pflanzen/m² (73,6 dt/ha) signifikant von den Bestandesdichten mit 2 (60,9 dt/ha) bzw. 4 Pflanzen/m² (58,2 dt/ha). So kann insgesamt festgestellt werden, dass eine höhere Bestandesdichte einen eindeutig höheren Ertrag bewirkte als geringere Bestandesdichten. Des weiteren wirken sich große Reihenweiten von 100 cm (70,4 dt/ha) positiv auf die Ertragsbildung aus, wo hingegen enge Reihenweiten von 50 cm (40,5 dt/ha) nachteilig waren.

4.3.3.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

In der Tabelle 4.46 sind jeweils die Gesamt-CCS- und die Gesamt-Flavonoid-Gehalte zu den Schnitten dargestellt. Allgemein kann zu beiden Wirkstoffgruppen ausgesagt werden, dass die Inhaltsstoffgehalte vom 1. bis zum 3. Schnitt kontinuierlich abfallen. Die Gesamt-CCS-Gehalte variierten zum 1. Schnitt zwischen minimal 1,60 % i.d.TM (RW 100) bis maximal 1,88 % i.d.TM (BD 2). Es scheint eine Bevorzugung kleinerer Reihenweiten und Bestandesdichten vorzuliegen, die sich aber als nicht signifikant erwiesen. Betrachtet man den 2. Schnitt, so liegen die Werte hier nur noch im Bereich von minimal 1,38 % i.d.TM (RW 100) bis maximal 1,58 % i.d.TM (RW 50). Eine tendenzielle Überlegenheit kleinerer Reihenweiten ist auch hier ersichtlich. Die Werte des 3. Schnittes sinken in allen Varianten unter 1 % i.d.TM.

Tab. 4.46:
Gehalte an CCS-Verbindungen und Flavonoiden (gesamt) in % TM in den Blättern von Artischocken, Standraumversuch Groß-Gerau 2001

Prüffaktoren		Gesamt-CCS-Gehalt (%)			Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)		
		1*	2*	3*	1*	2*	3*
RW	BD						
50 cm		1,82	1,58	0,38	0,35	0,21	0,11
75 cm		1,85	1,46	0,53	0,34	0,18	0,12
100 cm		1,60	1,38	0,49	0,33	0,18	0,10
	2 Pfl./m ²	1,88	1,49	0,52	0,32	0,18	0,14
	4 Pfl./m ²	1,73	1,50	0,36	0,34	0,19	0,09
	8 Pfl./m ²	1,66	1,43	0,51	0,37	0,20	0,10
p-Wert BD		0,59	0,84	0,08	0,40	0,25	0,00
p-Wert RW		0,46	0,29	0,16	0,88	0,15	0,58
p-Wert BDxRW		0,73	0,54	0,77	0,50	0,27	0,03
GD 5% (WW)		0,79	0,45	0,27	0,12	0,06	0,05
GD 5% (HW)		0,45	0,26	0,16	0,07	0,04	0,03

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt, 3* = 3. Schnitt

4) bis maximal 0,14 % i.d.TM (BD 2) detektiert wurden. Hier konnten erstmals zwischen dem Prüffaktor Bestandesdichte (Hauptwirkung) bzw. zwischen den Prüffaktoren Bestandesdichte x Reihenweite (Wechselwirkung) signifikante Unterschiede nachgewiesen werden.

Die Werte für die Gesamt-Flavonoide reagierten im Versuchsjahr 2001 am Standort Groß-Gerau weit weniger stark auf die getesteten Varianten. So liegen zum 1. Schnitt minimal 0,32 % i.d.TM (BD 2) bis maximal 0,37 % i.d.TM (BD 8) an Flavonoid-Gehalten vor. Zum 2. Schnitt sinken die Gehalte an Flavonoiden unter das Niveau des 1. Schnittes und liegen nunmehr im Bereich von minimal 0,18 % i.d.TM (RW 75; RW 100; BD 2) bis maximal 0,21 % i.d.TM (RW 50). Die Werte des 3. Schnittes liegen wie erwartet weit unter denen des 1. und 2., so dass nur noch Gehalte im Bereich von minimal 0,09 % i.d.TM (BD

Cynarin und Cynarosid

Die Gehalte an Cynarin und Cynarosid in den Blättern von Artischocken nahmen vom 1. bis zum 3. Schnitt ebenfalls stetig ab. So konnten beim Cynarin zum 1. Schnitt Wirkstoffgehalte von minimal 0,028 % i.d.TM (RW 100) bis maximal 0,042 % i.d.TM (RW 75) nachgewiesen werden. Zum 2. Schnitt lagen die Wirkstoffgehalte nur noch im Bereich von minimal 0,019 (BD 8) und maximal 0,025 % i.d.TM (RW 50) und sinken zum 3. Schnitt auf unter 0,005 % i.d.TM der Blattdroge.

Tab. 4.47: Gehalte an Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Standraumversuch Groß-Gerau 2001

Prüffaktoren		Cynarin-Gehalt (%)			Cynarosid-Gehalt (%)		
RW	BD	1*	2*	3*	1*	2*	3*
50 cm		0,039	0,025	0,002	0,203	0,108	0,062
75 cm		0,042	0,020	0,001	0,145	0,077	0,061
100 cm		0,028	0,021	0,000	0,175	0,097	0,053
	2 Pfl./m ²	0,034	0,022	0,002	0,153	0,085	0,072
	4 Pfl./m ²	0,040	0,024	0,001	0,189	0,101	0,046
	8 Pfl./m ²	0,035	0,019	0,001	0,182	0,097	0,057
p-Wert BD		0,64	0,02	0,09	0,28	0,27	0,01
p-Wert RW		0,10	0,02	0,01	0,06	0,01	0,41
p-Wert BDxRW		0,68	0,18	0,08	0,94	0,27	0,46
GD 5%(WW)		0,024	0,006	0,002	0,082	0,035	0,026
GD 5% (HW)		0,014	0,004	0,001	0,047	0,020	0,015

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt, 3* = 3. Schnitt

Beim Cynarosid liegen die Messwerte zum 1. Schnitt im Bereich von minimal 0,145 % i.d.TM (RW 75) bis maximal 0,203 % i.d.TM (RW 50) und erwiesen sich in der Hauptwirkung als signifikant verschieden. Eine ähnliche Bevorzugung der kleinen Reihenweite von 50 cm konnte auch zum 2. Schnitt beobachtet werden und äußert sich in dem signifikanten Unterschied (Hauptwirkung) innerhalb der Cynarosid-Konzentration von minimal 0,077 % i.d.TM (RW 75) und maximal 0,108 % i.d.TM (RW 50). Zum 3. Schnitt konnten keine signifikanten Effekte innerhalb des Prüffaktors Reihenweite nachgewiesen werden. Anders verhält es sich mit dem Prüffaktor Bestandesdichte. Eine Bestandesdichte von 2 Pflanzen/m² (0,072 % i.d.TM) ist einer Bestandesdichte von 4 Pflanzen/m² offenbar signifikant überlegen (Hauptwirkung).

4.3.2 Standort Groß-Gerau 2002

4.3.2.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Die Ergebnisse des Feldversuches 2002 sind in der Tabelle 4.48 dargestellt. Es ist festzustellen, dass der größte Schosseranteil zu den ersten beiden Schnitten vorlag, wo hingegen zum 3. Schnitt keine Schoßneigung mehr zu beobachten war. Tendenziell kann ausgesagt werden, dass besonders die kleinste Reihenweite (1. Schnitt: 0,4; 2. Schnitt: 0,6 Schosser/m²) und die höchste Bestandesdichte (1. Schnitt: 0,4; 2. Schnitt: 0,6 Schosser/m²) den größten Schosseranteil bewirkten. Die Blattanzahl pro Pflanze lag innerhalb des Prüffaktors Reihenweite zum 1. Schnitt bei minimal 8,9 Blättern/Pflanze (RW 100) bis maximal 10,4 Blättern/Pflanze (RW 75). Es zeigte sich, dass die Blattanzahl pro Pflanze mit Vergrößerung der Reihenweite auf 100 cm abnimmt. Die Beobachtung bestätigte sich auch zum 2. und 3. Schnitt. Innerhalb des Prüffaktors Bestandesdichte wurden ebenfalls zum 2. und 3. Schnitt Unterschiede in der Blattausbildung beobachtet. So konnten signifikante Abweichungen zwischen BD 2 (maximal 16,0 Blättern/Pflanze) zu BD 4 (maximal 11,4 Blätter/Pflanze) und BD 8 (maximal 8,6 Blätter/Pflanze) in der Hauptwirkung beobachtet werden. Offensichtlich neigt eine geringere Bestandesdichte von 2 Pflanzen/m² zu einer vermehrten Bildung von Blättern (vgl. Tab. 4.48).

Tab. 4.48: Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Standraumversuch Groß-Gerau 2002

Prüffaktoren		Schosser/m ²			Blattanzahl/Pflanze			Wuchshöhe (cm)		
RW	BD	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
50 cm		0,4	0,6	0,0	9,0	10,9	10,0	45,3	39,1	36,8
75 cm		0,3	0,3	0,0	10,4	14,3	12,6	49,1	45,2	41,2
100 cm		0,3	0,4	0,0	8,9	10,7	8,3	44,5	41,6	41,3
	2 Pfl./m ²	0,2	0,4	0,0	9,5	16,0	14,6	41,3	41,8	34,8
	4 Pfl./m ²	0,3	0,4	0,0	9,9	11,4	9,2	46,4	46,7	40,6
	8 Pfl./m ²	0,5	0,5	0,0	8,9	8,6	7,1	50,2	48,6	44,4
p-Wert BD		0,19	0,14	0,56	0,37	0,00	0,01	0,02	0,62	0,00
p-Wert RW		0,70	0,01	0,56	0,07	0,09	0,14	0,16	0,18	0,00
p-Wert BDxRW		0,72	0,03	0,34	0,38	0,19	0,37	0,27	0,81	0,85
GD 5% (WW)		0,3	0,3	0,0	2,6	6,3	7,5	8,9	25,7	5,1
GD 5% (HW)		0,2	0,2	0,0	1,5	3,6	4,3	5,1	6,9	2,9

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt, 3* = 3. Schnitt

Die Wuchshöhe wurde zum 1. und zum 3. Schnitt signifikant durch die Bestandesdichte beeinflusst. So kann ausgesagt werden, dass große Bestandesdichten von 8 Pflanzen/m² (1. Schnitt: 50,2 cm; 3. Schnitt: 44,4 cm) die höchsten Wuchshöhen auslösten, wo hingegen Bestandesdichten von 2 Pflanzen/m² (1. Schnitt: 41,3 cm; 3. Schnitt: 34,8 cm) diese verringerten. Hinsichtlich des Prüffaktors Reihenweite konnten keine signifikanten Effekte beobachtet werden. Reihenweiten von 75 cm bzw. 100 cm zeigen sich aber in allen 3 Teilerträgen als bevorzugte Varianten (vgl. Tab. 4.48).

4.3.2.2 Blatterträge

Die Blatterträge der Artischocken sind in der Tabelle 4.49 dargestellt. Hier bestätigt sich zunächst, dass mit dem 2. Schnitt in allen Varianten die größten Blatterträge erreicht wurden. Die Hauptwirkung der jeweiligen Bestandesdichte auf die Blatterträge war bei allen 3 Teilernten gleichgerichtet und signifikant unterschiedlich.

Tab. 4.49:
Drogenerträge (dt/ha) von Artischocken,
Standraumversuch Groß-Gerau 2002

Prüffaktoren		TM (dt/ha)			
RW	BD	1*	2*	3*	Σ
50 cm		16,9	20,1	11,6	48,2
75 cm		16,6	20,7	11,8	49,1
100 cm		14,5	20,8	10,5	45,8
	2 Pfl./m ²	10,7	15,5	8,5	34,7
	4 Pfl./m ²	15,1	20,7	11,0	46,8
	8 Pfl./m ²	21,9	25,3	14,4	61,6
p-Wert BD		0,00	0,00	0,00	0,00
p-Wert RW		0,22	0,89	0,13	0,67
p-Wert BDxRW		0,32	0,52	0,16	0,56
GD 5% (WW)		4,7	5,6	2,4	8,1
GD 5% (HW)		2,7	3,2	1,4	4,7

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt, 3* = 3. Schnitt; Σ* = Summe aus 3 Schnitten

Mit der höchsten Bestandesdichte von 8 Pflanzen/m² konnten in allen 3 Teilernten die höchsten Erträge (1. Schnitt: 21,9 dt/ha; 2. Schnitt: 25,3 dt/ha; 3. Schnitt: 14,4 dt/ha) erreicht werden. Die geringsten Erträge wurden wie erwartet bei einer Bestandesdichte von 2 Pflanzen/m² erzielt (1. Schnitt: 10,7 dt/ha; 2. Schnitt: 15,5 dt/ha; 3. Schnitt: 8,5 dt/ha). Die unterschiedlichen Reihenweiten von 50, 75 und 100 cm haben in allen 3 Teilernten keine signifikanten Unterschiede gezeigt. Eine Überlegenheit der kleineren Reihenweiten deutet sich jedoch an.

4.3.2.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

Die Gesamt-CCS-Gehalte in den Blättern der Artischocke nahmen im Mittel der Prüffaktoren vom 1. zum 3. Schnitt kontinuierlich ab. So konnten zum 1. Schnitt mit zunehmender Reihenweite eine Erhöhung der Gesamt-CCS-Gehalte beobachtet werden (RW 50: 2,91% i.d.TM; RW 75: 3,29 % i.d.TM; RW 100: 3,45 % i.d.TM). Auch die Zunahme der Bestandesdichte von 2 auf 4 Pflanzen/m² bewirkte eine Zunahme der Gesamt-CCS-Gehalte von 3,09 % i.d.TM auf 3,51 % i.d.TM. Eine leichte Abnahme der Gesamt-CCS-Gehalte in den Artischockenblättern auf 3,04 % i.d.TM zeigte hingegen eine Bestandesdichte von 8 Pflanzen/m². Eine ähnliche Tendenz konnte innerhalb des Prüffaktors Bestandesdichte zum 2. Schnitt festgestellt werden. Die Erhöhung der Bestandesdichte von 2 auf 4 Pflanzen/m² bewirkte zugleich eine Zunahme der Gesamt-CCS-Gehalte in den Blättern (BD 2: 2,21 % i.d.TM; BD 4: 2,46 % i.d.TM), um dann bei BD 8 auf einen Gesamt-CCS-Gehalt von 2,21 % i.d.TM abzusinken. Innerhalb des Prüffaktors Reihenweite zeigte sich zum 2. Schnitt eine andere Tendenz als zum 1. Schnitt. Die Zunahme der Reihenweite bewirkte ein leichtes Absinken der Gesamt-CCS-Gehalte (RW 50: 2,59 % i.d.TM; RW 75: 2,10 % i.d.TM; RW 100: 2,21 % i.d.TM). Zum 3. Schnitt wirkten sich kleine Bestandesdichten und kleine Reihenweiten günstig auf den Gesamt-CCS-Gehalt der Blätter aus (vgl. Tab. 4.50).

Bei den Flavonoid-Gehalten ist allgemein eine Verminderung der Wirkstoffgehalte vom 1. bis zum 3. Schnitt zu beobachten. So konnten zum 1. Schnitt Gesamt-Flavonoid-

Gehalte von minimal 0,52 % i.d.TM (BD 8) bis maximal 0,62 % i.d.TM (RW 100) ermittelt werden, wo hingegen zum 2. Schnitt die Werte nur noch im Bereich von minimal 0,41 % i.d.TM (BD 8) bis maximal 0,44 % i.d.TM (RW 100) lagen. Sehr geringe Gesamt-Flavonoid-Werte im Bereich von 0,04 - 0,06 % i.d.TM liegen zum 3. Schnitt vor (vgl. Tab. 4.50).

Prüffaktoren		Gesamt-CCS-Gehalt (%)			Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)		
RW	BD	1*	2*	3*	1*	2*	3*
50 cm		2,91	2,59	0,21	0,54	0,43	0,05
75 cm		3,29	2,10	0,14	0,54	0,42	0,04
100 cm		3,45	2,21	0,13	0,62	0,44	0,04
	2 Pfl./m ²	3,09	2,21	0,20	0,53	0,40	0,06
	4 Pfl./m ²	3,51	2,46	0,14	0,66	0,47	0,04
	8 Pfl./m ²	3,04	2,23	0,14	0,52	0,41	0,04
p-Wert BD		0,30	0,51	0,33	0,07	0,20	0,30
p-Wert RW		0,26	0,11	0,29	0,32	0,89	0,38
p-Wert BDxRW		0,63	0,07	0,69	0,65	0,21	0,39
GD 5% (WW)		1,18	0,84	0,18	0,22	0,16	0,05
GD 5% (HW)		0,68	0,48	0,10	0,13	0,09	0,03

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt, 3* = 3. Schnitt

Tab. 4.50:
Gehalte an CCS-Verbindungen und Flavonoiden (gesamt) in % TM in den Blättern von Artischocken im Standraumversuch Groß-Gerau 2002

Cynarin und Cynarosid

Die Cynarin-Gehalte in den Blättern der Artischocke lagen zum 1. Schnitt im Mittel der Prüfglieder im Bereich von minimal 0,039 % i.d.TM (BD 8) und 0,047 % i.d.TM (BD 4). Zum 2. Schnitt konnten Cynarin-Gehalte mit Werten über denen des 1. Schnittes ermittelt werden. Kleine Reihenweiten von 50 cm und große Bestandesdichten von 8 Pflanzen/m² scheinen sich positiv auf den Cynarin-Gehalt der Blätter ausgewirkt zu haben ($\geq 0,065$ % i.d.TM), wo hingegen große Reihenweiten von 100 cm und kleine Bestandesdichten von 2 Pflanzen/m² den Cynarin-Gehalt negativ beeinflussten ($\leq 0,028$ % i.d.TM). Wie erwartet sinken die Cynarin-Gehalte zum 3. Schnitt enorm, so dass nur noch Werte im Bereich von minimal 0,009 % i.d.TM (RW 100; BD 4) und maximal 0,012 % i.d.TM (RW 50; BD 2) ermittelt werden konnten (vgl. Tab. 4.51).

Die Cynarosid-Gehalte in den Blättern von Artischocken nahmen ebenfalls vom 1. bis zum 3. Schnitt kontinuierlich ab. Die Gehalte an Cynarosid weisen jedoch keine Prüffaktoreffekte auf. Es ist aber zu beobachten, dass große Bestandesdichten von 8 Pflanzen/m² sich eher negativ auf den Cynarosid-Gehalt ausgewirkt haben (vgl. Tab. 4.51).

Prüffaktoren		Cynarin-Gehalt (%)			Cynarosid-Gehalt (%)		
RW	BD	1*	2*	3*	1*	2*	3*
50 cm		0,041	0,068	0,012	0,321	0,210	0,020
75 cm		0,044	0,032	0,010	0,331	0,240	0,016
100 cm		0,041	0,027	0,009	0,327	0,219	0,013
	2 Pfl./m ²	0,040	0,028	0,012	0,330	0,211	0,020
	4 Pfl./m ²	0,047	0,034	0,009	0,360	0,251	0,015
	8 Pfl./m ²	0,039	0,065	0,011	0,290	0,207	0,013
p-Wert BD		0,14	0,45	0,62	0,39	0,27	0,34
p-Wert RW		0,59	0,27	0,34	0,98	0,58	0,28
p-Wert BDxRW		0,81	0,28	0,72	0,27	0,11	0,63
GD 5% (WW)		0,014	0,100	0,010	0,180	0,110	0,020
GD 5% (HW)		0,008	0,060	0,000	0,110	0,060	0,010

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt, 3* = 3. Schnitt

Tab. 4.51:
Gehalte an Cynarin
und Cynarosid in %
TM in den Blättern
von Artischocken im
Standraumversuch
Groß-Gerau 2002

4.3.3 Standort Groß-Gerau 2003

4.3.3.1 Merkmale zur Blattmorphologie und Bestandesbildung

Im Versuchsjahr 2003 wurde am Standort Groß-Gerau eine Erhöhung der Bestandesdichten auf 4, 8 und 12 Pflanzen/m² vorgenommen. Das Ziel dieser Bestandserhöhung bestand darin, größere Effekte durch stärker differierende Bestandesdichten auf die Blattbildung, Blatterträge und Inhaltsstoffgehalte der Artischocke sichtbar zu machen.

Der Schossanteil pro m² nimmt vom 1. bis zum 3. Schnitt kontinuierlich ab. Es ist zu beobachten, dass besonders die kleinste Reihenweite den höchsten Schossanteil zu den Aufwüchsen aufweist (1. Schnitt: 0,9; 2. Schnitt: 0,3 und 3. Schnitt: 0,1 Schosser/m²). Offenbar scheint eine geringere Reihenweite, bedingt durch Nährstoff- und Lichtkonkurrenz, den Eintritt in die generative Phase zu beschleunigen. Innerhalb des Prüffaktors Bestandesdichte war der Schossanteil zum 1. Schnitt bei BD 12 mit 1,1 Schossern/m² am höchsten, wo hingegen bei BD 4 nur 0,4 Schosser/m² gebildet wurden. Das Schossverhalten zum 2. und 3. Schnitt war über alle Varianten gleich und zeigte keine signifikanten Unterschiede. Die Blattanzahl pro Pflanze lag innerhalb des Prüffaktors Reihenweite zum 1. Schnitt bei minimal 7,9 Blätter/Pflanze (BD 12) bis maximal 9,9 Blätter/Pflanze (BD 4). Offensichtlich neigt eine größere Bestandesdichte von 12 Pflanzen/m² zu einer geringeren Blattbildung. Diese Beobachtung bestätigte sich auch zum 2. und 3. Schnitt. Signifikante Unterschiede innerhalb der Hauptwirkung konnten nur zum 2. Schnitt ermittelt werden (BD 4 mit 13,9 Blätter/Pflanze zu BD 12 mit 9,3 Blätter/Pflanze). Der Prüffaktor Reihenweite hatte keinen signifikanten Einfluss, es scheint aber eine tendenzielle Überlegenheit von RW 75 über alle 3 Schnitte hinweg vorzuliegen. Die Wuchshöhe der Artischocken variierte zu den jeweiligen Aufwüchsen nur geringfügig. Signifikante Effekte waren weder durch die Bestandesdichte noch durch die Reihenweiten detektiert (vgl. Tab. 4.52).

Tab. 4.52: Schosserzahl, Blattanzahl und Wuchshöhe (cm) von Artischocken zur Ernte, Standraumversuch Groß-Gerau 2003

Prüffaktoren		Schosser/m ²			Blattanzahl/Pflanze			Wuchshöhe (cm)		
RW	BD	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
50 cm		0,9	0,3	0,1	8,7	12,6	11,0	30,6	21,6	28,2
75 cm		0,7	0,3	0,1	9,4	12,8	11,5	32,4	23,7	29,8
100 cm		0,6	0,2	0,1	8,6	10,2	9,5	29,4	21,4	25,8
	4 Pfl./m ²	0,4	0,3	0,1	9,9	13,9	12,5	28,8	24,6	26,6
	8 Pfl./m ²	0,7	0,3	0,1	9,0	12,5	11,0	34,1	21,7	29,0
	12 Pfl./m ²	1,1	0,2	0,1	7,9	9,3	8,5	29,5	20,4	28,1
p-Wert BD		0,01	0,67	0,42	0,07	0,04	0,10	0,13	0,30	0,67
p-Wert RW		0,42	0,48	0,92	0,58	0,25	0,52	0,55	0,66	0,34
p-Wert BDxRW		0,73	0,43	0,58	0,32	0,67	0,65	0,43	0,99	0,65
GD 5% (WW)		0,6	0,2	0,2	3,0	6,1	6,4	9,9	9,8	9,8
GD 5% (HW)		0,4	0,1	0,1	1,7	3,5	3,1	1,4	5,7	5,6

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt, 3* = 3. Schnitt

4.3.3.2 Blatterträge

Die Blatterträge der Artischocken, die im Standraumversuch Groß-Gerau 2003 erzielt wurden, sind in der Tabelle 4.53 dargestellt. Hier bestätigt sich zunächst, dass mit dem 2. Schnitt in allen Varianten die größten Blatterträge erreicht wurden. Die Hauptwirkung der jeweiligen Bestandesdichten auf die Blatterträge war bei allen 3 Teilernten gleichgerichtet und signifikant unterschiedlich. Mit der höchsten Bestandesdichte von 12 Pflanzen/m² konnten in allen 3 Teilernten die höchsten Erträge erreicht werden. Die Erträge lagen zum 1. und 2. Schnitt bei 28,0 dt/ha und im 3. Schnitt noch bei 23,2 dt/ha. Die geringsten Erträge wurden wie erwartet bei einer Bestandesdichte von 4 Pflanzen/m² erzielt (Teilerträge von 14,1 bis 20,5 dt/ha). Die unterschiedlichen Reihenweiten von 50, 75 und 100 cm haben in den ersten beiden Teilernten keine signifikanten Unterschiede gezeigt. Erst zum 3. Teilertrag konnte ein signifikanter Unterschied ermittelt werden. So unterscheidet sich die größte Reihenweite mit 100 cm von RW 50 und RW 75 (Hauptwirkung). Eine Überlegenheit der kleineren Reihenweiten bei gleichzeitig hoher Bestandesdichte deutet sich an. Zusammenfassend kann über die Summe der Teilerträge ausgesagt werden, dass geringere Reihenweiten von 50 (Hauptwirkung RW: 69,9 dt/ha) bzw. RW 75 (Hauptwirkung RW: 66,7 dt/ha) und hohen Bestandesdichten von 12 Pflanzen/m² (Hauptwirkung BD: 78,6 dt/ha) sich am günstigsten auf den Drogenertrag ausgewirkt haben.

Prüffaktoren		TM (dt/ha)			
RW	BD	1*	2*	3*	Σ*
50 cm		22,0	26,1	21,9	69,9
75 cm		21,7	24,7	20,3	66,7
100 cm		20,4	22,5	17,0	59,9
	4 Pfl./m ²	14,1	20,5	16,1	50,8
	8 Pfl./m ²	22,2	25,1	19,9	67,2
	12 Pfl./m ²	27,8	27,7	23,2	78,6
p-Wert BD		0,00	0,00	0,00	0,00
p-Wert RW		0,70	0,10	0,00	0,01
p-Wert BDxRW		0,62	0,34	0,09	0,09
GD 5% (WW)		7,2	5,6	3,5	6,3
GD 5% (HW)		2,7	3,2	2,0	3,6

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt, 3* = 3. Schnitt; Σ* = Summe aus 3 Schnitten

Tab. 4.53:
Drogenerträge (dt/ha) von
Artischocken,
Standraumversuch
Groß-Gerau 2003

4.3.3.3 Wirkstoffgehalte

CCS-Verbindungen und Flavonoide:

Die Gesamt-CCS-Gehalte in den Blättern der Artischocke nahmen zum 1. Schnitt im Mittel der Prüfglieder mit zunehmender Reihenweite von 2,81 % i.d.TM (RW 50) auf 2,80 % i.d.TM (RW 75) bzw. 2,50 % i.d.TM (RW 100) ab. Auch die Zunahme der Bestandesdichte bewirkte eine leichte Abnahme der Gesamt-CCS-Gehalte in den Artischockenblättern von 2,77 % i.d.TM Gesamt-CCS (BD 4) auf 2,63 % i.d.TM (BD 8) bzw. 2,71 % i.d.TM (BD 12). Eine ähnliche Tendenz konnte zum 2. und 3. Schnitt festgestellt werden. So sanken zum 2. Schnitt mit steigender Reihenweite die Gesamt-CCS-Gehalte (RW 50: 1,93 % i.d.TM bis RW 100: 1,74 % i.d.TM), wobei sich besonders eine Reihenweite von 75 cm äußerst negativ auf den CCS-Gehalt (1,36 % i.d.TM) auswirkte. Die Werte des 3. Schnittes lagen weit unter denen des 1. und 2. Schnittes. Auch hier konnte eine geringe Reihenweite von 50 cm (1,04 % i.d.TM) und eine geringe Bestandesdichte von 4 Pflanzen/m² (1,05 % i.d.TM) sich positiv auf den Wirkstoffgehalt von Artischockenblättern auswirken.

Bei Flavonoiden ist allgemein eine Abnahme der Wirkstoffgehalte vom 1. bis zum 3. Schnitt zu verzeichnen (1. Schnitt: >0,40 % i.d.TM bis zum 3. Schnitt: > 0,28 % i.d.TM). Signifikante Unterschiede waren nicht zu beobachten.

Tab. 4.54: Gehalte an CCS-Verbindungen und Flavonoiden (gesamt) in % TM in den Blättern von Artischocken, Standraumversuch Groß-Gerau 2003

Prüffaktoren		Gesamt-CCS-Gehalt (%)			Gesamt-Flavonoid-Gehalt (%)		
RW	BD	1*	2*	3*	1*	2*	3*
50 cm		2,81	1,93	1,04	0,43	0,35	0,33
75 cm		2,80	1,36	0,80	0,43	0,28	0,30
100 cm		2,50	1,74	0,83	0,42	0,31	0,30
	4 Pfl./m ²	2,77	1,73	1,05	0,45	0,32	0,32
	8 Pfl./m ²	2,63	1,65	0,86	0,42	0,31	0,33
	12 Pfl./m ²	2,71	1,65	0,77	0,42	0,31	0,28
p-Wert BD		0,88	0,92	0,07	0,76	0,98	0,32
p-Wert RW		0,43	0,05	0,11	0,98	0,31	0,53
p-Wert BDxRW		0,94	0,01	0,03	0,91	0,46	0,69
GD 5% (WW)		0,96	0,82	0,43	0,20	0,16	0,12
GD 5% (HW)		0,55	0,47	0,25	0,11	0,09	0,07

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt, 3* = 3. Schnitt

Cynarin und Cynarosid

Die Cynarin-Gehalte in den Blättern der Artischocke nahmen zum 1. Schnitt im Mittel der Prüfglieder mit steigender Reihenweite von 0,079 % i.d.TM (RW 50) auf 0,071 % i.d.TM (RW 100) ab. Die Zunahme der Bestandesdichte bewirkte eine leichte Zunahme der Cynarin-Gehalte in den Artischockenblättern von 0,062 % i.d.TM (BD 4) auf 0,085 % i.d.TM (BD 12). Eine ähnliche Tendenz konnte zum 2. und 3. Schnitt beobachtet werden. So sank zum 2. Schnitt mit größerer Reihenweite von 75 bzw. 100 cm der Cynarin-Gehalt von 0,037 % i.d.TM (RW 50) auf 0,025 % i.d.TM (RW 75). Analog dazu wies die Bestandesdichte mit 12 Pflanzen/m² einen tendenziell höheren Cynarin-Gehalt (0,037 % i.d.TM) als BD 8 (0,027 % i.d.TM) auf.

Die Cynarosid-Gehalte in den Artischockenblättern nahmen vom 1. bis zum 3. Schnitt kontinuierlich ab und wiesen zum 1. und 3. Schnitt keine Prüffaktoreffekte auf. Lediglich zum 2. Schnitt konnte innerhalb des Prüffaktors Reihenweite eine signifikante Überlegenheit der kleinen Reihenweite von 50 cm (0,196 % i.d.TM) gegenüber den Reihenweiten 75 und 100 cm (0,131 bzw. 0,142 % i.d.TM) festgestellt werden (vgl. Tab. 4.55).

Tab. 4.55: Gehalte an Cynarin und Cynarosid in % TM in den Blättern von Artischocken, Standraumversuch Groß-Gerau 2003

Prüffaktoren		Cynarin-Gehalt (%)			Cynarosid-Gehalt (%)		
RW	BD	1*	2*	3*	1*	2*	3*
50 cm		0,079	0,037	0,029	0,239	0,196	0,183
75 cm		0,074	0,025	0,022	0,234	0,131	0,156
100 cm		0,071	0,032	0,023	0,190	0,142	0,146
	4 Pfl./m ²	0,062	0,031	0,026	0,228	0,168	0,175
	8 Pfl./m ²	0,078	0,027	0,024	0,211	0,149	0,172
	12 Pfl./m ²	0,085	0,037	0,022	0,224	0,152	0,138
p-Wert BD		0,110	0,170	0,730	0,910	0,680	0,130
p-Wert RW		0,730	0,100	0,300	0,410	0,030	0,170
p-Wert BDxRW		0,300	0,060	0,320	0,970	0,160	0,160
GD 5% (WW)		0,038	0,019	0,017	0,144	0,084	0,070
GD 5% (HW)		0,144	0,011	0,010	0,083	0,049	0,040

1* = 1. Schnitt; 2* = 2. Schnitt, 3* = 3. Schnitt

4.4 Verwandtschaftsanalysen anhand von RAPD-Markern

Sortenprüfung am Standort Gießen 2001

Der genetische Ähnlichkeitskoeffizient innerhalb der untersuchten DNA liegt im Bereich von 0,56 - 0,85 und zeigt eine hohe genetische Variabilität auf (vgl. Abb. A 8.2). Anhand der Clusteranalyse ist eine deutliche Differenzierung des untersuchten Materials in 2 Hauptcluster, in die Genotypen der *Artischocken-Ähnlichen* und in die Genotypen der *Kardonen-Ähnlichen* festzustellen. Der genetische Ähnlichkeitskoeffizient beider Gruppen liegt bei 0,56. Die *Artischocken-Ähnlichen* spalten sich in 3 Cluster auf. Die 1. Gruppe wird vertreten durch `Sakiz´ und `Indonesien´ (genetischer Ähnlichkeitskoeffizient: 0,70). Die 2. Gruppe, welche ebenfalls einen genetischen Ähnlichkeitskoeffizienten von 0,70 aufweist, setzt sich zusammen aus `XX-865-G70´, `XX-658-G70´ und `Unirea´, wobei `XX-658-G70´ und `Unirea´ eine größere genetische Ähnlichkeit (Koeffizient: 0,75) zueinander aufweisen als zu `XX-865-G70´. Die 3. Gruppe innerhalb der Artischocken (genetischer Ähnlichkeitskoeffizient: 0,74%) teilt sich in die Sorten `Violet (Provence)´, `Violet (Romagna)´, `Blauer Schnittcardy´, `Silverleaf´ und `Green Globe´ auf. Innerhalb dieser Gruppe bilden `Violet (Provence)´; `Violet (Romagna)´, `Blauer Schnittcardy´ ein Subcluster (Koeffizient: 0,76). Innerhalb dieser Untergruppe ist die Ähnlichkeit zwischen `Blauer Schnittcardy´ und `Violet (Romagna)´ zueinander höher und liegt bei 0,85. Die *Kardonen-Ähnlichen* clustern sich in 2 Hauptgruppen `Kat. 374´ und `Gobbo di Nizza´/`Indented Leaf Giant´/`Cardo Bianco Avorio´/`Albanesi´/`Cardo pieno inerme´ und `White Giant´ auf (genetischer Ähnlichkeitskoeffizienten: 0,62). Die 1. Gruppe, vertreten durch die Akzession `Kat. 374´ zeigt eine deutliche Sonderstellung auf, die sich auch schon im distelähnlichen Phänotyp äußerte (vgl. Tab. A 8.1). Die Kardonen-Sorten `Gobbo di Nizza´, `Indented Leaf Giant´, `Cardo Bianco Avorio´, `Albanesi´, `Cardo pieno inerme´ und `White Giant´ weisen einen genetischen Ähnlichkeitskoeffizienten von 0,73 auf. Innerhalb dieser Gruppe ist deutlich die Subclustering der Sorten `Cardo pieno inerme´ (Koeffizient: 0,79) über `Cardo bianco Avorio´ (Koeffizient: 0,82) bis zu `Indented Leaf Giant´ bzw. `Gobbo di Nizza´ (Koeffizient: 0,85) zu erkennen.

Sortenprüfung am Standort Gießen 2003

Um eindeutige Aussagen über die taxonomische Zuordnung der *Artischocken-Ähnlichen* bzw. *Kardonen-Ähnlichen* innerhalb der Gattung *Cynara* L. machen zu können, wurden im Versuchsjahr 2003 phänotypische, den Artischocken bzw. Kardonen ähnliche Arten aus der Familie der Asteraceae untersucht (vgl. Abb.A 8.3). Es wurden jeweils Pflanzen der Gattungen *Onopordum* L. (Eselsdistel), *Cirsium* L. (Kratzdistel), *Arctium* L. (Klette) und *Dipsacus* L. (Wilde Karde) mit analysiert. Die genetische Ähnlichkeit innerhalb der beprobten DNA liegt im genetischen Koeffizientenbereich von 0,59 - 0,84. Die getesteten Genotypen spalten sich in die Hauptcluster *Dipsacus* L. (Koeffizient: 0,59), *Cirsium* L. (Koeffizient: 0,62), *Onopordum* L. und *Arctium* L. (Koeffizient: 0,67) und *Cynara* L. (Koeffizient: 0,65) auf.

Die Gattung *Cynara* L. spaltet sich in die Art *Cynara cardunculus* L. (Ähnlichkeitskoeffizient: 0,67) auf. Sie clustert sich in die nach WIKLUND (1992) bezeichneten Kultivare Kardonen (genetischen Ähnlichkeitskoeffizient: 0,70) und die Kultivare Artischocken (Ähnlichkeitskoeffizient: 0,71) auf. Diese Kultivare zeigten eine starke Subclustering. Innerhalb der Kardonen wies `Gobbo di Nizza´ einen genetischen Ähnlichkeitskoeffizienten von 0,72 auf. `C4´ und `Indented Leaf Giant´ bildeten ein separates Subcluster (Koeffizient: 0,75).

Gegenüber den Kardonen wurden vergleichsweise viele Artischockensorten nachgewiesen, die sich sehr stark aufspalten (Ähnlichkeitskoeffizienten: 0,70 – 0,84).

Insgesamt können 3 Gruppen (Hauptcluster) zugeordnet werden (1. Gruppe: `Violet (Chiogga)`; 2. Gruppe: `Imperial Star` (F1) und `Concerto` (F1); 3. Gruppe: `Saluschocke` bis `Blauer Schnittcardy`). Besonders die 3. Gruppe subclustert sich stark auf. Den höchsten genetischen Ähnlichkeitskoeffizienten innerhalb dieser Gruppe von 0,84 % weisen `Violet (Romagna)` und `A7/4` auf. Im Gegensatz zu `Violet (Romagna)` hatte die Sorte `Violet (Chiogga)` nur einen genetischen Ähnlichkeitskoeffizienten von 0,70. Ebenfalls einen hohen genetischen Ähnlichkeitskoeffizienten von 0,80 konnte für die F1-Hybriden `Unirea` und `Orlando` bestimmt werden. Eine Sonderstellung nimmt die Sorte `White Giant` (Ähnlichkeitskoeffizient: 0,67) ein. Sie clusterte sich nicht innerhalb *Cynara cardunculus ssp. flavescens* WIKL. auf.

Herkunftsprüfung am Standort Gießen 2002

Der genetische Ähnlichkeitskoeffizient innerhalb der beprobten DNA liegt im Bereich von 0,57 bis 0,85 und setzt sich aus 2 Hauptclustern zusammen (vgl. Abb. A 8.4/S.132). Im Hauptcluster 1 sind 18 Genotypen vertreten. Der genetische Ähnlichkeitskoeffizient liegt im Bereich von minimal 0,60 bis maximal 0,85. Diese 18 Genotypen teilen sich in 3 Gruppen auf (Gruppe 1: (Koeffizient: 0,60); Gruppe 2: (Koeffizient: 0,69); Gruppe 3: (Koeffizient: 0,64 bis 0,85). Besonders die starke Aufclustering der 3. Gruppe weist auf eine hohe genetische Variabilität innerhalb der beprobten Genotypen hin. Die gesammelten Herkünfte haben ihren Ursprung im heutigen Italien, Sizilien und Portugal (katalogisierte Angaben, IPK Gatersleben). Eine regionale Differenzierung ist bei vorhandenen Angaben der Fundorte möglich (vgl. Abb. A 8.8). Im Hauptcluster 2 sind nur 2 Genotypen (Nr. 14: `Hazera` aus Israel und Nr. 15: Herkunft unbekannt) vertreten. Der Ähnlichkeitskoeffizient liegt bei 0,63.

5 Diskussion

5.1 Wirkung der Saatzeitenverzögerung

Blattmorphologie und Schossneigung

Die Artischocke ist frostsensitiv, was eine Überwinterung unter heimischen Standortbedingungen ausschließt. Die Nutzung der Artischocke als perennierende Pflanze ist dagegen in Südeuropa und in der Türkei möglich und üblich. In der Türkei wird ein etwa 3-jähriger Anbau der Artischocke zur Gemüseernte praktiziert. Auch am Standort Groß-Gerau gelang in den Jahren 2000 und 2001 eine Überwinterung zweier Artischockensorten (‘GL Nr. 368’; ‘BG Göttingen’) unter Feldbedingungen. Voraussetzungen dafür waren eine gute Herbstentwicklung der Einzelpflanzen, das Abdecken der Pflanzen mit Mulch oder Stroh (Frostschutz) und eine milde Winterwitterung. Die Überwinterung ist jedoch extrem unsicher und bei normaler Winterwitterung in Deutschland nicht möglich. Die Aussaat der Artischocke sollte in Deutschland somit im Frühjahr erfolgen. Laut BAIER et al. (1997) kann der Zeitpunkt der Aussaat in Abhängigkeit von den erwarteten Niederschlägen von Mitte April bis Mitte Mai gewählt werden. HANNIG und EICH (2001) wiesen weiter darauf hin, dass zeitige Aussaaten in der zweiten Aprilhälfte zwar zu einem frühen Erntetermin, aber auch zu einer unerwünschten erhöhten Bildung von Blütenköpfen führt. Der Termin der Artischockenaussaat im Frühjahr hat demzufolge Einfluss auf die Schnittfrequenz und Schossneigung der Pflanzen. Auch Untersuchungen von WAGENBRETH et al. (1996) haben gezeigt, dass unter den Bedingungen des deutschen Anbaus der prozentuale Anteil von blühenden Pflanzen während der Vegetationsperiode sehr stark durch den Zeitpunkt der Aussaat geprägt ist. Empfohlen wird ein Aussaattermin in Abhängigkeit von den erwarteten Niederschlägen für die erste Maihälfte. Von einer Aussaat vor dem 1. Mai wird abgeraten. HANNIG & EICH (2001) empfehlen sogar einen Aussaattermin ab dem 15. Mai.

In den durchgeführten Saatzeitenversuchen wurden bewusst sehr frühe Aussaaten ab dem 25. März und sehr späte Aussaaten bis zum 28. Mai durchgeführt, um so photoperiodische und temperaturabhängige Effekte auf die Pflanze zu überprüfen. Im Versuchsjahr 2001 konnte beobachtet werden, dass eine frühe Aussaat ab dem 20. April zu einer deutlich höheren Blütenkopfbildung führte. Die Annahme von WAGENBRETH (1996), dass Aussaattermine nach dem 15. Mai das Blühen der Pflanzen vollständig verhindert, konnte am Standort Gießen nicht bestätigt werden. Als Ursache dafür wird die genetisch bedingte hohe Schossneigung der verwendeten Sorte ‘Green Globe’ angesehen. Die enorme Blühfreudigkeit dieser Sorte zeigte sich auch in der am 15. Mai ausgesäten Variante (3. Saatzeit), wo hingegen am Standort Groß-Gerau eine deutliche Blütenreduzierung mit der Aussaat ab dem 15. Mai sichtbar wurde. Die Beobachtungen des Jahres 2001 konnten im Versuchsjahr 2002 teilweise reproduziert werden. Wegen der günstigen Witterungsbedingungen wurde am Standort Groß-Gerau die erste Aussaat bereits am 25. März durchgeführt. Der von WAGENBRETH et al. (1996), HANNIG & EICH (2001) und BAIER (2003) vermutete Vernalisationsreiz bei sehr frühen Aussaaten und die damit verbundene vermehrte Blütenbildung, konnte bestätigt werden. Der Schosseranteil war besonders in der 1. und 2. Saatzeit (Aussaat: 25. März und 04. April) sehr hoch. Im Gegensatz dazu zeigte am Standort Rauschholzhausen 2002 die 1. Saatzeit (Aussaat: 05. April) ein geringes Schoßverhalten. Der Schosseranteil erhöhte sich erst in den Saatzeiten 3 und 4 (Aussaat: 15. und 25. April).

Die Unterschiede im Blühverhalten zwischen den Jahren deuten auf eine Witterungs- und Bodenabhängigkeit hin. Höhere Lufttemperaturen scheinen bei gleichzeitigem Wassermangel die Schoßneigung zu fördern, wo hingegen niedrige Temperaturen mit

optimaler Wasserversorgung diese reduzieren. So erwies sich das Anbaujahr 2001 als tendenziell niederschlagsärmer als 2002. Besonders der Monat Mai wies zwischen den Jahren Unterschiede auf. Im Mai 2001 lagen hohe Temperaturen von $> 16^{\circ}\text{C}$ bei gleichzeitigem Wassermangel (Gießen: 10 mm; Groß-Gerau: 24 mm) vor, wo hingegen im Mai 2002 hohe Niederschläge (Groß-Gerau: 63 mm; Rauschholzhausen: 72 mm) und Temperaturen $< 16^{\circ}\text{C}$ gemessen werden konnten. Offensichtlich induzierte der Wassermangel eine verstärkte Blüten- und eine reduzierte Blattbildung. Optimale Niederschläge nach dem Feldaufgang führten im Folgejahr zu einer verminderten Schoßneigung bei gleichzeitig vermehrter Blattentwicklung. Andererseits kann ein Überangebot an Wasser auf Lößböden ebenfalls die Jugendentwicklung beeinflussen, was mit der höheren Wasser- und Sorptionskapazität des Bodens in Rauschholzhausen begründet wird. Besonders die hohen Niederschläge im Monat Mai (72 mm) und die daraus resultierende schlechtere Bodenstruktur (Verschlammung der oberen Bodenschicht und Verkrustung dieser nach Abtrocknung), könnte sich negativ auf die Keimphase der am 15. und 25. April ausgesäten Saatzeiten ausgewirkt haben, die im Enddefekt zu einer erhöhten Schoßneigung führte.

Blattdrogenerträge

Die durchgeführten Saatzeitenversuche zeigten an den Standorten Gießen und Rauschholzhausen eine Überlegenheit der späteren Saatzeiten, die ab dem 25. April durchgeführt wurden. An beiden Standorten war die Aussaat der Artischocken ab Anfang bzw. Mitte April auf Grund der ungünstigeren Wachstumsbedingungen (geringe bzw. späte Erwärmung der Böden) nachteilig für die Ertragsbildung der Pflanzen. Dieser Effekt war am Standort Groß-Gerau (Sandboden, höhere Lufttemperatur) nicht zu beobachten. Hier konnten durch die frühe Aussaat im März 2002 höhere Blatterträge als am Standort Gießen 2001 zu allen Aussaatvarianten erzielt werden. Auch im Jahresvergleich des Standortes Groß-Gerau 2001 bzw. 2002 ist eine Aussaat im zeitigen Frühjahr günstiger als eine Aussaat Ende April. Die Erträge blieben dennoch unterhalb des Niveaus von Rauschholzhausen 2002.

CCS- und Flavonoidgehalte

Die höchsten Gesamt-CCS-Gehalte in den Blattdrogen der geprüften Saatzeiten wurden am Standort Groß-Gerau 2001 erreicht. Im Mittel aus 2 Schnitten konnten in Groß-Gerau 2001 CCS-Gehalte von 2,2 % i.d.TM erreicht werden, wohin gegen die CCS-Gehalte desselben Jahres, jedoch am Standort Gießen fast 1% niedriger lagen. Gute Witterungsbedingungen, vor allem eine lange Sonnenscheindauer, wirkten sich positiv auf die Biosynthese der CCS-Verbindungen aus. Es war zu beobachten, dass der im Mittel der Vegetationsperiode wärmste Standort Groß-Gerau auch die höchsten CCS-Gehalte aufwies. Andererseits wurden am Standort Groß-Gerau zwischen den Vergleichsjahren 2001 und 2002 deutliche Differenzen in den CCS-Gehalten beobachtet. Die Gründe hierfür sind innerhalb der Schnitte zu suchen: So wurden im Versuchsjahr 2002 3 Schnitte und 2001 nur 2 Schnitte realisiert. Des weiteren liegt zwischen beiden Jahren eine Aussaatdifferenz von 1 Monat vor. Allgemein konnte beobachtet werden, dass die CCS-Gehalte vom 1. zum 3. Schnitt abfallen. Als Grund für diese Veränderung der CCS-Gehalte wird vor allem das abnehmende Lichtangebot angesehen (abnehmende Tageslänge).

Die Beobachtungen von HAFF (2004), dass die Gehalte an Caffeoylchinasäuren in *Ilex paraguariensis* mit zunehmender Tageslänge anstiegen, lässt vermuten, dass dieser Zusammenhang auch in der Artischocke besteht. So war in den Saatzeitenversuchen der Artischocke tendenziell zu beobachten, dass die höchsten CCS-Gehalte in Gießen mit einer Aussaat Ende April sowie in Groß-Gerau und Rauschholzhausen mit einer

Aussaat Mitte April erreicht wurden. Frühere Aussaaten Ende März bis Mitte April bewirkten zum 1. Schnitt geringere Wirkstoffgehalte. Auch bei späten Blatt Schnitten ab September konnte ein Abfall der phenolischen Verbindungen beobachtet werden und bestätigen somit die Vermutung der Lichtabhängigkeit von Caffeoylchinasäuren. HAAF (2004) wies darauf hin, dass das Enzym *Phenylalanin-Amonium-Lyase* (PAL) an der Steuerung der Biosynthese und Akkumulation der Caffeoylchinasäure entscheidend beteiligt ist. Es wird dementsprechend im Langtag vermehrt gebildet und reduziert sich unter Kurztagsbedingungen. Dieses Enzym katalysiert die Deaminierung von Phenylalanin zu Zimtsäure und ist damit ein Schlüsselenzym zwischen Primär- und Sekundärstoffwechsel (SITTE et al. 1998). Zimtsäure kann in einem weiteren Schritt enzymatisch zu *p*-Cumarsäure umgesetzt werden, aus welcher durch Hydroxylierung Kaffeesäure entsteht (TEUSCHER 1997). Es ist allgemein bekannt, dass die Aktivität der PAL durch Licht reguliert wird. MOSLI-WALDHAUSER und BAUMANN (1996) haben in Zellsuspensionskulturen von *Coffea*-Samen die lichtinduzierte PAL-Aktivität sowie die Gehalte an Coffein und Chlorogensäure gemessen. Sie bestimmten in Kulturen, die unter Lichtausschluss kultiviert wurden, nur eine sehr geringe PAL-Aktivität sowie sehr niedrige Gehalte an beiden wertgebenden Substanzen. Nach einer anschließenden Photoperiode konnte innerhalb von 5 Stunden eine Induktion der PAL-Aktivität beobachtet werden, nach 24 Stunden erreichte diese ihr Maximum. Die Bildung der Chlorogensäure begann zeitgleich und stieg innerhalb von 6 Tagen auf das 50-fache ihrer Ausgangskonzentration. HAAF (2004) konnte für Kalluskulturen von *Ilex paraguariensis* ebenfalls nachweisen, dass schon eine kurze Kultivierungsperiode bei Licht ausreichte, um einen sofortigen Anstieg der Gehalte von Caffeoylchinasäuren und Koffein zu registrieren. Das Ausmaß der Stimulation könnte dabei von der Dauer der Kultivierung abhängen. Es wird vermutet, dass ein vergleichbarer Regulationsmechanismus in der Artischocke vorliegt.

Die höchsten Gesamt-Flavonoid-Gehalte in den Blattdrogen der geprüften Saatzeiten wurden am Standort Rauschholzhausen im Jahr 2002 erreicht, wobei sich die Saatzeitdifferenzen in dem Zeitraum vom 05. April bis 08. Mai nicht stark auf die Gehalte auswirkten und im Mittel aus 2 Aufwüchsen im Bereich von 0,4 % i.d.TM (4. Saatzeit) und 0,5 % i.d.TM (2. Saatzeit) lagen. Auch in Groß-Gerau 2002 konnte der selbe Effekt, wenn auch mit geringeren Gesamt-Flavonoid-Werten im Bereich von 0,3 % i.d.TM und 0,4 % i.d.TM beobachtet werden. Die Gründe für die geringeren Werte am Standort Groß-Gerau 2002 werden erneut innerhalb der drei Schnitte sichtbar. Tendenziell war ein Inhaltsstoffabfall vom 1. zum 3. Schnitt zu beobachten und die geringeren Flavonoid-Gehalte am Standort Groß-Gerau resultieren eindeutig aus dem Flavonoid-Abfall des 3. Schnittes. Diese Feststellung deckt sich mit der Aussage von BAIER (2003). Anders verhält sich das Versuchsjahr 2001. Hier ist ein Abfall der Gesamt-Flavonoid-Gehalte von der 1. Saatzeit (Aussaat: 20. April) zur 4. Saatzeit (Aussaat: 28. Mai) zu beobachten. Ähnlich wie bei den Gesamt-CCS-Gehalten scheinen sich Aussaaten ab Mitte bis Ende Mai negativ auf die Gesamt-Flavonoid-Gehalte auszuwirken, wo hingegen Aussaaten bis Ende April die Flavonoid-Synthese begünstigten. Diese Befunde weisen, ähnlich wie bei den CCS-Verbindungen, auf eine Lichtabhängigkeit der Flavonoide hin. Es wird davon ausgegangen, dass die Ausgangskomponente der Biosynthese, wie bei den meisten phenolischen Substanzen, die Shikimisäure (das Shikimat) ist (SENGBUSCH 2003; SCHÖPKE 2005, CZIHAK & LANGER 1990). Die Bildung der essentiellen Aminosäure *Phenylalanin* weist Ähnlichkeiten zu dem CCS-Synthese-Weg nach MOSLI-WALDHAUSER und BAUMANN (1996) auf und lässt vermuten, dass die lichtinduzierte PAL-Aktivität ebenfalls bei den Flavonoiden eine maßgebliche Rolle spielt, wie umgekehrt der Shikimisäureweg innerhalb der Caffeoylchinasäuren, einen entscheidenden Einfluss hat (vgl. Abb. A 8.1).

5.2 Wirkung der Standraumverteilung

Blattmorphologie und Schossneigung

Der Standraum der Einzelpflanze ergibt sich aus der Reihenweite (Distanz zwischen den Pflanzenreihen) und dem Abstand der Pflanzen innerhalb der Reihe, die durch die jeweilige Bestandesdichte (Pflanzenanzahl/m²) beeinflusst wird. Als optimal für die Entwicklung der Einzelpflanze wird ein quadratischer Verbund der Kulturpflanzen in einem Bestand (gleichmäßiger Abstand der Pflanzen zwischen den Reihen und innerhalb der Reihe) angesehen. Abweichend davon können sich die Pflanzen in einem Dreiecksverbund oder in einem Rechteckverbund befinden (DIEPENBROCK et al. 2005). Eine gleichmäßige Verteilung der Einzelpflanzen in einem Bestand ermöglicht den Pflanzen gleichmäßige Wachstumsbedingungen. Zusätzlich werden die in einem Bestand unvermeidbaren intraspezifischen Konkurrenzeffekte reduziert.

In den durchgeführten Feldversuchen mit Artischocken in Groß-Gerau 2001 bis 2003 wurde der Standraum der Pflanze stark variiert. Ein quadratischer Verbund der Pflanzen sollte hier mit der Kombination 50 cm Reihenweite x 4 Pflanzen/m² erreicht werden. Höhere Bestandesdichten von 8 bzw. 12 Pflanzen/m² bei gleicher Reihenweite führten im Vergleich mit 2 bzw. 4 Pflanzen/m² zu einer ungleichmäßigeren Pflanzenverteilung (Rechteckverbund) und zu zunehmenden intraspezifischen Konkurrenzeffekten im Bestand. Diese Effekte konnten durch Messungen der Blattzahl/Pflanze, der Wuchshöhe und der Schosserzahl/m² nachgewiesen werden. In allen drei Versuchsjahren bewirkte die Erhöhung der Bestandesdichte bei einem Aufwuchs bzw. bei 2 Aufwüchsen pro Versuch eine Abnahme der Blattzahl/Pflanze. Diese Reduktion der Blattzahl wird als intraspezifischer Konkurrenzeffekt um die Wachstumsfaktoren Licht, Wasser und Nährstoffe gewertet. Die Blühinduktion bzw. Schoßneigung der Artischockenpflanzen wurden nur teilweise durch die Standraumveränderungen beeinflusst. So konnten besonders im Anbaujahr 2003 zum 1. Schnitt geringe Reihenweiten (50 cm) und extrem hohe Bestandesdichten (12 Pfl./m²) eine Zunahme der Blütenstände pro Fläche bewirken. Als Ursache dafür wird die Verkürzung der Blattbildungsphase angesehen, die durch die zunehmende Konkurrenz der Pflanzen bei hoher Bestandesdichte und geringer Reihenweite beeinträchtigt war. Allgemein kann für den Versuchszeitraum ausgesagt werden, dass die Schossneigung im Anbaujahr 2001 geringer war als in den Jahren 2002 bzw. 2003. Nach BAIER et al. (1997) ist für die Blühinduktion der Artischocke eine Lufttemperatur von < 7°C über einen Zeitraum von über 250 Stunden erforderlich. Die Lufttemperaturen zu Keimbeginn lagen am Standort Groß-Gerau > 11°C. Trotzdem waren in allen Versuchsjahren Schosser zu beobachten. Somit kann die Annahme von BAIER et al. (1997) nicht bestätigt werden. So müsste das Anbaujahr 2002 (Aussaat: 26. März/Feldaufgang: 18. April) den höchsten bzw. die Anbaujahre 2001 und 2003 (Aussaat: 23.-30. April/Feldaufgang: 08.-12.Mai) den geringsten Blühanteil im Bestand aufweisen. Gründe für die unterschiedliche Blühinduktion am selben Standort sind somit nicht mit dem gewählten Aussaattermin allein zu erklären. Die Einflussfaktoren innerhalb der Versuchsjahre sind vielmehr stark von dem gewählten Standort und den klimatischen Verhältnissen abhängig. So erwies sich das Anbaujahr 2001 mit einer Durchschnittstemperatur von 15,6°C als das kälteste Jahr, wo hingegen die Jahre 2002 bzw. 2003 im Mittel 16,2 - 16,5°C aufwiesen. Auch bezüglich der Niederschlagsmenge waren Jahresunterschiede zu beobachten, die die Schoßneigung der Pflanzen beeinflussen haben könnten. Besonders im Versuchsjahr 2003 fielen bis zu 148 mm weniger Niederschlag als in den vorangegangenen Jahren. Die Bedingungen, hohe Bestandesdichten und kleine Reihenweiten, hohe Temperaturen und ein reduziertes Wasserangebot, besonders zu Keimbeginn, führten somit zu einem erhöhten Schoßanteil im

Bestand. Hierbei sind die genotypischen Unterschiede im Vernalisationsbedarf der Artischocken zu berücksichtigen. Die Schoßneigung der in den Versuchen verwendeten Sorte 'Green Globe' wird generell als hoch eingeschätzt (WAGENBRETH et al. 1996). Diese erhöhte Schoßneigung der Sorte 'Green Globe' wurde in allen Feldversuchen, in denen diese Sorte verwendet wurde, deutlich. Die Wuchshöhe der Pflanzen wurde nur in den Versuchen der Jahre 2001 und 2002 durch die Prüffaktoren Reihenweite und Bestandesdichte beeinflusst. Große Reihenweiten und höhere Bestandesdichten bewirkten zum Teil eine signifikante Zunahme der Wuchshöhe. Dieser Effekt wird zum Teil auf eine Veränderung der Blattstellung zurückgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass hohe Bestandesdichten zu eher erektophilen Blatthaltungen führt. Aufrechte Blatthaltungen werden für eine maschinelle Ernte der Blattdrogen als vorteilhaft angesehen, da damit die Ernteverluste und der Verschmutzungsgrad der Blätter vermindert wird.

Blattdrogenerträge

Die Erhöhung der Bestandesdichten bewirkte in allen 3 Versuchen eine Zunahme der Blattdrogenerträge, so dass sich Pflanzendichten von 8 bis 12 Pflanzen/m² als vorteilhaft erwiesen. Damit wird deutlich, dass die Pflanzenanzahl pro m² eine größere Bedeutung für die Bildung des Blattertrages hatte als die Blattanzahl/Pflanze, die mit zunehmender Bestandesdichte abnahm. Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit der internationalen Literatur ist nur bedingt möglich, da die Artischocke in der Regel als Gemüsepflanze (Nutzung der Blütenköpfe) untersucht wurde und nicht als Blattdrogenpflanze. So liegen zahlreiche Ergebnisse mit Gemüseartischocken aus den mediterranen Ländern vor. Die meisten Autoren geben für diese Nutzungsrichtung der Artischocke Bestandesdichten in der Spanne von nur 0,8 bis 1,2 Pflanzen/m² an (IERNA et al. 2004; OCHOA & FANDOS 2004; MACUA et al. 2004; KHAYYO et al. 2004; MALUMBRES et al. 2004). In mehrjährigen Feldversuchen, die in Spanien durchgeführt wurden, wurde die Bestandesdichte von minimal 0,8 Pflanzen/m² bis maximal 5,0 Pflanzen/m² variiert (GONZALEZ et al. 2004). Diese Abstufungen der Bestandesdichten führte in keinem der ausgewerteten Versuche zur signifikanten Einflussnahme auf die Biomasseerträge, so dass auch hier geringe Bestandesdichten von etwa 1 Pflanze/m² für die Gemüseernte als angemessen erscheinen.

CCS- und Flavonoidgehalte

Die Wirkstoffgehalte in den Blattdrogen der Artischocke können je nach Sorte, Kultivierungs-, Ernte- und Aufbereitungsbedingungen erheblichen Schwankungen unterliegen. Nach WAGENBRETH et al. (1996) und BRAND (1997) können die Caffeoylchinasäuren in den Blattdrogen von 1-6 % i.d.TM und die Flavonoid-Gehalte von 0,2 bis 0,6 % i.d.TM variieren. Nach BAIER (2003) können in juvenilen Blättern Maximalwerte bis zu 11,5 % CCS nachgewiesen werden. Innerhalb der CCS-Verbindungen können Mono-CCS (besonders Chlorogensäure) einen Anteil von 29-77 % und Di-CCS einen Anteil von 17-48 % am Gesamt-CCS-Gehalt einnehmen (WAGENBRETH et al. 1996). In den durchgeführten Versuchen lagen die Gesamt-CCS-Gehalte auf einem relativ niedrigen Niveau von 1,16 % (2001/RW: 100 cm) und 2,04 % i.d.TM (2002/BD: 4 Pfl./m²). Tendenziell konnte beobachtet werden, dass die CCS-Gehalte in den Blättern in 2 der 3 Versuchsjahre im Mittel der Prüfvarianten mit zunehmender Reihenweite abnahmen. In allen 3 Versuchsjahren erwies sich eine Bestandesdichte von 4 Pfl./m² für Bildung der CCS-Verbindungen als am vorteilhaftesten. Weiterhin zeigte sich, dass geringere Reihenweiten von 50 cm sich günstig auf den CCS-Gehalt auswirkten. Die Ursachen dafür können in morphologischen und entwicklungsphysiologischen Faktoren der Blatt- bzw. Pflanzenentwicklung sowie in der Beeinflussung der CCS-Synthese durch Umweltfaktoren gesehen werden. So wird vermutet, dass bei geringer Bestandes-

dichte bessere Belichtungsverhältnisse vorhanden sind, die die Polyphenolsynthese begünstigen. Darüber hinaus ist bei geringen Reihenweiten von einer gleichmäßigeren Pflanzenverteilung über die Fläche auszugehen, was die interspezifische Konkurrenz mindert und die Bedingungen für die Polyphenolsynthese verbessert.

Betrachtet man alle 3 Schnitte eines Versuchsjahres, dann kann festgestellt werden, dass ein kontinuierlicher CCS-Abfall vom 1. bis zum 3. Schnitt vorlag. Nach BAIER (2003) sind Blatterträge mit höherem Anteil jüngerer Blätter durch höhere CCS-Gehalte gekennzeichnet. Entwicklungsphysiologisch jüngere Pflanzen bzw. jüngere Blätter sind somit qualitativ positiver einzuschätzen. Bezieht man diese Aussage auf die am Standort Groß-Gerau jährlich durchgeführten 3 Schnitte, so müsste der 3. Schnitt (im Mittel 40 Vegetationstage) die höchsten und der 1. Schnitt (im Mittel 115 Vegetationstage) die geringsten CCS-Gehalte aufweisen, was nicht bestätigt werden konnte. Auch müssten die Varianten mit der höchsten Blattanzahl pro Pflanze und den somit folglich physiologisch jüngeren Blättern, die höchsten CCS-Gehalte aufweisen, was ebenfalls nicht bestätigt werden konnte. Vielmehr bestätigt sich die Annahme der Lichtabhängigkeit von Caffeoylchinasäuren. Es ist festzustellen, dass der Ende März ausgesäte Standraumversuch zum 1. und 2. Schnitt besonders hohe CCS-Werte aufwies. Dieser im Anbaujahr 2002 angelegte Standraumversuch wies im Vergleich zu den Testjahren 2001 und 2003, die höchste Zahl an Vegetationstagen auf. Ist die Biosynthese der Inhaltsstoffe von der Dauer der Vegetationsperiode abhängig, müssten in den Anbaujahren 2001 (insgesamt 160 Vegetationstage) und 2003 (insgesamt 180 Vegetationstage) geringere CCS-Werte als im Jahr 2002 (insgesamt 207 Vegetationstage) vorliegen. Diese Annahme konnte bestätigt werden und wird besonders in den Werten des 1. und 2. Schnittes deutlich. Bei der Betrachtung der 3. Schnitte innerhalb der Anbaujahre 2001 bis 2003 wird ein weiterer Faktor deutlich: Je trockener und wolkenarmer die Zeit der 2. Regenerationsphase, um so höher die CCS-Gehalte zum 3. Schnitt. So fielen in der 2. Regenerationsphase 2003 (10.09.-23.10.) durchschnittlich 67 mm Niederschlag, wo hingegen in den Jahren 2001 und 2002 im Zeitraum vom 05./12.09. bis 10./23.10. durchschnittlich 128 mm Niederschlag registriert wurden. Anscheinend begünstigt ein trockener Herbst mit gemäßigten Temperaturen und einem hohen Lichtangebot den Neuaustrieb der Artischocke und wirkt sich ebenfalls positiv auf den Synthese der Polyphenole aus.

Die Gesamt-Flavonoid-Gehalte variieren innerhalb der Versuchsjahre im Mittel der Schnitte in einer Spanne von 0,20 (2001/RW: 100 cm) – 0,37 % i.d.TM (2003/RW: 50 cm). Allgemein kann wie bei den CCS-Verbindungen die Tendenz beobachtet werden, dass längere Wachstumszeiten sich ebenfalls positiv auf die Biosynthese der Flavonoide auswirken. Vergleicht man die Flavonoid-Gehalte der 3 Anbaujahre über alle Schnitte, dann fällt auf, dass die Veränderungen in gleicher Richtung ausgeprägt sind, wie die Veränderungen der CCS-Gehalte. Am Standort Groß-Gerau nahmen die Flavonoid-Gehalte vom 1. bis zum 3. Schnitt ab. Es deutet sich somit eine positive Korrelation zwischen CCS-Verbindungen und Flavonoiden an.

Insgesamt ist festzustellen, dass die Wirkung unterschiedlicher Bestandesdichten und Reihenweiten auf die Qualität der Artischockenblätter relativ gering ausgeprägt ist. Die erzielten Befunde lassen aber auch den Schluss zu, dass eine günstige Standraumverteilung der Pflanzen über die Fläche, insbesondere die Bestandesdichte von 4 Pfl./m² bei gleichzeitig kleinen Reihenweiten von 50 bis 75 cm, zu besseren Wachstumsbedingungen (Licht- und Wasserversorgung) der Einzelpflanze führt, was die Synthese phenolischer Inhaltsstoffe fördert.

5.3 Artischockensorten

Die Kennzeichnung der Blattmorphologie, der Blattstellung und der Bestandeshöhe der Pflanzen ist für die Beurteilung der Erntefähigkeit der Artischocke von Bedeutung. Erwünscht sind Sorten mit aufrechter Blatthaltung, großer Blattspreite, geringem Blattrippenanteil, großer Wuchshöhe und geringer Schossneigung. Diese morphologischen Merkmale sind überwiegend genetisch determiniert und nur teilweise durch anbautechnische Maßnahmen beeinflussbar.

Auf dem internationalen Markt findet man vorwiegend frühschossende Sorten. Das vorrangige Züchtungsziel besteht darin, Sorten zu schaffen, die große und geschlossene Blütenköpfe ausbilden (PAGNOTTA et al. 2003). Für eine Blattdrogenproduktion sind diese auf Frühreife ausgelesenen Sorten nicht geeignet (MARQUARD et al. 2001). Ein weiteres Ziel besteht in der Verbesserung der Resistenzen, unter anderen gegen die Pathogene *Verticillium dahliae*, *Artichoke Latent Virus* und *Tomato spotted Wilt Virus* (TsWV) (MARQUEZ et al. 2004; CIRULLI et al. 2004; ORTEGA et al. 2004, OLIVARES-GARCIA et al. 2004, AMENDUNI et al. 2004). In den durchgeführten Sortenversuchen wurden bei den getesteten Sorten keine Krankheitssymptome beobachtet, die eine Bewertung der Resistenzeigenschaften ermöglicht hätte. Die Ursachen dafür könnten auf den geringen Krankheitsdruck (geringe Anbaufläche der Wirtspflanzen), auf die humiden Klimaverhältnisse und auf die kürzere Entwicklungszeit der Pflanzen (Blattnutzung) zurückgeführt werden.

Die auf dem Markt erhältlichen Artischockensorten weisen einen unterschiedlichen Habitus auf. Eine Phänotypisierung der Artischockensorten, vorzugsweise anhand der Blütenköpfe, ist aus Italien und Spanien bekannt. Nach PORCEDDU et al. (1976) und VANELLA et al. (1981) werden die Gemüseartischocken in 4 Gruppen *Spinoso* mit der cv. *spinosa sardo*, *Violetto*, *Romansco* und *Cantanese* eingeteilt. In der Praxis werden vielfach Sorten des *Romansco*-Typs genutzt, die sich durch eine frühe Reife auszeichnen. Zu dieser Gruppe zählt auch die in eigenen Versuchen geprüfte Sorte 'Imperial Star'. ELIA & MICCOLIS (1996) untersuchten insgesamt 104 Akzessionen und teilen sie in 5 Gruppen ein: Frühe, Mittelfrühe, Späte mit kleinen Köpfen, Spät-Violette und Späte mit großen Köpfen. Als Differenzierungsmerkmal für diese Gruppenbildung werden neben dem Entwicklungsverlauf sowie dem Durchmesser und Gewicht des primären Blütenkopfes auch die Bestachelung und die violette Farbe der Hüllblätter verwendet.

In den eigenen Versuchen sollte der Habitus der Blätter beschrieben werden, weshalb es sinnvoll erschien eine erneute Klassifizierung der Phänotypen vorzunehmen. So wurden die Sorten bzw. Akzessionen in die Phänotypen *Kardone-Ähnlich*, *Artischocken-Ähnlich* und *Distel-Ähnlich* eingeteilt. Sie bringen eine hohe morphologische Variabilität zum Ausdruck und weisen auf das mannigfaltige Erscheinungsbild innerhalb der Art *Cynara cardunculus ssp. flavescens* WIKL. hin. Innerhalb des getesteten Artischockensortimentes erwies sich die Gruppe der *Kardone-Ähnlichen* als für die Blattproduktion sehr gut geeignet. Die Blätter der Pflanzen dieser Gruppe sind überwiegend ganzrandig bzw. nur schwach eingebuchtet mit teilweise sehr großen Blattspreiten. Diese Merkmale sind für die Maximierung der Blattdrogenerträge sehr positiv zu beurteilen. Dagegen sind Sorten aus der Gruppe der *Artischocken-Ähnlichen* für die Blattgewinnung weniger gut geeignet. Sie zeichnen sich einerseits durch zum Teil stark eingebuchtete Blätter und geringe Bestandeshöhen aus und sind durch eine vergleichsweise höhere Schossneigung gekennzeichnet. Für den Anbau nicht zu empfehlen ist die Gruppe der *Distel-Ähnlichen*. Die in dem Sortenversuch Groß-Gerau 2001 getestete Akzession 'GL Nr. 368' zeichnete sich ähnlich wie die Akzession 'Kat. 374' (Herkunftsprüfung Gießen 2001) durch einen gestauchten und bodennahen

Wuchs aus. Die Blätter dieser Akzessionen sind stark eingebuchtet und enden in einem sehr spitzen und harten Stachel. Positiv ist jedoch die hohe Schossfestigkeit dieser Herkünfte. Bei Betrachtung der wertgebenden Inhaltsstoffe wies `GL Nr. 368´ im Mittel aus 2 Schnitten mit 4,75 % i.d.TM die höchsten CCS-Gehalte auf. Die Merkmale dieser Akzession: Kälteresistenz, lange vegetative Entwicklungsphase und hohe Gehalte an wertgebenden Inhaltsstoffen sind sehr positive Eigenschaften, die in der Züchtung von Sorten zur Blattdrogengewinnung genutzt werden könnten (vgl. Tab. A 8.1 und A 8.5).

Blattmorphologie und Schossneigung

WAGENBRETH (1996) und HANNIG & EICH (2001) stellten fest, dass selbst bei Artischockensorten, die speziell für die Blattnutzung selektiert wurden, ein Übergang in den generative Phase unter unseren klimatischen Verhältnissen nicht ausgeschlossen werden kann. So konnten die Autoren beobachten, dass bei Aussaaten bis Mitte April noch 24 % der Pflanzen schossten und blühten. Eine spätere Aussaat Ende April führte noch bei 8% der Pflanzen zu einer Blühinduktion und alle Aussaattermine ab 15. Mai, führte zu Beständen, die keine Blütenbildung mehr aufwiesen. Das völlige Ausbleiben der Blühinduktion bei Spätsaaten ab Mitte Mai konnte in eigenen Feldversuchen nicht bestätigt werden. Das zeigte sich insbesondere bei den Sorten `Green Globe´ und `Imperial Star´, die innerhalb der Sortimente die höchste Schossneigung aufwiesen und die auch nach einer Spätsaat Mitte Mai zum Teil eine Blütenknospe ausbildeten.

Innerhalb der geprüften Sortimente bestand eine hohe Variabilität in der Ausprägung morphologischer Merkmale. Das gilt auch für die Blattzahl/Pflanze die bei den Linien `A7/2´ und `Indented Leaf Giant´ am höchsten war. Dieses Merkmal kann als Ausdruck für eine schnelle phänologische Entwicklung gewertet werden, was eine hohe Schnittfrequenz innerhalb eines Vegetationsjahres ermöglicht. Als relativ schnellwüchsige Sorten mit guter Regenerationsfähigkeit konnten `Green Globe´; die Linien der Firma Lichtwer `Lichtwer 1 – Lichtwer 3´ bzw. `A7/2´, `A7/4´; die italienischen Sorten `Indented Leaf Giant´ und `White Giant´, aber auch die rumänischen Sorten `Unirea´ und `Celesta´ identifiziert werden. Zur Beurteilung der Blatterträge ist das Kriterium Blattzahl/Pflanze jedoch nicht geeignet. Sorten mit geringen oder mittleren Blatterträgen können durchaus hohe Blattzahlen von > 10 Blättern pro Pflanze ausbilden und umgekehrt. Die Blattbildungsrate beschreibt lediglich die Entwicklungsgeschwindigkeit und Regenerationsfähigkeit einer Sorte. Die schnelle Blattneubildung nach dem Schnitt ist eine wesentliche Voraussetzung für mehrmaliges Ernten von Artischocken innerhalb einer Vegetationsperiode unter humiden Klimabedingungen.

Blattdrogenerträge

Für den Drogenertrag ausschlaggebend sind die Parameter Bestandeshöhe (Wuchshöhe), Blattfläche (Blattbreite x Blattlänge) und Leaf Area Index (LAI). Diese Indikatoren, insbesondere der LAI-Wert, sprechen für eine hohe Bodenbeschattung und Konkurrenzkraft der Sorten gegenüber Beikräutern. Besonders die kardone-ähnlichen Sorten `Blauer Schnittcardy´, `White Giant´, die Linien `Lichtwer 3´ bzw. `C4´ und `Gobbo di Nizza´ wiesen zu den Messterminen tendenziell die höchsten Werte auf. Als ertragsschwach müssen dagegen die artischockeähnlichen Sorten `Violet (Provence´ mit Ausnahme des Anbaujahres 2002 in Groß-Gerau, `Violet (Romagna´, `Violet (Chiogga), `Lichtwer 1´, `A7/4´ mit Ausnahme des Anbaujahres 2002 in Rauschholzhausen und `Imperial Star´ angesehen werden. Hinsichtlich der Chlorophyllindizes der Blätter können dagegen keine Aussagen über eine Korrelation zu den Drogenerträgen getroffen werden. Es ist zu vermuten, dass die CCI Werte der Sorten

durch die genetisch determinierte unterschiedliche Blattpigmentierung sowie durch Umwelt- und Anbaubedingungen beeinflusst werden. Für eine genetische Determinierung der CCI-Werte sprechen die Beobachtungen, dass *Kardone-Ähnliche*, wie 'Indented Leaf Giant', 'White Giant' und 'Lichtwer 3' in allen 3 Versuchsjahren an zwei Standorten geringere Chlorophyllindizes aufwiesen als die *Artischocken-Ähnlichen*, wie beispielsweise die Violet-Sorten. Es wird somit vermutet, dass blattreiche Pflanzentypen innerhalb der Art *Cynara cardunculus* durch geringere Konzentrationen an Blattpigmenten, insbesondere Chlorophyll, gekennzeichnet sind, die sich durch CCI-Messungen nachweisen lassen. Neben dem Faktor Sorte konnte in anderen Feldversuchen mit Artischocken auch ein signifikanter Einfluss der N-Düngung und der Wasserversorgung auf die Chlorophyllgehalte und Chlorophyll-Index-Werte nachgewiesen werden (KÖHL 2003).

CCS- und Flavonoidgehalte

Die Wirkstoffgehalte der Pflanzen waren zum einem genetisch determiniert, andererseits konnte eine Abhängigkeit von spezifischen Wachstumsbedingungen, der Länge der Vegetationsperiode sowie den Ernteterminen festgestellt werden. Frühe Aussaaten, verbunden mit guten Witterungsbedingungen (leicht erwärmbare Böden, hohe Sonnenscheindauer) bewirkten in den eigenen Versuchen insgesamt höhere CCS- und Flavonoid-Gehalte. Vergleicht man die jeweiligen Schnitte innerhalb einer Wachstumsperiode, dann waren auch in den Sortenversuchen zum 1. Schnitt die höchsten CCS-Gehalte zu beobachten. Dieser Effekt wird auf die größere Vegetationslänge des 1. Aufwuchses sowie auf die Langtagsbedingungen zurückgeführt. Im Mittel aus 2 Schnitten erreichten nur die Lichtwer-Akzessionen mit CCS-Werten von minimal 2,06 bis maximal 2,56 % i.d.TM die besten Qualitäten. Verglichen mit den Angaben aus der Literatur sind diese Gehalte sehr gering. WAGENBRETH et al. (1996) beschreibt CCS-Gehalte von 2,4 bis 6 % i.d.TM. Diese hohen Gehalte konnten nur an dem Standort Groß-Gerau annähernd realisiert werden. Als Gründe für diese Unterschiede werden Standort- und Witterungseinflüsse vermutet. Denkbar ist auch, dass entwicklungsphysiologische Einflüsse zu diesen Unterschieden beigetragen haben.

Der 3. Schnitt, der in den Sortenversuchen in der Regel Mitte Oktober erfolgte, bewirkte eine Reduktion der CCS-Gehalte, die bei allen Sorten unterhalb der Werte von 2 % i.d.TM lagen. Diese Befunde bestätigen, dass bei verminderter Tageslänge eine Reduktion der CCS-Synthese erfolgt. Daneben deutete sich eine negative Korrelation zwischen dem Blattertrag und den Gehalten an Caffeoylchinasäuren an: Sorten mit hohem Blatterträgen wiesen geringere CCS-Gehalte auf und umgekehrt. Die geringen CCS-Gehalte können analog zu den Chlorophyllindizes der Blätter durch Verdünnungseffekte verursacht worden sein. Dieser Zusammenhang war jedoch am Standort Groß-Gerau nicht zu beobachten. So wiesen auch ertragreiche Sorten wie 'Blauer Schnittcardy' und 'Unirea' hohe CCS-Gehalte auf. Nach HAFF (2005), MOSLI-WALDHAUSER und BAUMANN (1996) wird unter anderen die Chlorogensäure, eine Hauptkomponente der Caffeoylchinasäuren, aber auch die Kaffeesäure bevorzugt nach Stresssituationen angereichert. Es ist daher möglich, dass am Standort Groß-Gerau auftretender Trockenstress die CCS-Synthese erhöhte. Ebenso ist es aber auch möglich, dass die im Vergleich zu den beiden anderen Standorten, höhere Durchschnittstemperatur innerhalb der Vegetationsperiode sich positiv auf die Synthese der Caffeoylchinasäuren auswirkte.

5.4 Verwandtschaftsanalysen

Die RAPD-Analyse ist für die Charakterisierung molekulargenetisch wenig bearbeiteter Pflanzenarten gut geeignet, da für ihren Einsatz keine Informationen über Nukleotidsequenzen bekannt sein müssen (WILLIAMS et al. 1990; VOS et al. 1995). Die RAPD-Technik, die vor allem in taxonomischen Studien sowie in Untersuchungen zur genetischen Diversität unterschiedlicher Kulturarten eingesetzt wird, findet auch bei Arznei- und Aromapflanzen zunehmend Anwendung. Bei diesen Untersuchungen steht die taxonomische Zuordnung und die Genotypisierung von Herkünften im Mittelpunkt, wie z.B. bei *Echinacea*-Arten (KAPTEYN et al. 2002), *Digitalis obscura* L. (NEBAUER et al. 1999) und *Chamomilla recutita* (L) Rauschert (WAGNER 2003). In den Versuchsjahren 2001 - 2003 wurden insgesamt 47 Sorten bzw. Akzessionen auf die An- oder Abwesenheit polymorpher Banden (Polymorphiegrad > 70%) untersucht. Durch die Beurteilung der genetischen Distanzen wurde deutlich, dass die Diversität innerhalb der Art *Cynara cardunculus* L. sehr hoch ist. Eine besonders hohe genetische Distanz zu den Vergleichsherkünften zeigte die Akzession 'Kat. 374'. Das abweichende Verhalten dieser Akzession zeigte sich nicht nur im Genotyp, sondern auch in ihrem distelähnlichem Phänotyp. Weitere Vorteile dieser Akzession sind die fehlende Blütenkopfbildung im ersten Jahr und eine gewisse Kälteresistenz. Nachteilig sind allerdings der bodenständige Wuchs und der geringe Blattertrag. Trotzdem ist diese Variante für eine weitere züchterische Bearbeitung von Vorteil.

Der Einsatz von Saatgut nicht nachvollziehbarer Herkunft führt häufig zu heterogenen Pflanzenbeständen (HANNIG 2001). Diese Heterogenität konnte in den Sortenversuchen am Standort Gießen mehrmals beobachtet werden. Besonders die Sorte 'Blauer Schnittcardy' zeigte im Anbaujahr 2001 einen anderen Phänotyp als in dem Anbaujahr 2003. Der 'Blaue Schnittcardy' des Jahres 2001 weist einen artischockenähnlichen Wuchs auf, wo hingegen die selbe Sorte im Jahr 2003 dem Phänotyp der Kardonen entsprach. Auch innerhalb der Wachstumsperiode zeigen sich große Unterschiede, wie es in der Wuchshöhe, der Blattfläche und der Anzahl schossender Pflanzen sichtbar war. Diese Unterschiede äußern sich weiterhin im Blattdrogenertrag und in den CCS- bzw. Flavonoid-Gehalten (vgl. Abb. A 8.6).

Diese Differenzen lassen vermuten, dass das verwendete Samenmaterial der Sorte 'Blauer Schnittcardy' genetisch nicht einheitlich war. In dem Dendrogramm der Sortenprüfung Gießen 2001 zeigte 'Blauer Schnittcardy' einen hohen genetischen Ähnlichkeitskoeffizienten von 0,85 zu 'Violet (Romagna)'. In dem Dendrogramm der Sortenprüfung 2003 liegt der genetische Ähnlichkeitskoeffizient der Sorte 'Blauer Schnittcardy' dagegen bei nur noch 0,78. Anhand der beiden Dendrogramme kann vermutet werden, dass das Saatgut 2001 nicht dem Saatgut von 2003 entspricht. Auch innerhalb der Sorte 'Green Globe' wurden heterogene Pflanzenbestände beobachtet. So gab es artischockenähnliche und kardoneähnliche Einzelpflanzen innerhalb eines Bestandes. Auch die Farbe, Form und Größe der Blütenköpfe erwies sich im Bestand als sehr variabel (vgl. Abb. A 8.7). Diese Heterogenität des Saatgutes zeigt sich weniger im Blattdrogenertrag und Wirkstoffgehalt, kann aber im Genotyp nachgewiesen werden. So zeigen 'Green Globe' und 'Silverleaf' 2001 eine genetische Ähnlichkeit von 0,79. Im Versuchsjahr 2003 verringerte sich diese genetische Ähnlichkeit 'Green Globe's' zu 'Silverleaf'.

Bei der Saatgutbestellung von Artischockensaatgut stößt man oft auf die vom Händler deklarierte Sortenbezeichnung 'Violet'. In eigenen Versuchen konnten 3 Violet-Akzessionen unterschiedlicher Herkunft getestet werden. Im Anbau dieser Sorten gab es viele Gemeinsamkeiten. Die getesteten 3 Sorten entsprachen dem selben Phänotyp und konnten nach diesem äußeren Erscheinungsbild eindeutig den *Artischocken-Ähn-*

lichen zugeordnet werden. Auch die morphologischen, ertragsbezogenen und wirkstoffrelevanten Daten ähnelten sich. Zudem wiesen die frühblühenden Sorten dieselbe violette Blütenkopffarbe auf. Trotz dieser Gemeinsamkeiten zeigten die Dendrogramme der Clusteranalysen genetische Distanzen zwischen diesen Akzessionen auf. Der Ähnlichkeitskoeffizient variierte im Bereich von 0,70 (Zuordnung: `Violet (Chiogga)`), 0,76 (Zuordnung: `Violet (Provence)` und 0,85 (Zuordnung: `Violet (Romagna)`). Auf Grund dieser Befunde ist zum einen festzustellen, dass die im Handel unter der Bezeichnung `Violet` geführten Sorten, nach PORCEDDU et al. (1976) und VANELLA et al. (1981) phänotypisch dem `Violetto-Typ` entsprechen. Zum anderen konnten die untersuchten Genotypen auf Grund ihrer unterschiedlichen genetischen Distanzen den Ländern Frankreich (Region: Provence) und Italien (Regionen: Romagna, Chiogga) zugeordnet werden. Die Unterschiede im Genotyp weisen somit auf eine regionale Auslese (große violette Blütenköpfe) hin, weshalb sie als Landsorten eingeordnet werden können (BROCKHAUS 2002, BECKER 1993). Eine eindeutige Deklaration durch den Handel ist hier erforderlich (vgl. Abb. A 8.9).

Im Ergebnis eigener Untersuchungen sowie unter Berücksichtigung der Erfahrungen anderer Autoren (BAIER, 1997; PAUN 1996; BENDER 2003) sollten Artischockensorten, die für die Blattdrogenerzeugung vorgesehen sind, folgende Anforderungen erfüllen:

- hohe Blattmassebildung,
- homogene Entwicklung der Pflanzenbestände,
- geringe Schossneigung,
- schnelle Neubildung der Blätter nach dem Schnitt,
- hohes Lamina/Rachis-Verhältnis der Blätter,
- geringes Eintrocknungsverhältnis,
- aufrechte Blattstellung,
- hohe Gehalte an CCS und Flavonoiden,
- Kühletoleranz und
- Krankheitstoleranz.

Innerhalb der getesteten Sorten und Herkünfte besaßen die Pflanzen aus der Gruppe der *Artischocken-Ähnlichen* mit den Sorten/Linien `Violet (Provence und Romagna)`, `Lichtwer 2`, `A7/4` `Celesta` und `Sakiz` ein höheres Gehaltsniveau an Wirkstoffen als *Kardone-Ähnliche*, wie `Blauer Schnittcardy`, `Lichtwer 3`, `C4`, `Gobbo di Nizza` und `BG Karlsruhe`. Hohe Polyphenolgehalte sind jedoch negativ mit dem Drogen-ertrag korreliert. Die Überwindung dieser negativen Wechselbeziehungen sollte ein wichtiges Ziel zukünftiger Züchtungsarbeit sein. Dabei ist zu bedenken, dass die genetische Variabilität im Artischockensortiment z.T. sehr eingeschränkt ist. Das kommt z.B. in den geringen genetischen Distanzen zwischen den Sorten `Blauer Schnittcardy`, `Violet (Romagna)`, `A7/4` und `Gobbo di Nizza` zum Ausdruck. Über eine vergleichsweise große genetische Distanz (Ähnlichkeitskoeffizient: 0,68) zu den Vergleichssorten, verbunden mit einem hohen Ertrag und relativ guten Wirkstoffgehalten, verfügt die Sorte `White Giant`. Diese Sorte clustert sich nicht innerhalb der Kultivare Kardone bzw. Artischocke auf. Sie scheint eher gleichberechtigt neben der Art *Cynara cardunculus ssp. flavescens* WIKL. zu stehen. WIKLUND (1992) beschreibt innerhalb der Gattung *Cynara* L. acht Arten (*C. humilis*, *C. cyrenaica*, *C. algarbiensis*, *C. cornigera*, *C. baetica*, *C. syriaca*, *C. auranitica*, *C. cardunculus*). Die Art *C.*

cardunculus L. beinhaltet eine Besonderheit und wird nach WIKLUND in *Cynara cardunculus* ssp. *flavescens* mit ihren Kultivaren Kardonen bzw. Artischocken und in *Cynara cardunculus* ssp. *cardunculus* eingeteilt. Es wird vermutet, dass 'White Giant' als einzige der hier untersuchten Sorten zur Art *Cynara cardunculus* ssp. *cardunculus* gehört (vgl. Abb. A 8.10).

6 Zusammenfassung

Die Artischocke wird als Gemüse- und Arzneipflanze genutzt. Für die pharmazeutische Anwendung sind vor allem die Rosettenblätter von Bedeutung, deren Wirkstoffe (Caffeoylchinasäuren, Flavonoide, Sesquiterpenlactone) eine Linderung dyspeptischer Symptome sowie choleretische, cholesterinsenkende und antioxidative Effekte bewirken können. Für einen effizienten Anbau in Deutschland sind Kenntnisse zur Sorteneignung, zur Standortadaptation sowie zur Beeinflussung von Drogenenertrag und -qualität durch pflanzenbauliche Maßnahmen erforderlich. Zur Klärung dieser Fragestellungen wurden mehrjährige Feldversuche (Sortenversuche, Herkunftsprüfungen sowie Saatzeiten- und Standraumversuche) an den Standorten Gießen, Groß-Gerau und Rauschholzhausen durchgeführt. In den Versuchen wurden Prüfmerkmale zur Blattmorphologie, zum Entwicklungsverlauf und zum Bestandesaufbau erfaßt. Darüber hinaus wurden die Blatterträge sowie die Wirkstoffgehalte (CCS-Verbindungen und Flavonoide) nach einer HPLC-Methode gemessen. Weiterhin wurden populationsgenetische Untersuchungen (RAPD-PCR) mit insgesamt 43 Sorten bzw. Akzessionen der Artischocke durchgeführt. Die Ergebnisse der Feldversuche zeigen, dass mit der Artischocke mindestens 2 bzw. 3 Blatternten pro Vegetationsperiode durchgeführt werden können. Bei guten Wachstumsbedingungen sind mit den ertragsreichsten Sorten Gesamt-Blatterträge von > 60 dt/ha realisierbar. Neben dem Blattertrag werden hohe CCS- und Flavonoidgehalte, geringe Schossneigung und eine aufrechte Blatthaltung, ein günstiges Verhältnis von Blattspreite und Blattrippe sowie eine gute Kältetoleranz von den Artischockensorten gefordert. Diesen Forderungen am nächsten kommen die Sorten 'Gobbo di Nizza', 'White Giant', 'Silverleaf', 'Blauer Schnittcardy', 'BG Karlsruhe' sowie die Linien der Firma Lichtwer 'Lichtwer 3' bzw. 'C4', 'Unirea' und 'Celesta'. Die pharmazeutische Industrie legt Wert auf CCS-Gehalte > 2 % i.d.TM. Wenn dieses Merkmal als entscheidendes Kriterium für die Sortenauswahl angesehen und der Blattdrogenertrag als nachrangig betrachtet wird, dann müssen folgende Sorten mit berücksichtigt werden: 'Violet (Provence)', 'Violet (Romagna)', 'Violet (Chiogga)', die Lichtwer Linien 'A7/2' und 'Lichtwer 1 bzw. 2', 'Sakiz' sowie 'Saluschocke'. Zwischen den Faktoren Blattertrag und CCS-Gehalt besteht eine negative Korrelation.

Die höchsten Blattdrogenerträge wurden in der Regel mit Bestandesdichten von etwa 12 Pflanzen/m² erzielt (Sorte: 'Green Globe'). Hohe Bestandesdichten bewirken jedoch gleichzeitig eine vermehrte Blühinduktion bzw. Schoßneigung innerhalb des Bestandes und geringere CCS- und Flavonoid-Gehalte in den Blättern. Auf sorptionsstarken Böden waren große Reihenweiten (100 cm) für die Blattbildung vorteilhaft. Auf Sandböden führten dagegen Reihenweiten von 50 bis 75 cm zu höheren Blatterträgen. Große Reihenabstände bewirkten in der Regel geringere CCS- und Flavonoid-Gehalte in den Blättern.

Die Aussaatzeit der Artischocke ist durch die Kälteempfindlichkeit limitiert. Frühsaaten in der ersten Aprilhälfte bewirkten eine verzögerte Pflanzenentwicklung und reduzierte Blatterträge. Innerhalb der Vegetationsperiode nehmen die Blatterträge und die Gehalte an CCS-Verbindungen und Flavonoiden vom ersten zum dritten Schnitt ab.

Die RAPD-PCR-Methode konnte im Rahmen der molekularbiologischen Untersuchungen für die Artischocke zur Genotyp-Identifizierung und zur Bestimmung der genetischen Diversität etabliert werden. Die Art *Cynara cardunculus ssp. flavescens* spaltet sich genetisch eindeutig in die zwei Subspezies *scolymus* und *cardunculus* auf. Die geprüften Sorten und Akzessionen konnten mit Hilfe der RAPD-PCR-Methode mit einer Ausnahme ('White Giant') diesen Subspezies zugeordnet werden. Eine hohe

genetische Diversität wurde bei den Akzessionen aus der Türkei und Indonesien beobachtet. Geringe genetische Distanzen bestehen demgegenüber zwischen `A7/4`, `Violet (Romagna)`, `Unirea` und `Orlando`. Unter Berücksichtigung des Ertrages, der Morphologie und der Wirkstoffgehalte werden folgende Sorten bzw. Akzessionen für weitere Züchtungsarbeiten empfohlen: `Piana degli Albanesi`, `Cardo pieno inerme`, `Cardo Bianco Avorio`, `Kat. 374`, and `GL Nr. 368` (vgl. Abb. A 8.8).

6.1 Summary

The artichoke is used as a vegetable and medical plant. For pharmaceutical application it is -above all- the rosette leaves that are important. Their active substances caffeoyl-china-acids, flavonoids and bitter-substance can cause a relief of dyspeptic symptoms. In addition choleric, cholesterol-lowering and antioxidative effects matter to the pharmaceutical application. For an efficient cultivation in Germany it is necessary to know facts about the sort suitability, the adaptation to the location as well as the influence of drug yield and -quality concerning plant-structural measures. In order to answer these questions field experiments were subject of investigation lasting years (sort experiments, origin check as well as sowing times and space of stand experiments) concerning the locations Gießen, Groß-Gerau and Rauschholzhausen. In these experiments there were carried out morphological and physiological-development investigations (leaf morphology, indices of chlorophyll content, indices of leaf surfaces, structures of stand). In addition the leaf yields as well as the content of active substances (CCS and flavonoids) were measured using a special HPLC method. Furthermore population-genetic investigations (RAPD-PCR) with a total of 43 sorts or origins of the artichoke were part of questions. The results of the field experiments show that at least 2 or 3 harvests of leaves per vegetation period can be expected. Under good conditions best sorts bring yields of > 60 dt/ha. Besides the leaf yield high CCS- and flavonoid contents, low shoot inclination and straight leaf posture are demanded, as well as favorable relation of leaf width and leaf vein and good chill tolerance of the artichoke sorts. Closest met are these claims by the sorts `Gobbo di Nizza`, `White Giant`, `Silverleaf`, `Blauer Schnittcardy` and the lines of company Lichtwer `Lichtwer 3` or `C4` as well as `Unirea` and `Celesta`. For the pharmaceutical industry CCS contents > 2% in the drymass are of importance. If this criterion is considered a determining criterion for the sort choice and leaf drug yields are considered secondary, then the following sorts must be taken into account too: `Violet (Provence)`, `Violet (Romagna)`, `Violet (Chiogga)`, the Lichtwer lines `A7/2` and `Lichtwer 1 or 2`, `Sakiz` as well as `Saluschocke`. Between the factors leaf yield and CCS content exists a negative correlation.

The highest yields of leaf drugs were generally achieved with a density of stand of 12 plants/m² (sort: `Green Globe`). Nevertheless, high density of stand at the same time causes an increased inducement for flower formation or shoot inclination within the stock and lower CCS- and flavonoid contents in the leaves. On highly sorptionous grounds large row widths (100 cms) were advantageous for the development of leaves. On sandy soils row widths of 50 to 75 cms lead to higher leaf yields. Large row distances generally cause lower CCS- and flavonoid contents in the leaves.

The sowing time of the artichoke is limited by the plant's sensitivity to cold temperature. Early sowings in the beginning of April bring about a delayed plant development and reduced leaf yields. Within the vegetation period the leaf yields and the content substances from first to the third cut decrease.

The RAPD PCR method was established within the scope of the molecular-biological investigations for the artichoke in order to identify the genotype and the regulation of the genetic diversity. The kind of *Cynara cardunculus ssp. flavescens* divides itself genetically unambiguously in two subspecies *scolymus* and *cardunculus*. The checked sorts and origins were assigned to this subspecies with the help of the RAPD PCR method with one exception (‘White Giant’). A high genetic diversity was observed for plants with the origins from Turkey and Indonesia. A very low genetic distance exists on the other hand for ‘A7/4’, ‘Violet (Romagna)’, ‘Unirea’ and ‘Orlando’. Taking into account the yield, the morphology and the CCS- and flavonoid contents the following sorts or origins should be recommended for further cultivation: ‘Piana degli Albanesi’, ‘Cardo pieno inerme’, ‘Cardo Bianco Avorio’, ‘Kat. 374’ and ‘GL Nr. 368’:

7 Literaturverzeichnis

- ACQUADRO, A., PORTIS, E., LANTERI, S. (2003): Isolation of microsatellite loci in artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*). In: Molecular Ecology Notes (2003). doi: 10.1046/j. 1471-8286.2003.00343.x.
- ADZET, T. & M. PUIGMACIA (1985): High-performance Liquid Chromatography of caffeoylquinic-acid derivatives of *Cynara scolymus* leaves. In: Journal of Chromatography 348, 447-453.
- AGARWAL, R., MUKTHAR, H. (1996): Cancer chemoprevention by polyphenols in green tea and artichoke. In: Advances in experimental medicine and biology 8. 35-50.
- AMENDUNI, M., CIRULLI, M., D'ACUTE, M., AMICO, M., COLELLA, C. (2004): Verticillium wilt of artichoke caused by *Verticillium dahliae* Kleb. In: Proc. of Vth IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- ANIDO, F., FIRPO, I.T., GARCIA, S.M., COINTRY, E.L. (1998): Estimation of genetic parameters for yield traits in globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). In: Euphytica 103. 61-66. 1998.
- ANNONYMUS (2003): Arzneipflanze des Jahres 2003 – Die Artischocke -. In: Drogenreport Jahrg. 16 (2003). Heft 29.
- ANNONYMUS (2005): Nahrungsfette – das unterschätzte Risiko. In: Apotheken Umschau. A 08/05.
- ANNONYMUS (2005): Cholesterin. In: Apotheken Umschau. A 08/05.
- ANNONYMUS (1999): Phytotherapie an der Schwelle zum neuen Jahrtausend. 10. Jahrestagung der Gesellschaft für Phytotherapie. 11.-13.11.1999. Münster.
- AUFBEREITUNGSMONOGRAPHIE *Cynarae folium*, Artischockenblätter. In: Banz 122 vom 06.07.1988 sowie Banz 164 vom 01.09.1999.
- BABES, G. et al. (2004): Production of virus free artichoke germplasm. In: Proc. of Vth IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- BARI, M.A. (2004): Development of pheromone mating disruption strategies for the suppression of the 'Artichoke Plume Moth' in artichokes grown on the central coast of California. In: Proc. of Vth IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- BAIER, C. & H.-J. HANNIG (1999): „Artischockenblattkulturen: Neue Erkenntnisse zum kontrollierten Anbau einer aktuellen Arzneipflanze“. In: Marquard, R. u. E. Schubert (Hg.): Fachtagung „Arznei- und Gewürzpflanzen“; 1.-2. Oktober 1998; Gießen, Tagungsband. Gießen: Fachverlag Köhler, 63-68.
- BAIER, C. (1997): Untersuchungen zur Blühindikation von Artischocken (*Cynara scolymus* L.). 7. Bernburger Winterseminar zu Fragen der Arznei- und Gewürzpflanzenproduktion. 5.02. – 6.02.1997. Veranstalter: Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg in Zusammenarbeit mit der Lehr- und Versuchsanstalt des Landes Sachsen-Anhalt. Bernburg. 31.
- BAIER, C., DIEKMANN, W., MÜLLER, B., WEGENER, T. (1997): Vermehrung der Arzneipflanze Artischocke (*Cynara spec.*). In: Drogenreport 10, 86-92.

- BAIER, C. (2003): Biologische und pflanzenbauliche Untersuchungen an der Arzneipflanze Artischocke (*Cynara spec. L.*). In: Drogenreport Jahrg. 16 (2003) Heft 29.
- BECKER, Heiko (1993): Pflanzenzüchtung. Eugen Ulmer GmbH & Co.
- BENDER, L. E. (2003): Pharmazeutische, pflanzenbauliche und ernährungs-physiologische Kennzeichnung der Artischocke (*Cynara cardunculus L. subsp. flavescens WIKL.*). Diplomarbeit. Justus-Liebig-Universität Gießen. 161 S.
- BERNT GmbH. CCM 200 Meßprinzip. Hersteller: Opti Science. Vertrieb Deutschland
- BLASCHEK, W. (2004): Rationale Phytotherapie bei dyspeptischen Beschwerden. In: Deutsche Apotheker Zeitung. 144. Jahrg. Nr. 47.
- BÖRNER, H. (1997): Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 7. Auflage. Verlag Eugen Ulmer.
- BOMME, U. (1998): Situation und Zukunftsperspektiven des Feldanbaues von Heil- und Gewürzpflanzen in Deutschland. In: Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen (3). 155-161.
- BRAND, N & H. WESCHTA (1991): Die analytische Bewertung der Artischocke und ihrer Präparate. In: Zeitschrift für Phytotherapie 12, 15-21.
- BRAND, N. (1990): *Cynara scolymus L.* – Die Artischocke. In: Zeitschrift für Phytotherapie 11, 169-175.
- BRAND, N. (1992): „Monographie *Cynara*“. In: Hänsel, R. et al. (Hg.): Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis, 5. Aufl., Band 4: Drogen A-D. Springer-Verlag. 1117-1122.
- BRAND, N. (1997): Der Extrakt in Artischockenpräparaten. Pharmazeutische Aspekte eines pflanzlichen Wirkstoffes. In: Deutsche Apotheker Zeitung 41, 137. Jahrg. 60-76.
- BRAND, N. (1999): Die Artischocke – eine Dekade interdisziplinärer Forschung. In: Zeitschrift für Phytotherapie 20. 292-302.
- BRAND, N. (2000): Dreifach wirksam gegen Fett. In: Apotheken Umschau. 4.30.
- BRANDEL, W. & H. BRAUN (1983): Analytical and preparative High Performance Liquid Chromatography of hydroxycinnamic acid ester. In: Journal of Chromatographie 260 (1983). 447 – 455.
- BROCKHAUS (2002): Depside. In: Brockhaus Multimedial Premium 2002. Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG.
- BROSIUS, F. (1998): SPSS 8 Professionelle Statistik unter Windows. 1. Auflage. MITP-Verlag GmbH.
- BROWN, J. RICE-EVANS, C. (1998): Luteolin-rich artichoke extract protects low density lipoprotein from oxydation in vitro. In: Free Radic Res 29. 247-255.
- BUNDESSORTENAMT (2002): Beschreibende Sortenliste Arznei- und Gewürzpflanzen. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH.
- CSEF, H., KRAUS, M.R. (1995): Colon irritabile und Non-Ulcer-Dyspepsie. In: Fortschr Med 113. 278-281.

- CZIHAK, G., LANGER, H., ZIEGLER, H. (1990): Biologie. Springer Lehrbuch. 4. Auflage. Springer Verlag
- CUGUSI, M., FODDAI, A., IDINI, G. (1991): Detection of Artichoke Latent Virus by an Indirect Dot-ELISA. In: Journal of Phytopathology 132. 265-272.
- CZYGAN, F.-C. (Hg.) (1999): Forschung über die Artischocke: Status quo – Beiträge des Symposiums "Phytopharmaka 2000", Bonn, Nov. 1998. In: Zeitschrift für Phytotherapie 20. 93-98.
- CZYGAN, F.-C, SCHULZ. E. (2003): Die Artischocke und Johann Wolfgang Goethe. In: Zeitschrift für Phytotherapie 2003. 24. 277-282.
- CZYGAN, I. & CZYGAN, F. (2003): Pinienzapfen oder Artischocke, das ist hier die Frage. In: Zeitschrift für Phytotherapie 2003. 24. 283-290.
- DACHLER, M. & H. PELZMANN (1999): Arznei- und Gewürzpflanzen – Anbau, Ernte, Aufbereitung. Österreichischer Agrarverlag.
- DAPPER, H. (1999): Die Artischocke, eine alte Nutzpflanze aus dem Mittelmeerraum. Unter: <http://www.naturheilkunde-online.de/Fachartikel/fach-02-008.htm> (Abruf: Januar 2004).
- DICE, L.R. (1945). Measures of the amount of ecologic association between species. Ecology 26. 297-302.
- DIEHL, J.M. & T. STAUFENBERG (2001): Statistik mit SPSS Version 10.0. 1. Auflage. Verlag Dietmar Klotz.
- DIENER, H. (1989): Arzneipflanzen und Drogen. 2. verbesserte Auflage. VEB Fachbuchverlag Leipzig.
- DIENER, H. (1990): Drogen in Übersichten. 6. verbesserte Auflage. VEB Fachbuchverlag Leipzig.
- DIEPENBROCK, W., F. ELLMER & J. LEON (2005): Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Ulmer Verlag.
- DORN, M. (1994): Besserung erhöhter Lipidwerte durch Artischocken-Presssaft. In: Ärztezeitschrift für Naturheilverfahren 35.11.
- EBEL, R. HEUBERGER, H., SCHNITZLER, W. (2003): Artischocken – Kulturverfahren im Vergleich. In: Gemüse 9/2003. 24-26.
- EBERL, T., WIENBECK, M. (1994): Gibt es Phytotherapeutika, deren Einsatz bei einer Dyspepsie gerechtfertigt ist? In: Internist Prax 34. 917-021.
- ELIA, A., MICCOLIS, V. (1996): Relationship among 104 artichoke (*Cynara scolymus* L.) accessions using cluster analysis. In: Advanced Horticultural Sciences 10. 158-162.
- ENGLISCH, W. BECKERS, C., UNKAUF, M., RUEPP, M., ZINSERLING, V. (2000): Efficacy of Artichoke Dry Extract in Patients with Hyperlipoproteinemia. In: Arzneimittel-Forschung/Drug Research 50(I). 3. 260-265 (2000).
- ERNST, E. (1995): Die Artischocke – eine Heilpflanze mit Geschichte und Zukunftsperspektiven. In: Naturamed 10 (7), 30-35.

- ESTEVA, J. & J. MARTINEZ TOMÉ (2004): Effect of Gibberellic Acid on Earliness and Production of Hybrid and Open Pollinated Cultivars of Globe Artichoke in the Campo de Cartagena (Spain). In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- ESPARANZA, M. et al. (2004): Natural Parasitism on Artichoke Moth (*Gortyna xanthenes*) in Navarra. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- EUROPEAN UNION/COMMUNITY PLANT VARIETY OFFICE (2004): Protocoll for Distinctness, Uniformity and Stability tests - (*Cynara scolymus* L.) (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.) – Globe Artichoke. In: CPVO-TP/184/1 Final. Adopted on 25/03/2004.
- FAO (2001): Statistik – Artischocke.
Unter:<http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture> (Abruf: Januar 2002).
- FAOSTAT (2005): Statistik – Artischocke. Unter: <http://www.faostat.fao.org> (Abruf: Februar 2006)
- FINTELMANN, V. (1999): Artischockenextrakt bei dyspeptischem Symptomkomplex – Methodik und Ergebnisse einer Anwendungsbeobachtung. Beitrag zum Symposium „Phytopharmaka 2000“, Bonn, Nov. 1998. In: Zeitschrift für Phytotherapie 20. 93-95.
- FINTELMANN, V. (1996): Antidyspeptische und lipidsenkende Mittel von Artischockenblättereextrakt. Zeitschrift für Allgemeinmedizin 72. 3-19.
- FINTELMANN, V. (1999): Artischockenblättereextrakt. Deutsche Apotheker Zeitung 136. 63-74.
- FINTELMANN, V., PETROWICZ, O. (1998): Langzeitanwendung eines Artischockenextraktes bei dyspeptischen Symptomkomplex. naturamed 9. 1-8.
- FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde, 6. neubearbeitete und erweiterte Auflage. Thieme-Verlag.
- FROHNE, D. (2002): Heilpflanzenlexikon. Ein Leifaden auf wissenschaftlicher Grundlage. 7. Auflage. In: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart.
- FOURY, C. (1988): Ressources genetiques et diversification de l'Artichaut (*Cynara scolymus* L.). Acta Hort (242).155-166.
- FOURY, C. (1967): Study of the floral biology of the artichoke (*Cynara scolymus* L.); Application to selection. Part 1: Data on floral biology. In: Ann. de l'Amelior. des Plantes 17(4). 357-373.
- FUHRMANN, G.F. (1994): Allgemeine Toxikologie für Chemiker. BG Teubner Verlag. Stuttgart.
- GASSEN, H.G. & K. MINOL (1996): Gentechnik. 4. Auflage. Gustav Fischer Verlag.
- GAËLLE, T. MANCEAU, C. TIRILLY Y., BOURY, S. (2001): Assessment of the Genetic Diversity among Strains of *Xanthomonas cynarae* by Randomly Amplified Polymorphic DNA Analysis and Development of Specific Characterized Amplified Regions for the Rapid Identification of *X. cynarae*. In: Applied and Environmental Microbiology. August 2001. p. 3379-3384. Vol. 67. No. 8. Unter: <http://aem.asm.org/cgi/content/full/67/8/3379> (Abruf: März 2004)

- GEBHARDT, R. (1998): Inhibition of Cholesterol Biosynthesis in Primary Cultured Rat Hepatocytes by Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Extracts. In: The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics: 1998 Sep.; 286 (3): 1122-1128.
- GEBHARDT, R. & A. HANIKA (1999): Hemmung der Cholesterin-Biosynthese durch Blätterextrakte der Artischocke in HepG2-Zellen – Verstärkung durch Vorinkubation mit β -Glukosidase intensiviert. Beitrag zum Symposium „Phytopharmaka 2000“, Bonn, Nov. 1998. In: Zeitschrift für Phytotherapie 20, 95-96.
- GEBHARDT, R., R. REXHEPAJ & M. FAUSEL (1999): Antioxidative und hepatoprotektive Wirkung von Flavonoiden aus Blattextrakten der Artischocke – Ein Vergleich an Hepatozytenkulturen unter Einwirkung toxische Hyperoxide. Beitrag zum Symposium „Phytopharmaka 2000“, Bonn, Nov. 1998. In: Zeitschrift für Phytotherapie 20. 97-98.
- GEBHARDT, R. (1995): Protektive antioxidative Wirkungen von Artischockenextrakt an der Leberzelle. Medizinische Welt 46. 393-395 (1995).
- GLATZEL, H. (1966): Bemerkungen zur Physiologie der Geschmacksstoffe, insbesondere der Bitterstoffe. In: Planta medica. Supplement. 46-50.
- GOEDEN, R.D. (1974): Comparativ survey of the phytophagous insect fauna of Italian thistel (*Carduus pycnocephalus*) in southern California and southern Europe relativ to biological weed control. In: Environmental Entomology (3). 464-474.
- GOEDEN, R.D. und D.W. RICKER (1977): Establishment of *Rhinocyllus conicus* on Italian thistel. In: Environmental Entomology (7). 787-789.
- GONZÁLEZ, J., PÉREZ, F., FERNÁNDEZ, J., LEZAUN, J.A., RODRIGUEZ, D., PEREA, F. (2004): Study of *Cynara cardunculus* L. Lignocellulosic Biomass Production in Dry Conditions. In: Proc. of Vth IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- GÖTTMANN, S., HONERMEIER, B. (2002): Die Artischocke (*Cynara scolymus* L.) als Arzneipflanze. Moderne Pflanzenproduktion im Dienste der Ernährungssicherung und einer umweltverträglichen Landwirtschaft. 3. Hochschultagung der Justus-Liebig- Universität Gießen, Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotropologie und Umweltmanagement.
- GÖTTMANN, S., HONERMEIER, B. (2002): Untersuchungen zur Optimierung von Anbau und Qualität der Artischocke (*Cynara cardunculus* L. *subsp. flavescens* WIKL.) als Arzneipflanze. 45. Jahrestagung vom 26. bis 28. September 2002 in Berlin. Kurzfassung der Vorträge und Poster. Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Berlin. S. 312-313.
- GÖTTMANN, S., HONERMEIER, B. (2003): Einfluss von Bestandesdichte und Standraumverteilung der Pflanzen auf Ertrag und Qualität der Blattdrogen bei der Artischocke (*Cynara scolymus* L.). 46. Pflanzenbautagung vom 25. bis 27. September 2003. Gießen. 211-214.
- GÖTTMANN, S., HONERMEIER, B. (2004): Populationsgenetische Charakterisierung unterschiedlicher Akzessionen und Sorten der Artischocke (*Cynara cardunculus* L. *subsp. flavescens* WIKL.). Fachtagung für Arznei- und Gewürzpflanzen. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena.
- GRÖBER, U. (2000): Orthomolekulare Medizin. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart.

- HAAF, M. (2004): *Ilex paraguariensis* St.-Hil. (Mate) Variabilität phytochemischer Merkmale in Ausgangsmaterial und Produktion. Dissertation. Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn.
- HALTER, L. (2001): „Kulturanleitung für Artischocke – Praxisempfehlung für den Anbau“. Unter: <http://www.wzw.tu-muenchen.de/gb/main/SOP2.PDF> [Stand 27. Januar 2002].
- HALTER, L., HABEGGER, R., SCHNITZLER, W.H. (2001): Empfehlungen für den Anbau von Artischocken. *Gemüse* 37 (12). 22-24.
- HANKE, M. (1992): Die Polymerase Kettenreaktion in Molekularbiologie und Medizin. *Bioforum* 10. 843-351.
- HANNIG, H.-J. & J. EICH (2001): Artischocken-Anbau für pharmazeutische Zwecke – eine neue Anbautechnologie. In: *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. 6. Jahrg. 190-194.
- HAUSDORF, K (1995): Turbulenzen im Oberbauch. *Münchener Medizinische Wochenzeitschrift* 137.16-18.
- HEIL, B.M. (1995): Standortbestimmung zum Artischockenextrakt. In: *Zeitschrift für Phytotherapie* 16.
- HERPPICH, W.B. (1995): Einsatzmöglichkeiten der Chlorophyllfluoreszenzbildanalyse in der gartenbaulichen Forschung. In: *Bornimer Agrartechnische Berichte*. Heft 26.
- HERRMANN, K. (1997): Inhaltsstoffe der Artischocke. In: *Industrielle Obst- und Gemüseverwertung* 4. 125-129.
- HERTLEIN, A (2001): Auf der Suche nach der pflanzlichen Alternative. In: *Medizin und Gesundheit*. 18.09.2001. Nr. 217.
- HESSISCHER RUNDFUNK (2002): Artischocken. In: Ratgeber-Portal. <http://www.hr-online.de>. (Abruf: April 2003).
- HONERMEIER, B., GÖTTMANN, S., BENDER, L. & CH. MATTHES (2001): Die Artischocke als Arzneimittel – Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung für eine pharmazeutische Nutzung. In: *Spiegel der Forschung* 18 (2). 42-48.
- HEYLAND, K.-U. (1996): *Allgemeiner Pflanzenbau*. 7. völlig neu bearbeitete Auflage. Verlag Eugen Ulmer.
- HILL, D.E. & A.A MAYNARD (1989): Globe artichoke trials 1987-1992. In: *Conn.Agr.Exp.Sta..Bull.*867.9p.
- HILLAYRD, D. (1985): Artichoke thistel. In: *Fremontia* 12. 21-22.
- IERNA, A., RESTUCCIA, A., MAUROMICALE, G. (2004): Germination of *Cynara cardunculus* under low, optimal and high Temperatures. In: *Proc. of Vth. IC on Artichoke* Ed. F. J. Sanz Villar *Acta Hort.*, ISHS 2004.
- IERNA, A MAUROMICALE, G., LICANDRO, P. (2004): Head Growth of Globe Artichokes are influenced by Genotyp and Time of Head Initiation. In: *Proc. of Vth. IC on Artichoke* Ed. F. J. Sanz Villar *Acta Hort.*, ISHS 2004.
- IMANI, J. (1999): In situ Nachweis der Auxinverteilung in kultivierten Petiolen-explantaten von transgenen Pflanzen während der Induktion der somatischen Embryogenese bei *Daucus carota* L. Dissertation. Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenernährung der Justus Liebig Universität Gießen. 200 S.

- IMANI, J. (2001): Anleitung für die Optimierung der RAPD Technik bei Artischocken. Mündliche Mitteilungen.
- INDEX KEWENSIS (1992): Cynarin and chlorogenic acid content in germinating seeds of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). In: Journal of Genetic Breeding. 46. 63-69. CD-ROM-Ausgabe der Zeitschrift `Index Kewensis`. Royal Botanic Gardens. Kew.
- INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS (2001): Artischocke (*Cynara scolymus* L.) (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.) – Richtlinien für die Durchführung der Prüfung auf Unterscheidbarkeit, Homogenität und Beständigkeit. In: UPOV. TG/184/3. Genf 2001.
- ITOIZ, R., CHOCARRO, A., ROYO, J.B. (2004): Genetic Variability of Cardoon Poulations Evaluated Using RAPD. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- JACOBASCH, G. (2005): Gesundheitsfördernde Wirkungen von Flavonoiden. In: Leibniz Online. Jahrg. 1/2005. Heft 1.
- JENSEN, D.(2002): Artischocke-Arznei vom heimischen Acker. In: energie pflanzen VI/2002.
- JENSEN, D. (2002): Ein Hauch von Mittelmeer in Hessen. In: Pharmazie. Unter: <http://www.pharmazeutische-zeitung.de> (Abruf: März 2003).
- KAUTER, D. KÄMPF, A., CLAUPEIN, W. DIEPENBROCK (2003): Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. 46. Jahrestagung vom 25.-27.09.2002 in Gießen. Band 15.
- KAPTEYN, J., GOLDSBROUGH, P., SIMON, J. (2002): Genetic relationships and diversity of commercially relevant *Echinacea* species. In: Theor App Genet 105. 369-376.
- KHAYYO, S. PÉREZ-LOTZ, L., RAMOS, C. (2004): Application of the N_{min} Nitrogen Fertilizer Recommendation System in Artichoke in the Valencian Community. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- KLATT, P., ESTERBAUER, H. (1996): Oxidative hypothesis of atherogenesis. In: Journal of cardiovascular risk 3. 346-351.
- KETTERER, N. (2002): Physiologische Wirkung von Herbiziden in Artischocken (*Cynara scolymus*) zur Nutzung als Arzneipflanze. Diplomarbeit. Fachhochschule Wiesbaden, Standort Geisenheim. 77 S.
- KIRCHHOFF, R., BECKERS, CH., KIRCHHOFF, G. TRINZEK-GÄRTNER, O., PETROWICZ, O., REIMANN, H.-J. (1993): Steigerung der Cholese durch Artischockenextrakt. In: Ärztliche Forschung. Zeitschrift über die Forschungsergebnisse der gesamten Medizin. 40. Jahrg.
- KÖHL, S. (2003): Untersuchungen zum Einfluß von N-Düngung und Beregnung auf Drogenenertrag und Wirkstoffgehalt der Artischocke (*Cynara cardunculus* L. subsp. *flavescens* WIKL.) als Arzneipflanze. Diplomarbeit. Justus-Liebig-Universität Gießen. 118 S.
- KÖHLER, W., G. SCHACHTEL & P. VOLESKE (1996): Biostatistik. 2. Auflage. Springer-Verlag.
- KROTH, E. & R. LIERSCH (2002): Chancen und Potential des deutschen Arzneipflanzenanbaus-3. Mitt. In: Zeitung für Arznei- und Gewürzpflanzen. 7. Jahrg. 315-318.

- LARCHER, W. (2001): Ökophysiologie der Pflanzen. 6. Auflage. Verlag Eugen Ulmer.
- LANTERI, S., SABA, E., CADINU, M., MALLICA, G.M., BAGHINO, L., PORTIS, E. (2004): Amplified fragment length polymorphism for genetic diversity assessment in globe artichoke. In: Theoretical and Applied Genetics. International Journal of Plant Breeding Research. ©Springer-Verlag 2004.
- LANTERI, S., DI LEO, I., LEDDA, L., MAMELI, M. G., PORTIS, E. (2001): RAPD variation within and among populations of globe artichoke cultivar 'Spinoso sardo'. In: Plant Breeding 120. 243-246 (2001).
- MACUA, J.I., LAHOZ, I., MALUMBRES, A., GARNICA, J., URMENETA, I., ARRONDO, M.A. (2004): Commercial Varieties of Cardoon in Navarra. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- MACUA, J.I., LAHOZ, I., MALUMBRES, A., GARNICA, J., URMENETA, I., ARRONDO, M.A. (2004): Agricultural behaviour of two cardoon varieties at different planting dates in Navarra. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- MACUA, J.I., LAHOZ, I., MALUMBRES, ARCE, A., LÓPEZ, B. (2004): Influence of vegetative reproduction in the production and industrial quality of selections of 'Blanca of Tudela' obtained in vitro. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- MACUA, J.I., LAHOZ, I., MALUMBRES, A., GARNICA, J., URMENETA, I., ARRONDO, M.A. (2004): Production and industrial performance of different artichoke seed varieties in Navarra. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- MAIDL, F.-X., & W. DIEPENBROCK (2002): Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. 45. Jahrestagung vom 26.-28.09.2002. Berlin. Band 14.
- MALUMBRES, A., LAHOZ, I., MACUA, J.L., SANTOS, A., URMENETA, I., ARRONDO, M.A., IÑIGO, I. (2004): Influence of Head Size in Harvesting 'Blanca de Tudela' Artichokes. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- MARQUARD, R. & E. KROTH (HG.) (2001): Anbau und Qualitätsanforderungen ausgewählter Arzneipflanzen. Bergen/Dumme: Buchedition Agrimedia GmbH.
- MARQUARD, R & E. SCHUBERT (1998): Fachtagung „Arznei- und Gewürzpflanzen“. Tagungsband. 01.-02.10.1998. Justus Liebig Universität Gießen. 292 S.
- MARQUEZ, B., ARMENGOL, J., VICENT, A., SALES, R., GARCIA-JIMÉNEZ, R.M. (2004): Control of *Verticillium dahliae* on artichoke stumps using hotwater treatment. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- MATTHES, CH. (2002): Morphogenese, Drogenertrag und -qualität der Artischocke (*Cynara cardunculus* L. subsp. *flavescens* WIKL.) in Abhängigkeit von Sorte, Aussaat- und Erntetermin. Diplomarbeit. Justus-Liebig-Universität Gießen. 106 S.
- MATTHES, Ch., HONERMEIER, B. (2003): Untersuchungen zum Einfluss des Erntetermins auf Ertrag und Qualität der Blattdrogen bei der Artischocke (*Cynara cardunculus* L. subsp. *flavescens* WIKL.). In: 46. Pflanzenbau-tagung vom 25. bis 27. September 2003, Gießen. S. 336-337.

- MATUSCHOWSKI, A., NAHRSTEDT, A., WINTERHOFF, H. (2005): Pharmakologische Untersuchungen eines Frischpflanzenpresssaftes aus *Cynara scolymus* auf choloretische Wirkung. In: Zeitschrift für Phytotherapie 2005 (26). 216-221.
- MATUSCHOWSKI, A., NAHRSTEDT, A., WINTERHOFF, H. (2005): Pharmakologische Untersuchungen eines Frischpflanzenpresssaftes aus *Cynara scolymus* auf choloretische Wirkung. In: Zeitschrift für Phytotherapie 2005 (26). 14-19.
- MAYER, J.G. (2003): *Cynara scolymus* und *Cynara cardunculus* – die Artischocke - Kulturhistorisches Porträt einer wichtigen Arzneipflanze. In: Zeitschrift für Phytotherapie 2003 (24). 291 – 294.
- METZ, G. (2001): Phytamine - Pflanzliche Nahrung zur Prävention In: PZ - Schriftenreihe Nr.13. Govi Verlag.
- MIGUEL, A., BAIXAULI, C., AGUILAR, J.M., GINER, A., MAROTO, J.V., LÓPEZ, S., PASCUAL, B. (2004): Cultivar Trials of Seed Propagated Artichoke. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- MÜCKENHAUSEN, E. (1993): Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen. 4. ergänzte Auflage. DLG-Verlag.
- MOSLI-WALDHAUSER, S.S., BAUMANN T.W. (1996): Compartmentation of caffeine and related purine alkaloids depends exclusively on the physical chemistry of their vacuolar complex formation with chlorogenic acids. In: [Phytochemistry](#). Volume 42. Number 4. July 1996. pp. 985-996(12).
- MORZADEC, J.M., HOURMANT, A., CORRE, J., LE ROMANCER, M., COTTIGNIES, A., MIGLIORI, A. (1998): Black Spot of Globe Artichoke: a Calcium-deficiency Disorder. In: Journal of Phytopathology 146. 79-82.
- MORZADEC, J.M., HOURMANT, A., CORRE, J., LE ROMANCER, M., COTTIGNIES, A., MIGLIORI, A. (1998): Preliminary Studies on Black Spot of Globe Artichoke. . In: Journal of Phytopathology 146. 73-77.
- NEBAUER, S., AGUDO, L., SEGURA, J. (1999): RAPD variation within and among natural populations of outcrossing willow-leaved foxglove (*Digitalis obscura* L.). In: Theor Appl Genet 98. 985-994.
- NEI, M (1973): Analysis of gene diversity in subdivided populations. In: Proc Natl Acad Sci USA 70. 3321-3323.
- OCHOA, M.J., FANDOS, A. (2004): Evaluation of vegetable Cardoon (*Cynara cardunculus* L.) populations for biomass productions under rainfed conditions. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004
- ORTEGA, A.M., JUÁREZ, M., JORDÁ, M.C., ARMENGOL, J. (2004): Viral disease in artichoke crops in Spain. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- OLIVARES-GARCIA, C., COLLADO-ROMERO, M., MERCARDO-BLANCO, J., PÈREZ-ARTÈS, A., GIMÈNEZ-JAIME, A., ARMENGOL, J., GÁRCIA-JIMÉNEZ, J., JIMÈNEZ-DÍAZ, R.M. (2004): Vegetative compatibility groups, polymerase-chain-reaction-markers, virulence. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- OREGON STATE UNIVERSITY (1997): [Artichoke](http://oregonstate.edu/Dept/NWREC/artichoke.html) contains information on types of artichoke, fertilizer, harvesting, handling, storage, and pest. Unter: <http://oregonstate.edu/Dept/NWREC/artichoke.html>.

- ORTEGA, A., RUBIO, R., GARCIA-MOLINA, L., VICENT, A., BELTRÁN, J., ARMENGOL, J., GARCIA-JIMÉNEZ, J. (2004): Seasonal variation of *Verticillium dahliae* isolation from artichoke. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- PAGNOTTA, M.A., CARDARELLI, M.T., REY MUÑOZ, N.A., TUCCI, M., SACCARDO, F. (2004): Assessment of Genetic Variation in Artichoke of „Romanesco“ Type by Molecular Markers. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- PAHLOW, M. (1993): Das grosse Buch der Heilpflanzen. München: Gräfe und Unzer Verlag.
- PANK, F. & H. HEINE (2002): Aktueller Stand der Sortenschutzerteilung bei Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland und in der EU. In: Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen. 7. Jahrg. 310-314.
- PAUN, E. et al. (1996): Breeding research on medicinal and aromatic plants – a survey of the Romanian experience. In: Beiträge zur Züchtungsforschung 2 (1). 136–141.
- PERKO, J. (1995): Artichaut: premières expériences en culture annuelle. In: Revue suisse de Viticulture, d'Arboriculture et de Horticulture 27. 382-383.
- PERKO, J. (1996): Artischocke: erste Versuche zur einjährigen Kultur. In: Der Gemüsebau 59 (3). 15.
- PESTI, N.O. et al. (2004): The Effect of Sowing Dates and Seedlings` State of Advancement on the Yield and Bud Quality of Globe Artichoke in Hungary. In: Proc. of Vth IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- PETROWICZ, O., GEBHARDT, R., DONNER, M., SCHWANDT, P., KRAFT, K. (1997): Effects of artichoke leaf extract (ALE) on lipoprotein metabolism in vitro and in vivo. In: Artherosclerosis 129. 147.
- PHARMACOPEE FRANCAISE (2003: Artichaut - *Cynara solymus* - Asteraceae Unter: <http://www.pharmacopeefrancaise.fr>
- PITTLER, M.H., THOMPSON, C.O., ERNST, E. (2002): Artichoke leaf extract for treating hypercholesterolaemia. Cochrane Database Syst Rev (3). CD003335.
- PITTLER, M.H. & E. ERNST (1998): Artichoke leaf extract for serum cholesterol reduction. In: Perfusion 11. 338-340.
- PORTIS, E., BARCHI, A., ACQUAUDRO, J. , MACUA, I., LANTERI, S. (2005): Genetic diversity assessment in cultivated cardoon by AFLP and microsatellite markers. In: Plant Breeding 124 (3). 299-304.
- PORTIS, E. MAUROMICALE, G., COMINO, C., LANTERI, S. (2003): AFLP analysis of genetic variation in Sicilian populations of wild cardoon [*Cynara cardunculus* L. var. *sylvestris* (Lamk.) Fiori]. In: V. International Congress on Artichoke. May 5-8. Tudela (Spain).
- PORTIS, E. MAUROMICALE, G., SABA, E. , QUAGLIOTTI, L. ACQUADRO, A., COMINO, C. LANTERI, S. (2003): Estimation of genetic variation among wild cardoon populations using AFLP Analysis. In: Proceedings of the XLVII Italian Society of Agricultural Genetics – SIGA Annual Congress Verona. Italy – 24.-27.09.2003.
- PORCEDDU, E. (1976): Laboratorio del Germoplasma. Attività scientifica svolta nel 1975. C.N.R. La Ricerca Scientifica Anno 46, n. 3: 493-499.

- PORCEDDU, E. (1976): Variation for agronomical traits in a world collection of durum wheat. *Zeitung für Pflanzenzüchtung* 77. 314-329.
- PORCEDDU, E., DELLA CECCA, V., BIANCO, V.V. (1976): *Classificazione numerica di cultivar di carciofo*. Nuovi studi sul carciofo. Atti del II Congresso Internazionale sul carciofo. 1105-1119.
- PORCEDDU, E., MONOTTI, M. (1976): Caratterizzazione di ecotipi di sulla (*Hedysarum coronarium* L.) mediante variabili bioagronomiche. *Rivista di Agronomia Anno 10*, n.1-2: 65-74.
- RACCUIA, S.A. (2004): Genetic diversity in *Cynara cardunculus* revealed by AFLP markers: comparison between cultivars and wild types from Sicily. In: *Plant Breeding* 123 (3).
- RACCUIA, S.A. & M.G. MELILLI (2004): *Cynara cardunculus* L., a potential source of inulin in the Mediterranean environment: screening of genetic variability. In: *Australian Journal of Agricultural Research* 55 (6) 693-698.
- REGLIN, F. (1993): Die Artischocke – mehr als ein köstliches Nahrungsmittel. In: *Praxis-Telegramm* 3-4.
- RENSSEN, I. & WITTEMER, S. (2003): *Cynara cardunculus* subsp. *flavescens* (bisher *Cynara scolymus*) – die Artischocke. In: *Zeitschrift für Phytotherapie* 2003 (24). 267-276.
- RÖHRICHT, C. (2003): Analyse der ökologischen Produktionsverfahren von Heil- und Gewürzpflanzen in Deutschland. In: Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Themenbereich F.1.3 „Ökologischer Sonderkulturanbau (Hopfen, Heil- und Gewürzpflanzen etc.): Struktur, Entwicklung, Probleme, politischer Handlungsbedarf“. Unter: <http://www.orgprints.org/4250>.
- RÖMPP, H., ÜHLEIN, E. (1966): *Chemie Lexikon*. Völlig neu bearbeitete 6. Auflage. Franck`sche Verlagshandlung.
- ROTTENBERG, A. & D. ZOHARY (1995): The wild relatives and the wild ancestry of the cultivated artichoke. In: *Genetic Resources and Crop Evolution* 43. 53-58.
- ROTTENBERG, A. (1996): Isozyme relationships between cultivated artichoke and the wild relatives. In: *Genetic Resources and Crop Evolution* 43. 59-62.
- SAID, A., SALEH, A., HEUBERGER, H., SCHNITZLER, W.H. (2002): Effect of Nutrients and *Bacillus subtilis* on Salinity Tolerance of Globe Artichoke (*Cynara scolymus* L.). Chair of Vegetable Science, Center of Life Sciences Weihenstephan. TU München.
- SAID, A., SALEH, A., HEUBERGER, H., SCHNITZLER, W.H. (2002): Response of Globe Artichoke (*Cynara scolymus* L.) to Different Combination levels of N and K. Chair of Vegetable Science, Center of Life Sciences Weihenstephan. TU München.
- SANTOIEMMA, G., IERNA, A., MORELLO, N., LICANDRO, P. & G. MAUROMICALE (2004): Yield response of Globe Artichoke cv. Romanesco to Plant density. In: Proc. of Vth IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- SARCCARDO, F. & M.T. CARDARELLI (2004): An Ongoing Project on Artichoke. Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.

- SHEPPARD, A.W., BRIESE, D.T., MICHALAKIS, Y. (1992): Host choice in the field in the genus *Larinus* (Coleoptera: *Curculionidae*) attacking *Onopordum* and *Cynara* (Asteraceae): In: Proc. VIII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds. Delfosse, E.S. & Scott, R.R. (eds). 2.-7.02.1992. Lincoln, New Zealand. CSIRO, Melbourne. pp. 605-614.
- SCHAFFNER, W. (1992): Heilpflanzen und ihre Drogen. Band 1. München. 24-25.
- SCHENK, A. (2005): Optimierung des Artischocken-Anbaus. In: Deutsche Apotheker Zeitung. 145. Jahrg. Nr. 43
- SCHIER, W. & W. SCHULZE (1987): Aktuelle Verfälschungen bei Arzneidrogen. In: Deutsche Apotheker Zeitung. 127. Jahrg. Nr. 51.
- SCHILCHER, H. & B.M. HEIL (1992): Artischockenextrakt – Eine aktuelle Standortbestimmung. In: Therapeutikon 6. 410-417.
- SCHILCHER, H. & H.J. HAGELS (1999): Presssaft aus Artischocken. In: Deutsche Apotheker Zeitung. 139. Jahrg. Nr. 28.
- SCHILCHER, H. (1998): Sinnvolle Darreichungsformen von Phytopharmaka in der kinderärztlichen Praxis sowie in der Selbstmedikation bei Kindern. In: Phytopharmaka IV – Forschung und klinische Anwendung (Hrsg. D. Loew und N. Rietbrock). Steinkopff-Verlag, Darmstadt. 1998.
- SCHILLER, G., HILLER, K. (1999): Arzneidrogen, 4. Auflage. Spektrum Akademischer Verlag. Hager ROM 2002, Springer Verlag
- SCHMID, R.D. (2002): Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik. ©WILEY-VCH Verlag GmbH.
- SCHMIDT, M. (1998): Prävention der Arteriosklerose – Der duale Wirkmechanismus von Artischockenblättereextrakt. REPORT In: Naturheilkunde 7/98.
- SCHNEIDER, E., BRUNNER, P., STEKLY, M., MESSMER, M., BÜTER, B. (2001): Züchtung der Saluschocke® - ein Projekt zur Optimierung der Qualität der Arznei-Artischocke. In: Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen. 6. Jahrg. 64-68.
- SCHUSTER, W.H. & J. VON LOCHOW (1992): Anlage und Auswertung von Feldversuchen, 3. Auflage (überarbeitet). Gießen.
- SCHÜTZ, K., KAMMERER, D., CARLE, R., SCHIEBER, A. (2004): Identifizierung und Quantifizierung von Caffeoylchinasäuren und Flavonoiden in Artischocken (*Cynara scolymus* L.) mittels HPLC-DAD-ESI/MSⁿ. In: Lebensmittelchemie. Deutscher Lebensmittelchemikertag 2004. Bonn. 13.-15.09.2004. S. 19 (59).
- SCHÜTZ, K., KAMMERER, D., CARLE, R., SCHIEBER, A. (2004): Identification and Quantification of Caffeoylquinic Acids and Flavonoids from Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Heads, Juice and Pomace by HPLC-DAD-ESI/MSⁿ. In: Journal of Agricultural Food Chemistry. 2004. 52. 4090-4096.
- SCHÜTZ et al (2004): Artischockenpräparate - Getrocknet und extrahiert oder lieber frisch gepresst. In: Pharmazie 2004.
- SCHNITZLER, W.H., HALTER, L., HABEGGER, R. (2000): Jahresbericht Artischocke – Projekt „Artischocke“. Lehrstuhl für Gemüsebau, Wachstumsphysiologie und Qualitätsforschung der TU München-Weihenstephan.
- SCHÖPKE, T.: Asteraceae (= Compositae, Korbblütengewächse). Unter: Thomas Schöpke thomas@schoepke.de (Internet-Abruf: Juni 2005):




- SCHWARZ, G. (2000): Wundermittel Artischocke. Der Trockenextrakt für Gesundheit und Wohlbefinden. Heyne Verlag. Soc. 109. 75-123.
- SCHWICHTENBERG, S. (1997): Populationsgenetische Untersuchungen der Leguminose *Alysicarpus ovalifolius*, einer Futterpflanze aus der Sahelzone, anhand von RAPD-Markern. Diplomarbeit. Justus-Liebig-Universität Gießen. 105 S.
- SENGBUSCH, P. (2003): Phenolische Substanzen. In: <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d20/20d.htm>. (Abruf: Mai 2005).
- SHARAF-ELDIN (2002): Studies on the effects of some Agricultural Treatments on Growth and Productivity of Artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) Fiori) and their Relation to Earliness and Physical and Chemical Characters of Heads. Dissertation 2002. TU München. Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt.
- SITTE, P., ZIEGLER, H., EHRENDORFER, F., BRESINSKY, A. (1998): Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 34. Auflage. Gustav Fischer Verlag.
- SONNANTE, G., IPPEDICO, M., DE PAOLIS, A. (2004): Microsatellite and AFLP Markers in an Artichoke World Collection. In: Proc. of Vth. IC on Artichoke Ed. F. J. Sanz Villar Acta Hort., ISHS 2004.
- STEINERT, J. (2005): Artischockenpräparate. In: Öko-Test Oktober 2005.
- SUN SCAN. Canopy Analysis System. Deutsches Handbuch SS1-Umd-1.05
- TEUSCHER, E. (1997): Biogene Arzneimittel. 5. Auflage. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- TINGEY, S.V., RAFALSKY, J.A., HANAFEY, M.K. (1994): Genetik analysis with RAPD markers. In: NATO-ASI-er-H-Cell-biology.
- TINGEY, S.V., RAFALSKY, J.A., WILLIAMS, J.G. (1991): Soybean genome analysis: DNA polymorphisms are identified by oligonucleotide primers of arbitrary sequences. In: Proceedings of the VI. NATO Advanced Study Institute. Plant Molecular Biology. Schloß Elmau. Bavaria 1990.
- TIVANG, J., SKORCH, P.W., NIENHUIS, J., MILLER, J.P, DEVOS, N. (1996): Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD) variation among and within artichoke (*Cynara scolymus* L.) cultivars and breeding populations. In: J. Am. Soc. Hortic. Sci. 121 (5). 783-788.
- UNKAUF, M., FRIEDERICH, M. (2000): Hochdosierter Artischocken-Trockenextrakt in der Behandlung der Hypercholesterinämie. In: Wissenschaft im Blickpunkt. Beilage zur Herzmedizin 1/00.
- VANELLA, B., PORCEDDU, E., DE PACE, C. (1981): Applicazione di metodi di analisi numericaper il miglioramento genetico del carciofo. Atti II Congress Int. Di Studi sul Carciofo. Bari. 797-807.
- VETTER, A. & ORMEROD, C. (2002): Fachtagung für Arznei- und Gewürzpflanzen 2004. Friedrich-Schiller-Universität Jena. 7.-9.09.2004. Unter: <http://www.tll.de/nawaro> (Abruf: Februar 2005)
- VESCHAMBRE, D.J., J. LE BOHEC & C. FOURY (1985): L'artichaut. In: Colloques de L'INRA 33. 71-75.

- VOGEL, G. (1996): Handbuch des speziellen Gemüsebaues. Eugen Ulmer GmbH & Co.
- VOGT, H.-H. (2002): "Die Artischocke". Unter: <http://www.hin.ch/medico-journal/pharma-natur/artischocke> [Stand 27. Januar 2002].
- VOS, P., HOGERS, R., BLEEKER, M. REIJANS, M. VAN DE LE, T., HORNES, M., FRIJTERS, A., POT, J., PELEMAN, J., KUIPER, M., ZABEAU, M. (1995): AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. In: *Nucleic Acids Research*. 23. 4407 – 4414.
- VOSTROWSKY, O. (1999): Terpene. Unter: <http://www.organik.uni-erlangen.de> (Abruf: Dezember 2005).
- WAGENBRETH, D. (1996): Evaluation of Artichoke Cultivars for Growing and Pharmaceutical Use. In: *Beiträge zur Züchtungsforschung* 2 (1). 400-403.
- WAGENBRETH, D. et al. (1996): Artischocke. Qualitätsdroge aus Arzneipflanzenanbau. In: *Deutsche Apotheker Zeitung* 43. 136. Jahrg. 112-122.
- WAGNER, C. (2003): Genotypisierung und Markerentwicklung bei der Echten Kamille (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) mit Hilfe PCR-basierter Methoden. D 26. Dissertation Universität Gießen. Shaker Verlag Aachen 2004.
- WAGNER, C., MARQUARD, R., FRIEDT, W., ORDON, F. (2001): Untersuchungen zur genetischen Diversität der Echten Kamille (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) mittels PCR-basierter Markertechniken. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen* 4. 216-221.
- WANG, M., SIMON, J., AVILES, I.A., HE, K., ZHENG, Q.-Y., T. Y. (2003): Analysis of Antioxidative Phenolic Compounds in Artichoke (*Cynara scolymus* L.). In: *Journal of Agricultural Food Chemistry* 51. 601-608.
- WATZL, B. & RECHKEMMER, G. (2001): Flavonoide. In: *Ernährungs-Umschau* 48 Heft 12.
- WEGENER, T., FINTELMANN, V. (1999): Pharmakologische Eigenschaften und therapeutisches Profil der Artischocke (*Cynara scolymus* L.). In: *Wiener Medizinische Wochenschrift* 149 (8-10). 241-247.
- WEGENER, T. & M. SCHMIDT (1995): Artischockenblätterextrakt – Lipidsenkung auf pflanzlicher Basis. *Ärztezeitschrift für Naturheilverfahren* 36. (5). 378-389.
- WIEDENFELD, H. (1999): Artischockenpräparate – Getrocknet und extrahiert oder lieber frisch gepresst. In: *Pharmazeutische Zeitung* Nr. 2. 144. Jahrg. 28-34.
- WICHTL, M. (1997): Teedrogen und Phytopharmaka – Ein Handbuch für die Praxis auf wissenschaftlicher Grundlage. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart 1997.
- WIKLUND, A. (1992): The Genus *Cynara* L. (Asteraceae-Carduae). In: *Botanical Journal Linn*.
- WILLIAMS, J., KUBELIK, A., LIVAK, K., RAFALSKI, J., TINGEY, S. (1990): DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. In: *Nucleic Acids Research*. 18. 6531-6535.
- WINK, N., WEHRLE, H. (1994): PCR im medizinischen und biologischen Labor/Handbuch für den Praktiker. GIT-Verlag.

- WINDHABER, R. (2003): Die Artischocke – Arzneipflanze des Jahres 2003. In: Zeitschrift für Phytotherapie 1/2003.
- WITTEMER, S. (2003): "Bioverfügbarkeit und Pharmakokinetik von Caffeoylchinasäuren und Flavonoiden nach oraler Applikation von Artischockenblätter-Extrakt am Menschen". Dissertation. Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn. Unter: <http://hss.ulb.uni-bonn.de> (Abruf: Juni 2004)
- ZOHARY, D., BASNIZKI, Y., BEN-HOD, G., MAYER, A.M. (1994): Breeding of seed-planted artichoke. In: Journal of Plant Breeding Reviews 12. 253-269.
- ZOHARY, D., BASNIZKI (1996): Isozyme Relationships between cultivated artichoke and the wild relatives. In: Genetic Resource Crop Evolution 43. 59-62.
- ZWÖLFER, H. (1965): A list of Phytophagous Insects Attacking Wild *Cynareae Species* in Europe. In: Progress Report 15. Commonwealth Institute of Biological Control. United Kingdom.

8 Anhang

Tab. A 8.1: Phänotypische Diversitäten im Artischockensortiment

Artischocken-Ähnliche	Kardonen-Ähnliche	Distel-Ähnliche
`Green Globe`	`White Giant`	`Kat. 374`
<p>Blattrand: i.d.R. stark gebuchtet; in einem Stachel endend</p>	<p>Blattrand: ganzrandig bis stark gebuchtet; weicher Stachel (tw. fehlend)</p>	<p>Blattrand: schrotsägenförmig gezähnt in einen spitzen, sehr harten Stachel endend</p>
<p>Blattform: länglich-elliptisch</p>	<p>Blattform: länglich-elliptisch</p>	<p>Blattform: länglich-elliptisch</p>
<p>Blattfläche: mäßig ausgeprägte Mittelrippe; Seitenerven 1. Ordnung parallel verlaufend mit untersch. Ansatzstellen; bes. Unterseite filzig behaart</p>	<p>Blattfläche: oft blasig gewölbt, glänzend, stark ausgeprägte Mittelrippe; Seitenerven 1. Ordnung parallel verlaufend mit untersch. Ansatzstellen; bes. Unterseite filzig behaart</p>	<p>Blattfläche: ledrige Blätter; tw. Oberseite stark filzig, Unterseite gespinstartig behaart; grobe Blattstruktur mit netzartiger Nervatur; Seitennerve 1. Ordnung parallel verlaufend mit gleichen Ansatzstellen</p>
<p>Blattfarbe: sehr variabel (silbrig-grün bis sehr dunkles grün)</p>	<p>Blattfarbe: i.d.R. kräftiges Dunkelgrün</p>	<p>Blattfarbe: dunkelgrün, glänzend</p>
<p>Wuchshöhe: < 100 cm</p>	<p>Wuchshöhe: > 100 cm</p>	<p>Wuchshöhe: < 20 cm</p>
<p>Sonstiges starke Schosserneigung</p>	<p>Sonstiges geringe Schosserneigung</p>	<p>Sonstiges keine Schosser im 1. Jahr</p>
<p>Erscheinungsbild: (Phänotyp)</p>	<p>Erscheinungsbild: (Phänotyp)</p>	<p>Erscheinungsbild: (Phänotyp)</p>
		

Tab. A 8.2: Verwendete Sorten und Herkünfte für PCR-Analysen innerhalb und außerhalb der Art *Cynara cardunculus ssp. flavescens* WIKL.

Herkunft	1*	2*	3*	Bemerkung
67/3664	-	x	x ^{n.g.}	Botanischer Garten Marburg, Herkunft unbekannt
67/3664	-	x	x ^{n.g.}	Botanischer Garten Marburg, Herkunft unbekannt
89/431	-	x	x ^{n.g.}	Botanischer Garten Marburg, Herkunft unbekannt
89/431	x	x	-	Botanischer Garten Marburg, Herkunft unbekannt
Bl. Schnittcardy	x	x	x	Florensis, Herkunft unbekannt
C.s. Ernte 1997	-	x	x ^{n.g.}	Botanischer Garten Gießen, Herkunft unbekannt
Concerto	-	x	x	Hild, F1, Italien
Cyn 10/98	x	x	-	Genbank Gatersleben, Sizilien (Piana degli Albanesi)
Cyn 12/95	x	x	-	Genbank Gatersleben, Italien (Mercato Saraceno)
Cyn 13/94	x	x	-	Genbank Gatersleben, Italien
Cyn 357	-	x	x ^{n.g.}	Botanischer Garten Göttingen, Herkunft unbekannt
Cyn 7/88	-	x	x ^{n.g.}	Genbank Gatersleben, Herkunft unbekannt
Cyn 7/90	x	-	x ^{n.g.t}	Genbank Gatersleben, Herkunft unbekannt
Cyn 9/89	x	x	-	Genbank Gatersleben, Sizilien (Piana degli Albanesi)
Cyn. 1997	-	x	-	Botanischer Garten Saarbrücken
Cyn. 2001	-	x	x ^{n.g.}	Botanischer Garten Gießen, Herkunft unbekannt
Cyn. 356	-	x	x ^{n.g.}	Botanischer Garten Göttingen, Herkunft unbekannt
Cyn. 357	x	-	-	Genbank Gatersleben, Herkunft unbekannt
Cyn.card.Göttingen	-	x	-	Botanischer Garten Göttingen, Herkunft unbekannt
Gobbo di Nizza	x	x	-	Nebelung, Frankreich
Green Globe	x	x	x	Pharmasaat, Herkunft unbekannt
Hazera	-	x	x ^{n.g.}	Israel
Imperial Star	x	x	x	Pharmasaat, Italien
Indented Leaf Giant	x	x	x	Suba & Unico, Italien
Indonesien	x	-	-	Indonesien (Einzelprobe)
K 9388/99	x	x	-	Genbank Gatersleben, Botanischer Garten Portugal
Kat. 368	-	x	-	Genbank Gatersleben, Herkunft unbekannt
Kat. 374	x	-	-	Genbank Gatersleben, Herkunft unbekannt
Lichtwer 3	x	x	-	Lichtwer, Frankreich
Linie A7/2	-	x	x	Lichtwer, Herkunft unbekannt
Linie A7/4	-	x	x	Lichtwer, Herkunft unbekannt
Linie C4	-	x	x	Lichtwer, Herkunft unbekannt
Orlando	-	x	x	Hild, F1, Italien
Sakiz	x	-	x ^{n.g.}	Universität Izmir, Landsorte, Türkei
Saluschocke	-	x	x	Salus, F1, ('Blanc amélioré'), Frankreich
Silverleaf	x	x	-	Florensis, Ziersorte, Herkunft unbekannt
Unirea	x	x	-	Universität Iași, F1, Rumänien
Violet (Chiogga)	-	x	-	Kramer, Italien
Violet (Provence)	x	x	x	Nebelung bzw. Florensis, Frankreich
Violet (Romagna)	x	x	x	JULIWA, Italien
White Giant	x	x	x	Suba & Unico, Italien
XX-658-G-70	x	-	x ^{n.g.}	Hild, F1, Herkunft unbekannt
XX-865-G-70	x	-	x ^{n.g.}	Hild, F1, Herkunft unbekannt
Ackerkratzdistel	-	-	x	<i>Cirsium arvense</i>
Eselsdistel	-	-	x	<i>Onopordon acanthium</i>
Filzige Klette	-	-	x	<i>Artium tomentosum</i>
Wilde Carde	-	-	x	<i>Dipsacus silvestris</i>

1*-3* = Versuchsjahre 2001 – 2003; x^{n.g.} = im Gewächshaus nicht gekeimte Pflanzen

Tab. A 8.3: Aussaat- und Erntetermine der Saatzeit in den Jahren 2001-2003 an den Standorten Gießen, Groß-Gerau und Rauschholzhausen

Gießen 2001

Saatzeit	Aussaat	Ernte			
		1. Schnitt	VT	2. Schnitt	VT
SZ 1	19.04.01	25.07.01	97	06.09.01	43
SZ 2	30.04.01	09.08.01	101	21.09.01	42
SZ 3	15.05.01	27.08.01	104	11.10.01	45
SZ 4	28.05.01	06.09.01	101	23.10.01	47

Groß-Gerau 2001

Saatzeit	Aussaat	Ernte			
		1. Schnitt	VT	2. Schnitt	VT
SZ 1	20.04.01	30.07.01	100	28.08.01	28
SZ 2	30.04.01	15.08.01	105	05.09.01	20
SZ 3	15.05.01	28.08.01	103	09.10.01	41
SZ 4	28.05.01	25.09.01	117	SSB*	

1* -2* = Schnitte 1-2; SSB* = Spätfolgen d. Schädlingsbefalls (Die 4. Saatzeit liegt nur teilweise zur statistischen Auswertung vor. Zum 1. Aufwuchs konnte nach dem Auflaufen der Artischocken ein starker Befall von Gammaeulen-Larven in 2 der 3 Wiederholungen nachgewiesen werden, die zu einer Reduzierung bzw. zum teilweisen Kümmerwuchs der Pflanzen führte.)

Groß-Gerau 2002

Saatzeit	Aussaat	Ernte					
		1. Schnitt	VT	2. Schnitt	VT	3. Schnitt	VT
SZ 1	25.03.02	31.07.02	126	12.09.02	42	23.10.01	41
SZ 2	04.04.02	31.07.02	117	12.09.02	42	23.10.01	41
SZ 3	15.04.02	31.07.02	106	12.09.02	42	23.10.02	41
SZ 4	25.04.02	31.07.02	96	12.09.02	42	23.10.02	41

Rauschholzhausen 2002

Saatzeit	Aussaat	Ernte			
		1. Schnitt	VT	2. Schnitt	VT
SZ 1	05.04.02	05.08.02	120	18.09.02	43
SZ 2	15.04.02	05.08.02	110	02.10.02	57
SZ 3	25.04.02	08.08.02	103	02.10.02	54
SZ 4	08.05.02	08.08.02	90	18.09.02	40

Biogenese der Phenylpropankörper (Shikimisäureweg)

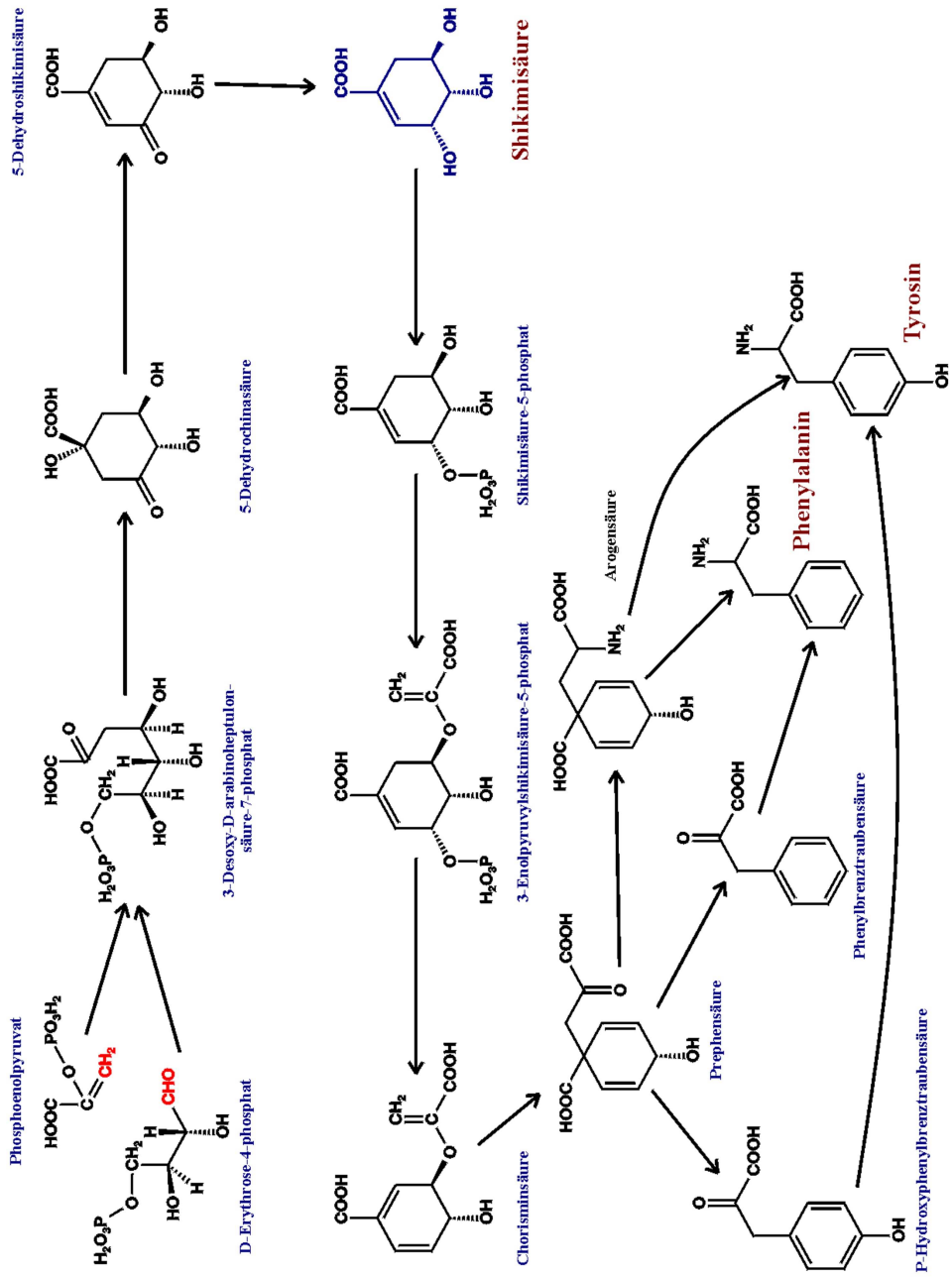


Abb. A 8.1: Shikimisäureweg nach SCHÖPKE (2003)

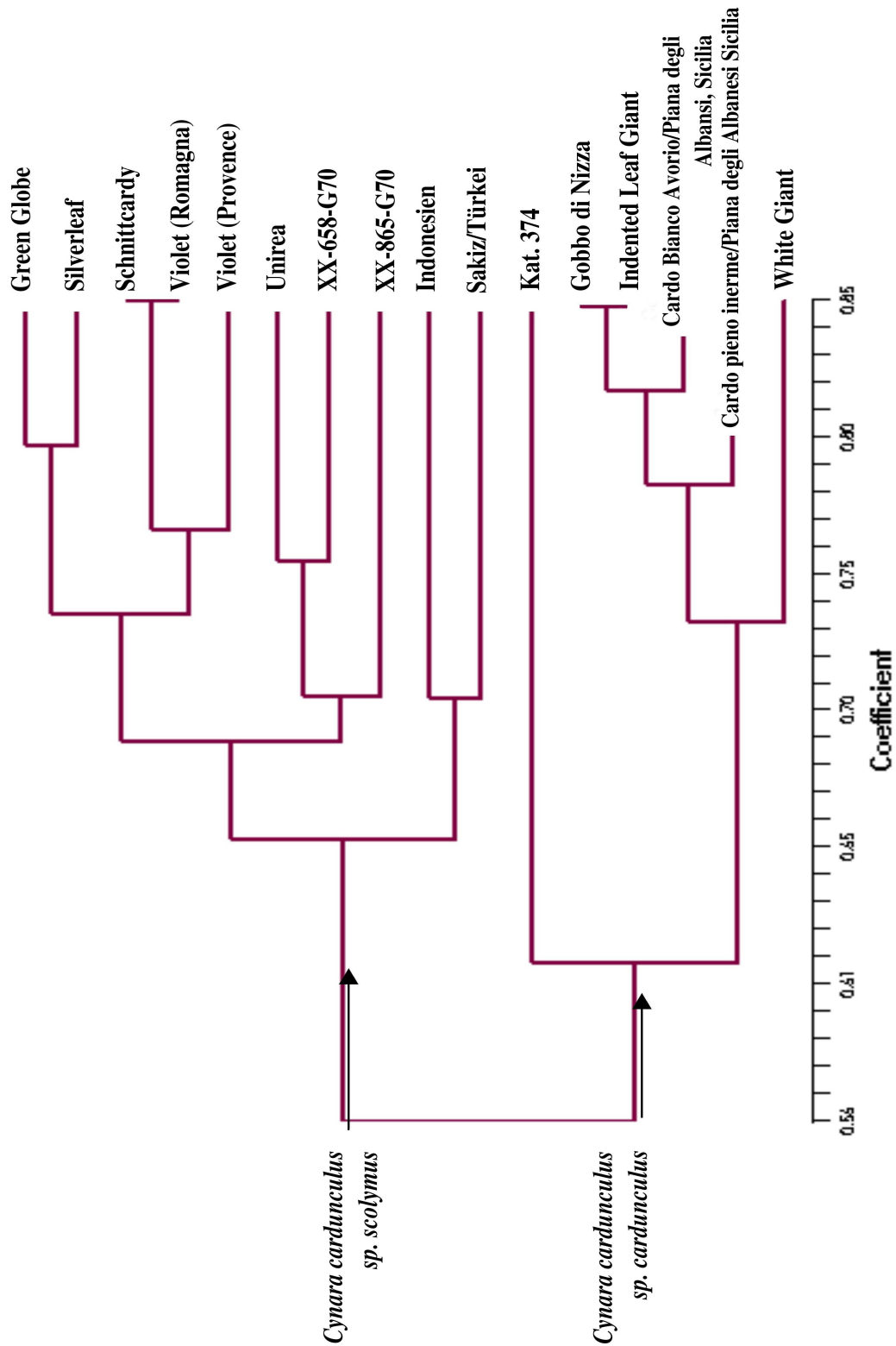


Abb. A 8.2: Dendrogramm der mittels RAPD-Analyse untersuchten Sorten der Art *Cynara cardunculus* ssp. *flavescens* WIKL., Sortenprüfung Gießen 2001

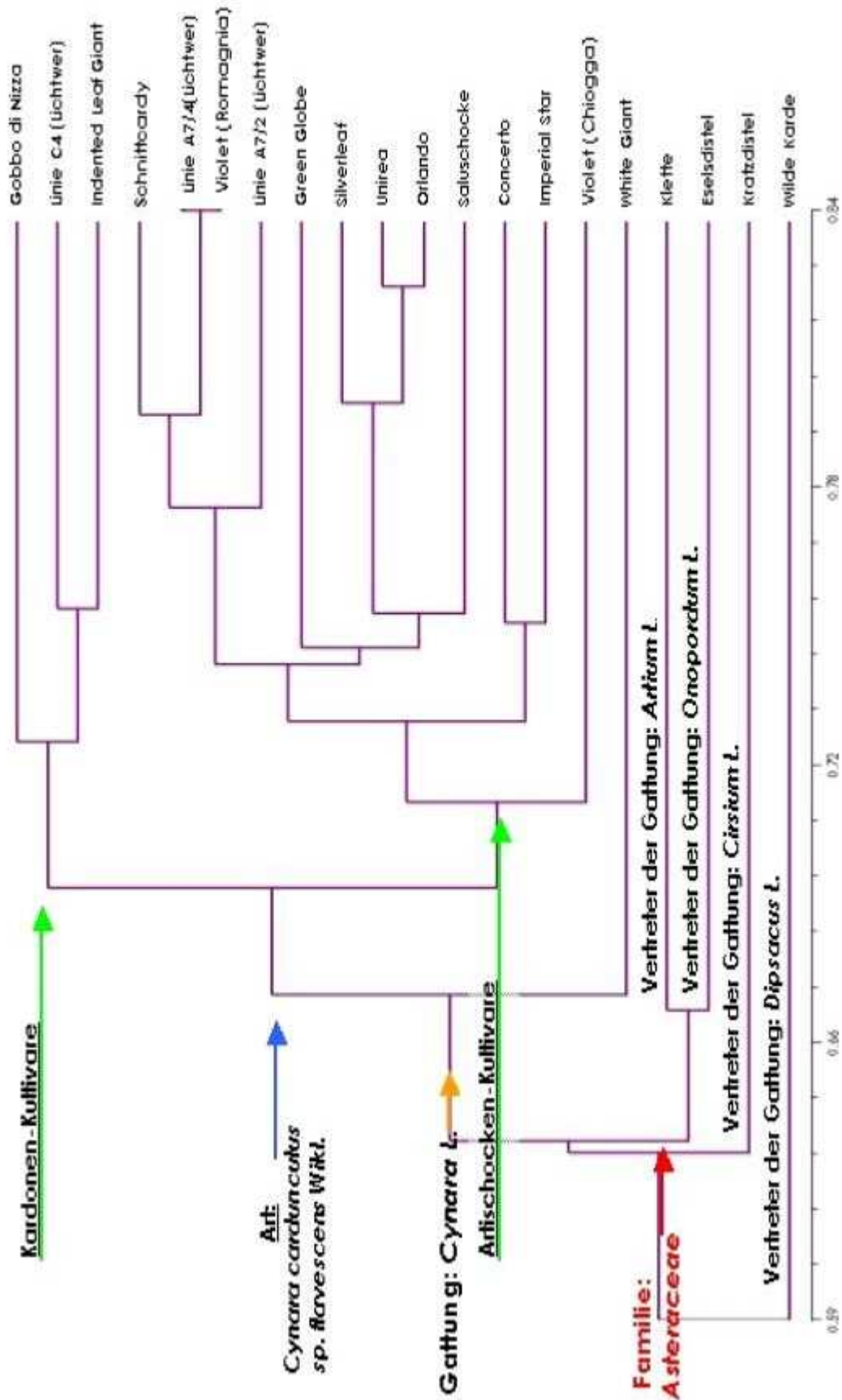


Abb. A 8.3: Dendrogramm der mittels RAPD-Analyse untersuchten Sorten der Art *Cynara cardunculus* ssp. *flavescens* WIKL., Sortenprüfung Gießen 2003

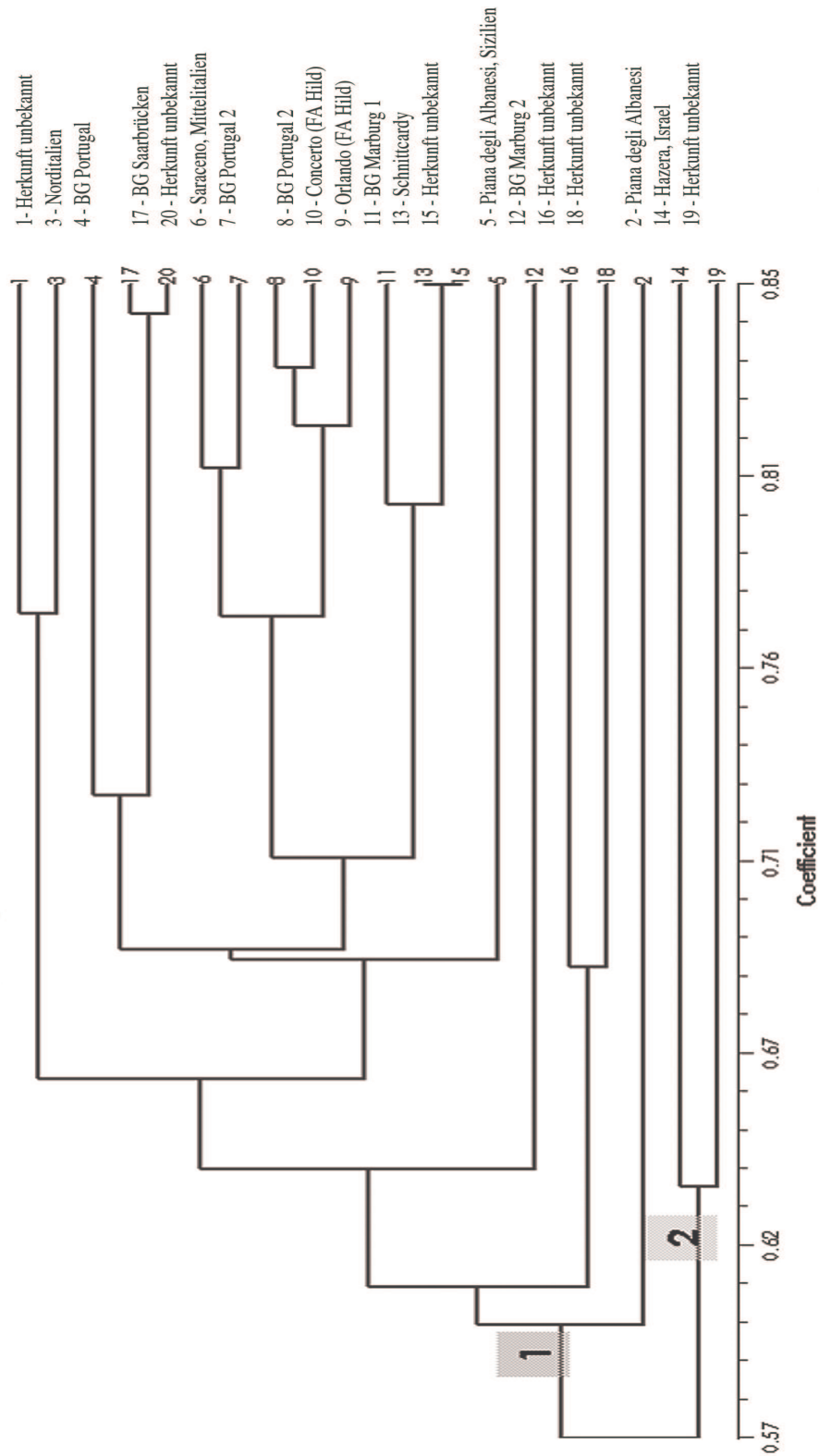


Abb. A 8.4: Dendrogramm der mittels RAPD-Analyse untersuchten Akzessionen der Art *Cynara cardunculus ssp. flavescens* WIKL., Herkunftsprüfung Gießen 2002


<u>Ausgewählte Daten VJ 2001</u> Wuchshöhe: 25,1 cm Blattanzahl: 8,2 cm Schosser/m ² : 0,0 Drogenertrag: 17,2 dt/ha CCS-Gehalt: 4,75 % Flavonoid-Gehalt: 0,31 %	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Abb. A 8.5: Eigenschaften der Akzession `GL Nr. 368` im Sortenversuch Groß-Gerau 2001

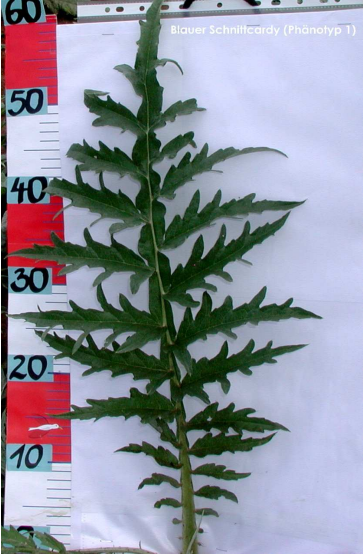

	
<u>Ausgewählte Daten VJ 2001:</u> Wuchshöhe: 39,0 cm Blattlänge: 49,6 cm Blattanzahl: 9,0 Schosser/m ² : 0,0 Drogenertrag: 25,1 dt/ha CCS-Gehalt: 1,48 % Flavonoid-Gehalt: 0,21 %	<u>Ausgewählte Daten VJ 2003:</u> Wuchshöhe: 47,0 cm Blattlänge: 60,1 cm Blattanzahl: 9,7 Schosser/m ² : 0,6 Drogenertrag: 77,1 dt/ha CCS-Gehalt: 1,30 % Flavonoid-Gehalt: 0,35 %

Abb. A 8.6: Heterogenität innerhalb der Sorte `Blauer Schnittcardy` in den Versuchsjahren 2001 und 2003, Sortenversuch Gießen



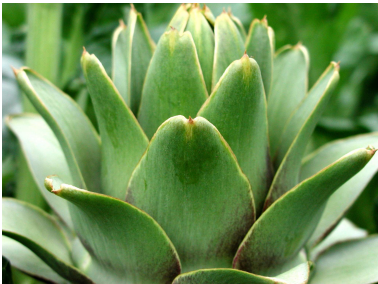



	
	
	
<p><u>Ausgewählte Daten VJ 2001:</u></p> <p>Wuchshöhe: 44,5 cm Blattlänge: 58,9 cm Schosser/m²: 0,1 Drogenertrag: 47,6 dt/ha CCS-Gehalt: 1,31% Flavonoid-Gehalt: 0,23%</p>	<p><u>Ausgewählte Daten VJ 2003:</u></p> <p>Wuchshöhe: 32,4 cm Blattlänge: 50,4 cm Schosser/m²: 0,7 Drogenertrag: 59,8 dt/ha CCS-Gehalt: 1,38% Flavonoid-Gehalt: 0,42%</p>

Abb. A 8.7: Heterogenität innerhalb der Sorte 'Green Globe' in den Versuchsjahren 2001 und 2003, Sortenversuch Gießen

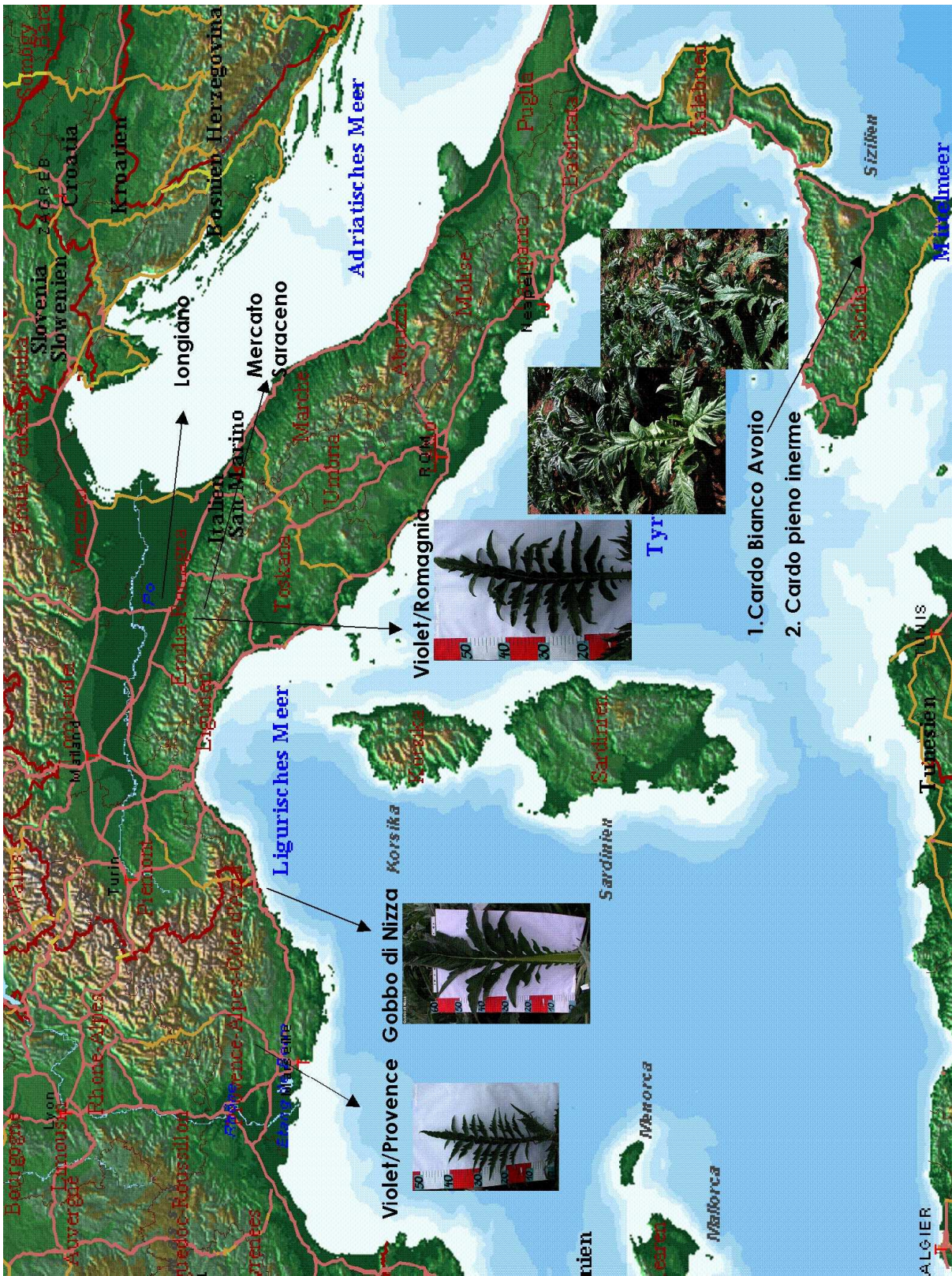


Abb. A 8.8: Geografische Herkunft untersuchter Sorten und Akzessionen im Zeitraum 2001-2003

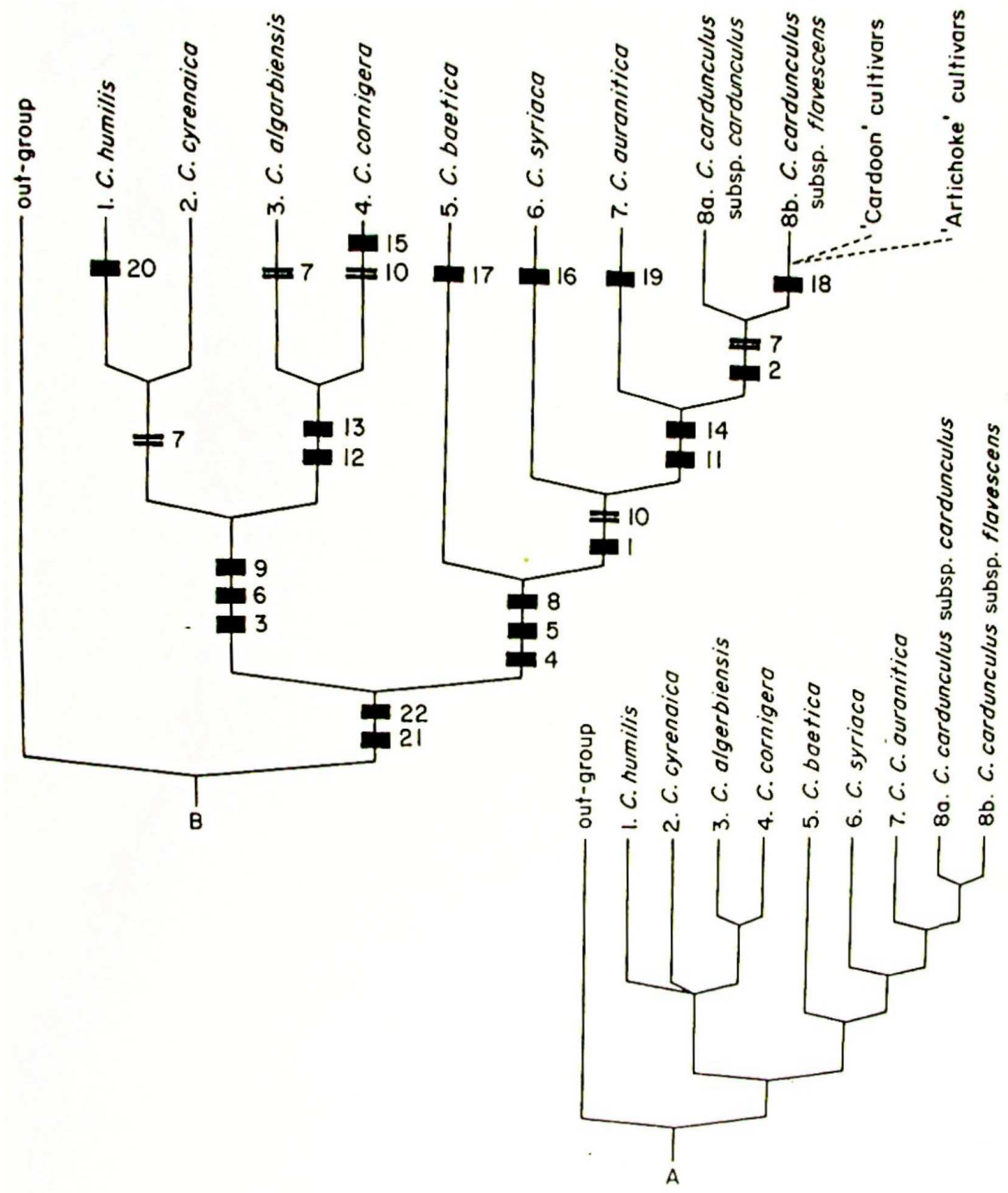


Abb. A 8.10: Einteilung der Art *Cynara* L. nach WIKLUND (1992)

8.1 Varianztabelle

8.1.1 Sortenversuche

8.1.1.1 Sortenversuch Gießen 2001

Tab. A 8.4: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl, Blattbreite und zum Drogenertrag (1. Schnitt), Sortenversuch Gießen 2001

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,025	10	,003	3,103	,013
	Innerhalb der Gruppen	,018	22	,001		
	Gesamt	,044	32			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	4148,519	10	414,852	18,061	,000
	Innerhalb der Gruppen	505,333	22	22,970		
	Gesamt	4653,852	32			
Blätter/Pflanze	Zwischen den Gruppen	5383,640	10	538,364	20,870	,000
	Innerhalb der Gruppen	567,500	22	25,795		
	Gesamt	5951,140	32			
Blattbreite/Pflanze	Zwischen den Gruppen	378,345	10	37,834	2,656	,027
	Innerhalb der Gruppen	313,375	22	14,244		
	Gesamt	691,720	32			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	1913,117	10	191,312	13,118	,000
	Innerhalb der Gruppen	320,838	22	14,584		
	Gesamt	2233,955	32			

Tab. A 8.5: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl, Blattbreite und zum Drogenertrag (2. Schnitt), Sortenversuch Gießen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,000	10	,000	.	.
	Innerhalb der Gruppen	,000	22	,000		
	Gesamt	,000	32			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	417,754	10	41,775	,890	,557
	Innerhalb der Gruppen	1032,792	22	46,945		
	Gesamt	1450,545	32			
Blätter/Pflanze	Zwischen den Gruppen	87,045	10	8,705	1,242	,320
	Innerhalb der Gruppen	154,208	22	7,009		
	Gesamt	241,254	32			
Blattbreite/Pflanze	Zwischen den Gruppen	543,511	10	54,351	5,553	,000
	Innerhalb der Gruppen	215,333	22	9,788		
	Gesamt	758,845	32			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	583,940	10	58,394	1,553	,187
	Innerhalb der Gruppen	827,440	22	37,611		
	Gesamt	1411,380	32			

Tab. A 8.6: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl, Blattbreite und zum Drogenertrag (Summe aus 2 Schnitten), Sortenversuch Gießen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,013	10	,001	2,184	,033
	Innerhalb der Gruppen	,032	55	,001		
	Gesamt	,045	65			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	2825,538	10	282,554	4,656	,000
	Innerhalb der Gruppen	3337,573	55	60,683		
	Gesamt	6163,111	65			
Blätter/Pflanze	Zwischen den Gruppen	105,280	10	10,528	,835	,597
	Innerhalb der Gruppen	693,250	55	12,605		
	Gesamt	798,530	65			
Blattbreite/Pflanze	Zwischen den Gruppen	830,500	10	83,050	2,578	,012
	Innerhalb der Gruppen	1772,156	55	32,221		
	Gesamt	2602,656	65			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	1891,130	10	189,113	3,789	,001
	Innerhalb der Gruppen	2745,003	55	49,909		
	Gesamt	4636,133	65			

Tab. A 8.7: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 1. Schnitt, Sortenversuch Gießen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	12,984	10	1,298	5,697	,000
	Innerhalb der Gruppen	5,015	22	,228		
	Gesamt	17,999	32			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,274	10	,027	6,700	,000
	Innerhalb der Gruppen	,090	22	,004		
	Gesamt	,364	32			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,010	10	,001	4,703	,001
	Innerhalb der Gruppen	,005	22	,000		
	Gesamt	,014	32			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,064	10	,006	6,195	,000
	Innerhalb der Gruppen	,023	22	,001		
	Gesamt	,087	32			

Tab. A 8.8: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 2. Schnitt, Sortenversuch Gießen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	2,241	10	,224	6,494	,000
	Innerhalb der Gruppen	,759	22	,035		
	Gesamt	3,000	32			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,105	10	,010	4,244	,002
	Innerhalb der Gruppen	,054	22	,002		
	Gesamt	,159	32			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,000	10	,000	,740	,681
	Innerhalb der Gruppen	,001	22	,000		
	Gesamt	,001	32			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,030	10	,003	9,685	,000
	Innerhalb der Gruppen	,007	22	,000		
	Gesamt	,037	32			

Tab. A 8.9: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (Summe aus 2 Schnitten), Sortenversuch Gießen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	10,623	10	1,062	,977	,474
	Innerhalb der Gruppen	59,828	55	1,088		
	Gesamt	70,451	65			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,326	10	,033	1,738	,095
	Innerhalb der Gruppen	1,033	55	,019		
	Gesamt	1,359	65			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,005	10	,001	,914	,527
	Innerhalb der Gruppen	,032	55	,001		
	Gesamt	,038	65			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,073	10	,007	1,876	,069
	Innerhalb der Gruppen	,215	55	,004		
	Gesamt	,288	65			

8.1.1.2 Sortenversuch Gießen 2002

Tab. A 8.10: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl, zum LAI und Drogenertrag (1. Schnitt), Sortenversuch Gießen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	3,155	13	,243	1,350	,244
	Innerhalb der Gruppen	5,033	28	,180		
	Gesamt	8,187	41			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	2763,310	13	212,562	,937	,530
	Innerhalb der Gruppen	6349,917	28	226,783		
	Gesamt	9113,226	41			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	355,696	13	27,361	5,079	,000
	Innerhalb der Gruppen	150,833	28	5,387		
	Gesamt	506,530	41			
LAI	Zwischen den Gruppen	32,063	13	2,466	4,215	,001
	Innerhalb der Gruppen	16,385	28	,585		
	Gesamt	48,448	41			
TM dt/ha	Zwischen den Gruppen	3327,471	13	255,959	4,013	,001
	Innerhalb der Gruppen	1785,775	28	63,778		
	Gesamt	5113,245	41			

Tab. A 8.11: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl, zum LAI und Drogenertrag (2. Schnitt), Sortenversuch Gießen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	3,123	13	,240	1,356	,241
	Innerhalb der Gruppen	4,961	28	,177		
	Gesamt	8,084	41			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	4355,560	13	335,043	6,375	,000
	Innerhalb der Gruppen	1471,542	28	52,555		
	Gesamt	5827,101	41			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	283,060	13	21,774	1,241	,304
	Innerhalb der Gruppen	491,167	28	17,542		
	Gesamt	774,226	41			
LAI	Zwischen den Gruppen	24,676	13	1,898	16,140	,000
	Innerhalb der Gruppen	3,293	28	,118		
	Gesamt	27,969	41			
TM dt/ha	Zwischen den Gruppen	1905,546	13	146,580	8,713	,000
	Innerhalb der Gruppen	471,072	28	16,824		
	Gesamt	2376,618	41			

Tab. A 8.12: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl, zum LAI und Drogenertrag (Summe aus 2 Schnitten), Sortenversuch Gießen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	6,265	13	,482	3,371	,000
	Innerhalb der Gruppen	10,007	70	,143		
	Gesamt	16,272	83			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	5602,458	13	430,958	1,657	,090
	Innerhalb der Gruppen	18204,167	70	260,060		
	Gesamt	23806,625	83			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	548,122	13	42,163	3,939	,000
	Innerhalb der Gruppen	749,375	70	10,705		
	Gesamt	1297,497	83			
LAI	Zwischen den Gruppen	52,817	13	4,063	5,813	,000
	Innerhalb der Gruppen	48,923	70	,699		
	Gesamt	101,740	83			
TM dt/ha	Zwischen den Gruppen	4834,490	13	371,884	6,419	,000
	Innerhalb der Gruppen	4055,670	70	57,938		
	Gesamt	8890,161	83			

Tab. A 8.13: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 1. Schnitt, Sortenversuch Gießen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	2,220	13	,171	1,670	,124
	Innerhalb der Gruppen	2,863	28	,102		
	Gesamt	5,083	41			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,126	13	,010	2,446	,023
	Innerhalb der Gruppen	,111	28	,004		
	Gesamt	,237	41			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,004	13	,000	6,403	,000
	Innerhalb der Gruppen	,001	28	,000		
	Gesamt	,006	41			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,085	13	,007	2,685	,014
	Innerhalb der Gruppen	,068	28	,002		
	Gesamt	,152	41			

Tab. A 8.14: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 2. Schnitt, Sortenversuch Gießen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	7,103	13	,546	1,574	,153
	Innerhalb der Gruppen	9,721	28	,347		
	Gesamt	16,824	41			
Gesamt-Flavonoid	Zwischen den Gruppen	,367	13	,028	,938	,530
	Innerhalb der Gruppen	,843	28	,030		
	Gesamt	1,211	41			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,005	13	,000	2,721	,013
	Innerhalb der Gruppen	,004	28	,000		
	Gesamt	,010	41			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,078	13	,006	,581	,849
	Innerhalb der Gruppen	,290	28	,010		
	Gesamt	,368	41			

Tab. A 8.15: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (Summe aus 2 Schnitten), Sortenversuch Gießen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	7,723	13	,594	1,824	,056
	Innerhalb der Gruppen	22,798	70	,326		
	Gesamt	30,521	83			
Gesamt-Flavonoid	Zwischen den Gruppen	,313	13	,024	,980	,479
	Innerhalb der Gruppen	1,718	70	,025		
	Gesamt	2,031	83			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,008	13	,001	4,211	,000
	Innerhalb der Gruppen	,010	70	,000		
	Gesamt	,018	83			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,123	13	,009	1,193	,302
	Innerhalb der Gruppen	,553	70	,008		
	Gesamt	,676	83			

8.1.1.3 Sortenversuch Gießen 2003

Tab. A 8.16: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl und zum Drogenertrag (1. Schnitt), Sortenversuch Gießen 2003

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	2,504	12	,209	8,904	,000
	Innerhalb der Gruppen	,609	26	,023		
	Gesamt	3,113	38			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	3965,756	12	330,480	16,017	,000
	Innerhalb der Gruppen	536,458	26	20,633		
	Gesamt	4502,215	38			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	16,298	12	1,358	1,318	,267
	Innerhalb der Gruppen	26,792	26	1,030		
	Gesamt	43,090	38			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	4608,893	12	384,074	11,069	,000
	Innerhalb der Gruppen	902,169	26	34,699		
	Gesamt	5511,061	38			

Tab. A 8.17: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl und zum Drogenertrag (2. Schnitt), Sortenversuch Gießen 2003

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,353	12	,029	5,974	,000
	Innerhalb der Gruppen	,128	26	,005		
	Gesamt	,482	38			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	4107,641	12	342,303	1,502	,186
	Innerhalb der Gruppen	5925,333	26	227,897		
	Gesamt	10032,974	38			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	201,099	12	16,758	1,542	,172
	Innerhalb der Gruppen	282,500	26	10,865		
	Gesamt	483,599	38			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	3268,079	12	272,340	19,400	,000
	Innerhalb der Gruppen	364,991	26	14,038		
	Gesamt	3633,070	38			

Tab. A 8.18: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl und zum Drogenertrag (Summe aus 2 Schnitten), Sortenversuch Gießen 2003

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	2,177	12	,181	7,458	,000
	Innerhalb der Gruppen	1,581	65	,024		
	Gesamt	3,758	77			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	6849,013	12	570,751	3,810	,000
	Innerhalb der Gruppen	9737,458	65	149,807		
	Gesamt	16586,471	77			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	141,114	12	11,759	1,008	,452
	Innerhalb der Gruppen	758,271	65	11,666		
	Gesamt	899,385	77			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	7617,846	12	634,820	18,383	,000
	Innerhalb der Gruppen	2244,640	65	34,533		
	Gesamt	9862,486	77			

Tab. A 8.19: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 1. Schnitt, Sortenversuch Gießen 2003

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	5,238	12	,436	4,114	,001
	Innerhalb der Gruppen	2,758	26	,106		
	Gesamt	7,996	38			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,136	12	,011	1,479	,195
	Innerhalb der Gruppen	,199	26	,008		
	Gesamt	,335	38			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,008	12	,001	8,821	,000
	Innerhalb der Gruppen	,002	26	,000		
	Gesamt	,009	38			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,042	12	,004	2,732	,016
	Innerhalb der Gruppen	,033	26	,001		
	Gesamt	,076	38			

Tab. A 8.20: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 2. Schnitt, Sortenversuch Gießen 2003

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	9,690	12	,807	7,550	,000
	Innerhalb der Gruppen	2,781	26	,107		
	Gesamt	12,470	38			
Gesamt-Flavonoid	Zwischen den Gruppen	,250	12	,021	2,687	,017
	Innerhalb der Gruppen	,202	26	,008		
	Gesamt	,452	38			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,008	12	,001	13,722	,000
	Innerhalb der Gruppen	,001	26	,000		
	Gesamt	,009	38			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,118	12	,010	3,319	,005
	Innerhalb der Gruppen	,077	26	,003		
	Gesamt	,195	38			

Tab. A 8.21: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (Summe aus 2 Schnitten), Sortenversuch Gießen 2003

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	11,411	12	,951	4,572	,000
	Innerhalb der Gruppen	13,520	65	,208		
	Gesamt	24,930	77			
Gesamt-Flavonoid	Zwischen den Gruppen	,260	12	,022	1,440	,171
	Innerhalb der Gruppen	,978	65	,015		
	Gesamt	1,238	77			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,014	12	,001	17,082	,000
	Innerhalb der Gruppen	,004	65	,000		
	Gesamt	,018	77			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,110	12	,009	2,375	,013
	Innerhalb der Gruppen	,250	65	,004		
	Gesamt	,360	77			

8.1.1.4 Sortenversuch Rauschholzhausen 2001

Tab. A 8.22: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl, Blattbreite, Blattlänge, CCI, zum LAI und Drogenertrag (1. Schnitt), Sortenversuch Rauschholzhausen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,231	9	,026	4,729	,002
	Innerhalb der Gruppen	,109	20	,005		
	Gesamt	,340	29			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	5689,598	9	632,178	3,299	,013
	Innerhalb der Gruppen	3832,813	20	191,641		
	Gesamt	9522,411	29			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	782,133	9	86,904	2,446	,046
	Innerhalb der Gruppen	710,667	20	35,533		
	Gesamt	1492,800	29			
Blattlänge/Pflanze	Zwischen den Gruppen	13332,307	9	1481,367	6,715	,000
	Innerhalb der Gruppen	4412,290	20	220,614		
	Gesamt	17744,597	29			
Blattbreite/Pflanze	Zwischen den Gruppen	1115,818	9	123,980	3,175	,015
	Innerhalb der Gruppen	780,909	20	39,045		
	Gesamt	1896,727	29			
LAI	Zwischen den Gruppen	12,791	9	1,421	5,056	,001
	Innerhalb der Gruppen	5,622	20	,281		
	Gesamt	18,412	29			
CCI	Zwischen den Gruppen	922,778	9	102,531	5,023	,001
	Innerhalb der Gruppen	408,223	20	20,411		
	Gesamt	1331,001	29			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	3549,548	9	394,394	2,480	,044
	Innerhalb der Gruppen	3179,998	20	159,000		
	Gesamt	6729,546	29			

Tab. A 8.23: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl, Blattbreite, Blattlänge, CCI, zum LAI und Drogenertrag (2. Schnitt), Sortenversuch Rauischholzhausen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,000	9	,000	.	.
	Innerhalb der Gruppen	,000	20	,000		
	Gesamt	,000	29			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	263,000	9	29,222	,394	,924
	Innerhalb der Gruppen	1484,417	20	74,221		
	Gesamt	1747,417	29			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	342,800	9	38,089	1,705	,153
	Innerhalb der Gruppen	446,667	20	22,333		
	Gesamt	789,467	29			
Blattlänge/Pflanze	Zwischen den Gruppen	1263,242	9	140,360	,578	,799
	Innerhalb der Gruppen	4853,500	20	242,675		
	Gesamt	6116,742	29			
Blattbreite/Pflanze	Zwischen den Gruppen	686,375	9	76,264	1,829	,125
	Innerhalb der Gruppen	833,750	20	41,687		
	Gesamt	1520,125	29			
LAI	Zwischen den Gruppen	3,153	9	,350	14,299	,000
	Innerhalb der Gruppen	,490	20	,025		
	Gesamt	3,643	29			
CCI	Zwischen den Gruppen	2328,463	9	258,718	7,271	,000
	Innerhalb der Gruppen	711,640	20	35,582		
	Gesamt	3040,103	29			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	342,937	9	38,104	,269	,976
	Innerhalb der Gruppen	2834,298	20	141,715		
	Gesamt	3177,235	29			

Tab. A 8.24: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl, Blattbreite, Blattlänge, CCI, zum LAI und Drogenertrag (Summe aus 2 Schnitten), Sortenversuch Rauschholzhausen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,116	9	,013	2,640	,014
	Innerhalb der Gruppen	,243	50	,005		
	Gesamt	,359	59			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	947,667	9	105,296	2,826	,009
	Innerhalb der Gruppen	1862,667	50	37,253		
	Gesamt	2810,333	59			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	3902,342	9	433,594	1,392	,217
	Innerhalb der Gruppen	15576,908	50	311,538		
	Gesamt	19479,250	59			
Blattlänge/Pflanze	Zwischen den Gruppen	9073,433	9	1008,159	1,745	,103
	Innerhalb der Gruppen	28878,937	50	577,579		
	Gesamt	37952,370	59			
Blattbreite/Pflanze	Zwischen den Gruppen	1448,715	9	160,968	2,515	,018
	Innerhalb der Gruppen	3199,844	50	63,997		
	Gesamt	4648,559	59			
LAI	Zwischen den Gruppen	13,580	9	1,509	5,884	,000
	Innerhalb der Gruppen	12,822	50	,256		
	Gesamt	26,402	59			
CCI	Zwischen den Gruppen	1930,238	9	214,471	3,741	,001
	Innerhalb der Gruppen	2866,467	50	57,329		
	Gesamt	4796,705	59			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	2490,205	9	276,689	1,663	,123
	Innerhalb der Gruppen	8321,392	50	166,428		
	Gesamt	10811,597	59			

Tab. A 8.25: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 1. Schnitt, Sortenversuch Rauschholzhausen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	3,262	9	,362	1,104	,403
	Innerhalb der Gruppen	6,565	20	,328		
	Gesamt	9,828	29			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,119	9	,013	1,757	,141
	Innerhalb der Gruppen	,151	20	,008		
	Gesamt	,270	29			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,001	9	,000	5,039	,001
	Innerhalb der Gruppen	,001	20	,000		
	Gesamt	,002	29			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,026	9	,003	,884	,555
	Innerhalb der Gruppen	,066	20	,003		
	Gesamt	,093	29			

Tab. A 8.26: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 2. Schnitt, Sortenversuch Rauschholzhausen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	,629	9	,070	6,659	,000
	Innerhalb der Gruppen	,210	20	,010		
	Gesamt	,839	29			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,057	9	,006	3,536	,009
	Innerhalb der Gruppen	,036	20	,002		
	Gesamt	,092	29			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,000	9	,000	4,659	,002
	Innerhalb der Gruppen	,000	20	,000		
	Gesamt	,000	29			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,019	9	,002	6,916	,000
	Innerhalb der Gruppen	,006	20	,000		
	Gesamt	,025	29			

8.1.1.5 Sortenversuch Rauschholzhausen 2002

Tab. A 8.27: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Blattanzahl, Wuchshöhe, Blattlänge, Blattbreite und zum Drogenertrag (1. Schnitt), Sortenversuch Rauschholzhausen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,004	13	,000	,938	,529
	Innerhalb der Gruppen	,008	28	,000		
	Gesamt	,012	41			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	146,327	13	11,256	1,825	,089
	Innerhalb der Gruppen	172,708	28	6,168		
	Gesamt	319,036	41			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	8271,310	13	636,255	3,937	,001
	Innerhalb der Gruppen	4525,208	28	161,615		
	Gesamt	12796,518	41			
Blattlänge/Pflanze	Zwischen den Gruppen	2423,893	13	186,453	,665	,779
	Innerhalb der Gruppen	7850,000	28	280,357		
	Gesamt	10273,893	41			
Blattbreite/Pflanze	Zwischen den Gruppen	734,436	13	56,495	1,086	,409
	Innerhalb der Gruppen	1457,000	28	52,036		
	Gesamt	2191,436	41			
LAI	Zwischen den Gruppen	51,243	13	3,942	2,599	,017
	Innerhalb der Gruppen	42,471	28	1,517		
	Gesamt	93,714	41			

Tab. A 8.28: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Blattanzahl, Wuchshöhe, Blattlänge, Blattbreite und zum Drogenertrag (2. Schnitt), Sortenversuch Rauschholzhausen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,276	13	,021	3,771	,002
	Innerhalb der Gruppen	,158	28	,006		
	Gesamt	,434	41			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	311,984	13	23,999	1,114	,388
	Innerhalb der Gruppen	603,083	28	21,539		
	Gesamt	915,067	41			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	3914,775	13	301,137	4,681	,000
	Innerhalb der Gruppen	1801,250	28	64,330		
	Gesamt	5716,025	41			
Blattlänge/Pflanze	Zwischen den Gruppen	,000	13	,000	.	.
	Innerhalb der Gruppen	,000	28	,000		
	Gesamt	,000	41			
Blattbreite/Pflanze	Zwischen den Gruppen	,000	13	,000	.	.
	Innerhalb der Gruppen	,000	28	,000		
	Gesamt	,000	41			
LAI	Zwischen den Gruppen	44,520	13	3,425	2,284	,033
	Innerhalb der Gruppen	41,981	28	1,499		
	Gesamt	86,501	41			

Tab. A 8.29: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 1. Schnitt, Sortenversuch Rauschholzhausen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	7,801	13	,600	,990	,485
	Innerhalb der Gruppen	16,973	28	,606		
	Gesamt	24,774	41			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,111	13	,009	,302	,987
	Innerhalb der Gruppen	,793	28	,028		
	Gesamt	,904	41			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,007	13	,001	9,810	,000
	Innerhalb der Gruppen	,002	28	,000		
	Gesamt	,009	41			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,171	13	,013	1,277	,283
	Innerhalb der Gruppen	,289	28	,010		
	Gesamt	,460	41			

Tab. A 8.30: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 2. Schnitt, Sortenversuch Rauschholzhausen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	,239	13	,018	1,849	,084
	Innerhalb der Gruppen	,278	28	,010		
	Gesamt	,517	41			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,035	13	,003	4,171	,001
	Innerhalb der Gruppen	,018	28	,001		
	Gesamt	,053	41			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,006	13	,000	2,610	,016
	Innerhalb der Gruppen	,005	28	,000		
	Gesamt	,010	41			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,006	13	,000	2,842	,010
	Innerhalb der Gruppen	,005	28	,000		
	Gesamt	,011	41			

8.1.1.6 Sortenversuch Rauschholzhausen 2003

Tab. A 8.31: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl und zum Drogenertrag (1. Schnitt), Sortenversuch Rauschholzhausen 2003

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,047	12	,004	2,336	,034
	Innerhalb der Gruppen	,043	26	,002		
	Gesamt	,090	38			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	28,548	12	2,379	,530	,876
	Innerhalb der Gruppen	116,792	26	4,492		
	Gesamt	145,340	38			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	3992,189	12	332,682	4,295	,001
	Innerhalb der Gruppen	2014,083	26	77,465		
	Gesamt	6006,272	38			
Blattlänge/Pflanze	Zwischen den Gruppen	10709,981	12	892,498	10,355	,000
	Innerhalb der Gruppen	2241,042	26	86,194		
	Gesamt	12951,022	38			
Blattbreite/Pflanze	Zwischen den Gruppen	1052,875	12	87,740	5,450	,000
	Innerhalb der Gruppen	418,542	26	16,098		
	Gesamt	1471,417	38			
CCI	Zwischen den Gruppen	1777,191	12	148,099	4,393	,001
	Innerhalb der Gruppen	876,493	26	33,711		
	Gesamt	2653,684	38			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	7450,547	12	620,879	6,201	,000
	Innerhalb der Gruppen	2603,403	26	100,131		
	Gesamt	10053,951	38			

Tab. A 8.32: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl und zum Drogenertrag (2. Schnitt), Sortenversuch Rauschholzhausen 2003

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,062	12	,005	3,015	,009
	Innerhalb der Gruppen	,045	26	,002		
	Gesamt	,107	38			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	230,942	12	19,245	2,264	,040
	Innerhalb der Gruppen	221,042	26	8,502		
	Gesamt	451,984	38			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	3914,292	12	326,191	6,305	,000
	Innerhalb der Gruppen	1345,083	26	51,734		
	Gesamt	5259,375	38			
Blattlänge/Pflanze	Zwischen den Gruppen	6729,644	12	560,804	6,552	,000
	Innerhalb der Gruppen	2225,500	26	85,596		
	Gesamt	8955,144	38			
Blattbreite/Pflanze	Zwischen den Gruppen	815,683	12	67,974	2,119	,053
	Innerhalb der Gruppen	834,000	26	32,077		
	Gesamt	1649,683	38			
CCI	Zwischen den Gruppen	2701,984	12	225,165	7,688	,000
	Innerhalb der Gruppen	761,453	26	29,287		
	Gesamt	3463,437	38			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	3797,099	12	316,425	7,560	,000
	Innerhalb der Gruppen	1088,269	26	41,857		
	Gesamt	4885,368	38			

Tab. A 8.33: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 1. Schnitt, Sortenversuch Rauschholzhausen 2003

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	11,471	12	,956	8,094	,000
	Innerhalb der Gruppen	3,071	26	,118		
	Gesamt	14,542	38			
Gesamt-Flavonoid	Zwischen den Gruppen	,196	12	,016	4,434	,001
	Innerhalb der Gruppen	,096	26	,004		
	Gesamt	,292	38			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,020	12	,002	8,112	,000
	Innerhalb der Gruppen	,005	26	,000		
	Gesamt	,025	38			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,070	12	,006	2,006	,067
	Innerhalb der Gruppen	,075	26	,003		
	Gesamt	,145	38			

Tab. A 8.34: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid Verbindungen zum 2. Schnitt, Sortenversuch Rauschholzhausen 2003

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	2,479	12	,207	6,178	,000
	Innerhalb der Gruppen	,869	26	,033		
	Gesamt	3,349	38			
Gesamt-Flavonoid	Zwischen den Gruppen	,044	12	,004	,903	,556
	Innerhalb der Gruppen	,106	26	,004		
	Gesamt	,151	38			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,002	12	,000	5,206	,000
	Innerhalb der Gruppen	,001	26	,000		
	Gesamt	,002	38			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,016	12	,001	1,331	,260
	Innerhalb der Gruppen	,026	26	,001		
	Gesamt	,043	38			

8.1.1.7 Sortenversuch Groß-Gerau 2001

Tab. A 8.35: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl und zum Drogenertag (1. Schnitt), Sortenversuch Groß-Gerau 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,000	15	,000	.	.
	Innerhalb der Gruppen	,000	32	,000		
	Gesamt	,000	47			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	9155,232	15	610,349	14,769	,000
	Innerhalb der Gruppen	1322,434	32	41,326		
	Gesamt	10477,667	47			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	177,352	15	11,823	6,380	,000
	Innerhalb der Gruppen	59,307	32	1,853		
	Gesamt	236,659	47			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	3680,856	15	245,390	14,695	,000
	Innerhalb der Gruppen	534,364	32	16,699		
	Gesamt	4215,220	47			

Tab. A 8.36: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe, Blattanzahl und zum Drogenertrag (2. Schnitt), Sortenversuch Groß-Gerau 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,001	15	,000	1,000	,479
	Innerhalb der Gruppen	,002	32	,000		
	Gesamt	,002	47			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	9762,490	15	650,833	15,502	,000
	Innerhalb der Gruppen	1343,487	32	41,984		
	Gesamt	11105,977	47			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	99,533	15	6,636	3,401	,002
	Innerhalb der Gruppen	62,427	32	1,951		
	Gesamt	161,960	47			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	2395,367	15	159,691	27,369	,000
	Innerhalb der Gruppen	186,710	32	5,835		
	Gesamt	2582,077	47			

Tab. A 8.37: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 1. Schnitt, Sortenversuch Groß-Gerau 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	31,222	15	2,081	1,877	,066
	Innerhalb der Gruppen	35,488	32	1,109		
	Gesamt	66,709	47			
Gesamt-Flavonoid	Zwischen den Gruppen	,536	15	,036	2,291	,024
	Innerhalb der Gruppen	,499	32	,016		
	Gesamt	1,034	47			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,023	15	,002	10,725	,000
	Innerhalb der Gruppen	,005	32	,000		
	Gesamt	,027	47			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,392	15	,026	2,564	,012
	Innerhalb der Gruppen	,326	32	,010		
	Gesamt	,718	47			

Tab. A 8.38: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 2. Schnitt, Sortenversuch Groß-Gerau 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	24,961	15	1,664	7,967	,000
	Innerhalb der Gruppen	6,684	32	,209		
	Gesamt	31,645	47			
Gesamt-Flavonoid	Zwischen den Gruppen	,409	15	,027	4,286	,000
	Innerhalb der Gruppen	,203	32	,006		
	Gesamt	,612	47			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,003	15	,000	5,973	,000
	Innerhalb der Gruppen	,001	32	,000		
	Gesamt	,004	47			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,079	15	,005	2,799	,007
	Innerhalb der Gruppen	,060	32	,002		
	Gesamt	,140	47			

8.1.1.8 Sortenversuch Groß-Gerau 2002

Tab. A 8.39: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Blattanzahl, Wuchshöhe, zum LAI und Drogenertrag (1. Schnitt), Sortenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,062	10	,006	6,409	,000
	Innerhalb der Gruppen	,021	22	,001		
	Gesamt	,083	32			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	77,177	10	7,718	4,485	,002
	Innerhalb der Gruppen	37,858	22	1,721		
	Gesamt	115,036	32			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	4161,488	10	416,149	8,895	,000
	Innerhalb der Gruppen	1029,227	22	46,783		
	Gesamt	5190,715	32			
LAI	Zwischen den Gruppen	16,022	10	1,602	7,617	,000
	Innerhalb der Gruppen	4,627	22	,210		
	Gesamt	20,649	32			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	1498,975	10	149,898	16,515	,000
	Innerhalb der Gruppen	199,684	22	9,077		
	Gesamt	1698,659	32			

Tab. A 8.40: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Blattanzahl, Wuchshöhe, zum LAI und Drogenertrag (2. Schnitt), Sortenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	1,255	10	,125	25,450	,000
	Innerhalb der Gruppen	,108	22	,005		
	Gesamt	1,363	32			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	490,262	10	49,026	2,836	,020
	Innerhalb der Gruppen	380,293	22	17,286		
	Gesamt	870,555	32			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	6260,489	10	626,049	24,483	,000
	Innerhalb der Gruppen	562,553	22	25,571		
	Gesamt	6823,042	32			
LAI	Zwischen den Gruppen	71,573	10	7,157	27,782	,000
	Innerhalb der Gruppen	5,668	22	,258		
	Gesamt	77,241	32			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	4136,383	10	413,638	11,127	,000
	Innerhalb der Gruppen	817,850	22	37,175		
	Gesamt	4954,233	32			

Tab. A 8.41: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Blattanzahl, Wuchshöhe, zum LAI und Drogenertrag (3. Schnitt), Sortenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,001	10	,000	,900	,549
	Innerhalb der Gruppen	,003	22	,000		
	Gesamt	,005	32			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	195,425	10	19,543	1,707	,142
	Innerhalb der Gruppen	251,813	22	11,446		
	Gesamt	447,239	32			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	1212,129	10	121,213	14,331	,000
	Innerhalb der Gruppen	186,080	22	8,458		
	Gesamt	1398,209	32			
LAI	Zwischen den Gruppen	4,993	10	,499	1,930	,095
	Innerhalb der Gruppen	5,691	22	,259		
	Gesamt	10,684	32			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	198,559	10	19,856	13,599	,000
	Innerhalb der Gruppen	32,123	22	1,460		
	Gesamt	230,682	32			

Tab. A 8.42: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 1. Schnitt, Sortenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	10,962	10	1,096	1,062	,429
	Innerhalb der Gruppen	22,704	22	1,032		
	Gesamt	33,666	32			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,381	10	,038	1,833	,114
	Innerhalb der Gruppen	,457	22	,021		
	Gesamt	,838	32			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,004	10	,000	2,258	,053
	Innerhalb der Gruppen	,004	22	,000		
	Gesamt	,008	32			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,378	10	,038	2,693	,025
	Innerhalb der Gruppen	,309	22	,014		
	Gesamt	,686	32			

Tab. A 8.43: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 2. Schnitt, Sortenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	15,710	10	1,571	1,986	,086
	Innerhalb der Gruppen	17,404	22	,791		
	Gesamt	33,114	32			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,188	10	,019	2,036	,079
	Innerhalb der Gruppen	,203	22	,009		
	Gesamt	,390	32			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,004	10	,000	3,890	,004
	Innerhalb der Gruppen	,002	22	,000		
	Gesamt	,006	32			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,150	10	,015	3,610	,006
	Innerhalb der Gruppen	,091	22	,004		
	Gesamt	,241	32			

Tab. A 8.44: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 3. Schnitt, Sortenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	,717	10	,072	1,202	,342
	Innerhalb der Gruppen	1,313	22	,060		
	Gesamt	2,030	32			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,105	10	,011	,710	,706
	Innerhalb der Gruppen	,327	22	,015		
	Gesamt	,432	32			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,000	10	,000	2,492	,036
	Innerhalb der Gruppen	,000	22	,000		
	Gesamt	,000	32			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,070	10	,007	3,599	,006
	Innerhalb der Gruppen	,043	22	,002		
	Gesamt	,113	32			

8.1.2 Saatzeitenversuche

8.1.2.1 Saatzeitenversuch Gießen 2001

Tab. A 8.45: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Blattanzahl, zum CCI, zum LAI und zum Drogenertrag (1. Schnitt), Saatzeitenversuch Gießen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	1,928	3	,643	8,076	,008
	Innerhalb der Gruppen	,637	8	,080		
	Gesamt	2,565	11			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	36,863	3	12,288	3,812	,058
	Innerhalb der Gruppen	25,787	8	3,223		
	Gesamt	62,650	11			
CCI	Zwischen den Gruppen	289,574	3	96,525	3,927	,054
	Innerhalb der Gruppen	196,660	8	24,582		
	Gesamt	486,234	11			
LAI	Zwischen den Gruppen	2,183	3	,728	44,565	,000
	Innerhalb der Gruppen	,131	8	,016		
	Gesamt	2,313	11			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	55,956	3	18,652	1,235	,359
	Innerhalb der Gruppen	120,797	8	15,100		
	Gesamt	176,752	11			

Tab. A 8.46: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Blattanzahl, zum CCI, zum LAI und zum Drogenertrag (2. Schnitt), Saatzeitenversuch Gießen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	3,623	3	1,208	6,765	,000
	Innerhalb der Gruppen	,143	8	,018		
	Gesamt	3,766	11			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	71,307	3	23,769	1,541	,277
	Innerhalb der Gruppen	123,375	8	15,422		
	Gesamt	194,682	11			
CCI	Zwischen den Gruppen	540,914	3	180,305	8,550	,007
	Innerhalb der Gruppen	168,708	8	21,089		
	Gesamt	709,622	11			
LAI	Zwischen den Gruppen	,193	3	,064	,995	,443
	Innerhalb der Gruppen	,518	8	,065		
	Gesamt	,712	11			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	113,238	3	37,746	2,875	,103
	Innerhalb der Gruppen	105,015	8	13,127		
	Gesamt	218,253	11			

Tab. A 8.47: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Blattanzahl, zum CCI, zum LAI und zum Drogenertrag (Summe aus 2 Schnitten), Saatzeitenversuch Gießen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	1,321	3	,440	1,757	,188
	Innerhalb der Gruppen	5,015	20	,251		
	Gesamt	6,336	23			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	86,406	3	28,802	2,205	,119
	Innerhalb der Gruppen	261,214	20	13,061		
	Gesamt	347,620	23			
CCI	Zwischen den Gruppen	89,629	3	29,876	,502	,685
	Innerhalb der Gruppen	1189,892	20	59,495		
	Gesamt	1279,520	23			
LAI	Zwischen den Gruppen	1,621	3	,540	7,523	,001
	Innerhalb der Gruppen	1,436	20	,072		
	Gesamt	3,057	23			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	123,026	3	41,009	2,156	,125
	Innerhalb der Gruppen	380,482	20	19,024		
	Gesamt	503,507	23			

Tab. A 8.48: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 1. Schnitt, Saatzeitenversuch Gießen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	,676	3	,225	3,396	,074
	Innerhalb der Gruppen	,531	8	,066		
	Gesamt	1,207	11			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,049	3	,016	12,300	,002
	Innerhalb der Gruppen	,011	8	,001		
	Gesamt	,060	11			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,002	3	,001	2,140	,173
	Innerhalb der Gruppen	,003	8	,000		
	Gesamt	,005	11			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,000	3	,000	1,991	,194
	Innerhalb der Gruppen	,000	8	,000		
	Gesamt	,000	11			

Tab. A 8.49: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen zum 2. Schnitt, Saatzeitenversuch Gießen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	1,811	3	,604	17,981	,001
	Innerhalb der Gruppen	,269	8	,034		
	Gesamt	2,079	11			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,079	3	,026	10,776	,003
	Innerhalb der Gruppen	,020	8	,002		
	Gesamt	,098	11			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,004	3	,001	30,667	,000
	Innerhalb der Gruppen	,000	8	,000		
	Gesamt	,004	11			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,000	3	,000	3,747	,060
	Innerhalb der Gruppen	,000	8	,000		
	Gesamt	,000	11			

Tab. A 8.50: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (Summe aus 2 Schnitten), Saatzeitenversuch Gießen 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	2,149	3	,716	4,353	,016
	Innerhalb der Gruppen	3,291	20	,165		
	Gesamt	5,440	23			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,123	3	,041	7,878	,001
	Innerhalb der Gruppen	,104	20	,005		
	Gesamt	,227	23			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,000	3	,000	,101	,958
	Innerhalb der Gruppen	,011	20	,001		
	Gesamt	,011	23			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,000	3	,000	2,922	,059
	Innerhalb der Gruppen	,000	20	,000		
	Gesamt	,000	23			

8.1.2.2 Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001

Tab. A 8.51: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (1. Schnitt), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,662	3	,221	9,328	,005
	Innerhalb der Gruppen	,189	8	,024		
	Gesamt	,852	11			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	630,123	3	210,041	16,039	,001
	Innerhalb der Gruppen	104,767	8	13,096		
	Gesamt	734,889	11			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	15,317	3	5,106	,464	,715
	Innerhalb der Gruppen	88,000	8	11,000		
	Gesamt	103,317	11			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	558,042	3	186,014	12,387	,002
	Innerhalb der Gruppen	120,132	8	15,016		
	Gesamt	678,174	11			

Tab. A 8.52: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (2. Schnitt), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,980	2	,490	16,887	,003
	Innerhalb der Gruppen	,174	6	,029		
	Gesamt	1,154	8			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	38,516	2	19,258	2,436	,168
	Innerhalb der Gruppen	47,440	6	7,907		
	Gesamt	85,956	8			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	94,409	2	47,204	12,584	,007
	Innerhalb der Gruppen	22,507	6	3,751		
	Gesamt	116,916	8			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	87,223	2	43,611	17,629	,003
	Innerhalb der Gruppen	14,843	6	2,474		
	Gesamt	102,066	8			

Tab. A 8.53: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (Summe aus 2 Schnitten), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	1,735	3	,578	6,393	,003
	Innerhalb der Gruppen	2,081	23	,090		
	Gesamt	3,816	26			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	1007,352	3	335,784	36,219	,000
	Innerhalb der Gruppen	213,231	23	9,271		
	Gesamt	1220,583	26			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	49,256	3	16,419	1,320	,292
	Innerhalb der Gruppen	286,062	23	12,437		
	Gesamt	335,319	26			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	49,320	3	16,440	,131	,941
	Innerhalb der Gruppen	2885,794	23	125,469		
	Gesamt	2935,114	26			

Tab. A 8.54: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (1. Schnitt), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	1,797	3	,599	3,095	,089
	Innerhalb der Gruppen	1,549	8	,194		
	Gesamt	3,346	11			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,107	3	,036	11,069	,003
	Innerhalb der Gruppen	,026	8	,003		
	Gesamt	,133	11			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,005	3	,002	20,565	,000
	Innerhalb der Gruppen	,001	8	,000		
	Gesamt	,006	11			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,004	3	,001	,643	,609
	Innerhalb der Gruppen	,017	8	,002		
	Gesamt	,021	11			

Tab. A 8.55: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (2. Schnitt), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	6,127	3	2,042	5,584	,000
	Innerhalb der Gruppen	,293	8	,037		
	Gesamt	6,420	11			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,138	3	,046	12,961	,002
	Innerhalb der Gruppen	,028	8	,004		
	Gesamt	,167	11			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,002	3	,001	4,320	,043
	Innerhalb der Gruppen	,001	8	,000		
	Gesamt	,003	11			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,018	3	,006	3,161	,086
	Innerhalb der Gruppen	,015	8	,002		
	Gesamt	,033	11			

Tab. A 8.56: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (Summe aus 2 Schnitten), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2001

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	,454	3	,151	,155	,926
	Innerhalb der Gruppen	25,438	26	,978		
	Gesamt	25,892	29			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,138	3	,046	3,811	,022
	Innerhalb der Gruppen	,315	26	,012		
	Gesamt	,453	29			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,002	3	,001	,447	,722
	Innerhalb der Gruppen	,035	26	,001		
	Gesamt	,037	29			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,008	3	,003	,897	,456
	Innerhalb der Gruppen	,080	26	,003		
	Gesamt	,089	29			

8.1.2.3 Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002

Tab. A 8.57: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertag (1. Schnitt), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,621	3	,207	3,922	,054
	Innerhalb der Gruppen	,423	8	,053		
	Gesamt	1,044	11			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	294,197	3	98,066	3,027	,093
	Innerhalb der Gruppen	259,200	8	32,400		
	Gesamt	553,397	11			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	5,930	3	1,977	,563	,655
	Innerhalb der Gruppen	28,107	8	3,513		
	Gesamt	34,037	11			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	153,776	3	51,259	1,566	,272
	Innerhalb der Gruppen	261,855	8	32,732		
	Gesamt	415,632	11			

Tab. A 8.58: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (2. Schnitt), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,212	3	,071	1,617	,261
	Innerhalb der Gruppen	,349	8	,044		
	Gesamt	,561	11			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	61,877	3	20,626	,518	,681
	Innerhalb der Gruppen	318,320	8	39,790		
	Gesamt	380,197	11			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	191,130	3	63,710	1,081	,410
	Innerhalb der Gruppen	471,360	8	58,920		
	Gesamt	662,490	11			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	42,874	3	14,291	,959	,458
	Innerhalb der Gruppen	119,238	8	14,905		
	Gesamt	162,112	11			

Tab. A 8.59: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (3. Schnitt), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,001	3	,000	1,000	,441
	Innerhalb der Gruppen	,002	8	,000		
	Gesamt	,002	11			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	8,730	3	2,910	,259	,853
	Innerhalb der Gruppen	89,947	8	11,243		
	Gesamt	98,677	11			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	212,667	3	70,889	2,008	,192
	Innerhalb der Gruppen	282,480	8	35,310		
	Gesamt	495,147	11			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	3,414	3	1,138	,311	,817
	Innerhalb der Gruppen	29,259	8	3,657		
	Gesamt	32,673	11			

Tab. A 8.60: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (Summe aus 3 Schnitten), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,430	3	,143	1,951	,141
	Innerhalb der Gruppen	2,349	32	,073		
	Gesamt	2,779	35			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	174,297	3	58,099	,622	,606
	Innerhalb der Gruppen	2987,902	32	93,372		
	Gesamt	3162,199	35			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	259,258	3	86,419	2,232	,104
	Innerhalb der Gruppen	1238,898	32	38,716		
	Gesamt	1498,156	35			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	38,507	3	12,836	,247	,863
	Innerhalb der Gruppen	1661,855	32	51,933		
	Gesamt	1700,362	35			

Tab. A 8.61: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (1. Schnitt), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	2,503	3	,834	2,376	,146
	Innerhalb der Gruppen	2,809	8	,351		
	Gesamt	5,313	11			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,014	3	,005	,380	,771
	Innerhalb der Gruppen	,097	8	,012		
	Gesamt	,111	11			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,001	3	,000	1,634	,257
	Innerhalb der Gruppen	,001	8	,000		
	Gesamt	,002	11			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,010	3	,003	1,234	,359
	Innerhalb der Gruppen	,021	8	,003		
	Gesamt	,031	11			

Tab. A 8.62: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (2. Schnitt), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	,399	3	,133	,312	,816
	Innerhalb der Gruppen	3,407	8	,426		
	Gesamt	3,805	11			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,013	3	,004	,458	,719
	Innerhalb der Gruppen	,077	8	,010		
	Gesamt	,090	11			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,001	3	,000	2,846	,105
	Innerhalb der Gruppen	,001	8	,000		
	Gesamt	,002	11			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,002	3	,001	,166	,916
	Innerhalb der Gruppen	,024	8	,003		
	Gesamt	,026	11			

Tab. A 8.63: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (3. Schnitt), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	,389	3	,130	1,216	,365
	Innerhalb der Gruppen	,854	8	,107		
	Gesamt	1,243	11			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,008	3	,003	,855	,502
	Innerhalb der Gruppen	,024	8	,003		
	Gesamt	,032	11			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,000	3	,000	1,235	,359
	Innerhalb der Gruppen	,001	8	,000		
	Gesamt	,001	11			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,011	3	,004	1,175	,378
	Innerhalb der Gruppen	,025	8	,003		
	Gesamt	,035	11			

Tab. A 8.64: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (Summe aus 3 Schnitten), Saatzeitenversuch Groß-Gerau 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	,208	3	,069	,092	,964
	Innerhalb der Gruppen	24,109	32	,753		
	Gesamt	24,317	35			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,010	3	,003	,256	,857
	Innerhalb der Gruppen	,410	32	,013		
	Gesamt	,420	35			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,000	3	,000	,309	,819
	Innerhalb der Gruppen	,009	32	,000		
	Gesamt	,010	35			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,010	3	,003	,796	,505
	Innerhalb der Gruppen	,127	32	,004		
	Gesamt	,137	35			

8.1.2.4 Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002

Tab. A 8.65: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (1. Schnitt), Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	8,017	3	2,672	23,238	,000
	Innerhalb der Gruppen	,920	8	,115		
	Gesamt	8,937	11			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	583,014	2	291,507	2,474	,165
	Innerhalb der Gruppen	707,000	6	117,833		
	Gesamt	1290,014	8			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	17,104	3	5,701	2,109	,177
	Innerhalb der Gruppen	21,625	8	2,703		
	Gesamt	38,729	11			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	1017,810	3	339,270	2,376	,146
	Innerhalb der Gruppen	1142,520	8	142,815		
	Gesamt	2160,330	11			

Tab. A 8.66: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (2. Schnitt), Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	,185	3	,062	3,561	,067
	Innerhalb der Gruppen	,138	8	,017		
	Gesamt	,323	11			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	347,349	3	115,783	1,874	,212
	Innerhalb der Gruppen	494,208	8	61,776		
	Gesamt	841,557	11			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	79,021	3	26,340	6,899	,013
	Innerhalb der Gruppen	30,542	8	3,818		
	Gesamt	109,563	11			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	238,107	3	79,369	3,516	,069
	Innerhalb der Gruppen	180,573	8	22,572		
	Gesamt	418,680	11			

Tab. A 8.67: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (Summe aus 2 Schnitten), Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Schosser/m ²	Zwischen den Gruppen	3,305	3	1,102	2,132	,128
	Innerhalb der Gruppen	10,333	20	,517		
	Gesamt	13,638	23			
Wuchshöhe/Pflanze	Zwischen den Gruppen	452,330	3	150,777	1,209	,337
	Innerhalb der Gruppen	2119,938	17	124,702		
	Gesamt	2572,268	20			
Blattanzahl/Pflanze	Zwischen den Gruppen	79,583	3	26,528	4,431	,015
	Innerhalb der Gruppen	119,750	20	5,988		
	Gesamt	199,333	23			
TM (dt/ha)	Zwischen den Gruppen	678,039	3	226,013	1,307	,300
	Innerhalb der Gruppen	3459,131	20	172,957		
	Gesamt	4137,169	23			

Tab. A 8.68: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (1. Schnitt), Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	,880	3	,293	4,592	,038
	Innerhalb der Gruppen	,511	8	,064		
	Gesamt	1,392	11			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,011	3	,004	,451	,724
	Innerhalb der Gruppen	,064	8	,008		
	Gesamt	,075	11			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,000	3	,000	4,568	,038
	Innerhalb der Gruppen	,000	8	,000		
	Gesamt	,000	11			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,014	3	,005	,754	,550
	Innerhalb der Gruppen	,051	8	,006		
	Gesamt	,065	11			

Tab. A 8.69: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (2. Schnitt), Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	,275	3	,092	1,494	,288
	Innerhalb der Gruppen	,491	8	,061		
	Gesamt	,766	11			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,006	3	,002	,821	,518
	Innerhalb der Gruppen	,021	8	,003		
	Gesamt	,027	11			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,000	3	,000	,936	,467
	Innerhalb der Gruppen	,000	8	,000		
	Gesamt	,001	11			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,008	3	,003	,739	,558
	Innerhalb der Gruppen	,030	8	,004		
	Gesamt	,039	11			

Tab. A 8.70: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (Summe aus 2 Schnitten), Saatzeitenversuch Rauschholzhausen 2002

ONEWAY ANOVA		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gesamt-CCS	Zwischen den Gruppen	,719	3	,240	1,744	,190
	Innerhalb der Gruppen	2,750	20	,137		
	Gesamt	3,469	23			
Gesamt-Flavonoide	Zwischen den Gruppen	,012	3	,004	,574	,639
	Innerhalb der Gruppen	,134	20	,007		
	Gesamt	,145	23			
Cynarin	Zwischen den Gruppen	,000	3	,000	1,658	,208
	Innerhalb der Gruppen	,002	20	,000		
	Gesamt	,002	23			
Cynarosid	Zwischen den Gruppen	,014	3	,005	,829	,493
	Innerhalb der Gruppen	,115	20	,006		
	Gesamt	,129	23			

8.1.3 Standraumversuche

8.1.3.1 Standraumversuch Groß-Gerau 2001

Tab. A 8.71: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (1. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau 2001

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Schosser/m ²	,001	2	,000	,668	,525
	Blattanzahl/Pflanze	3,754	2	1,877	,655	,531
	Wuchshöhe/Pflanze	304,791	2	152,396	3,305	,060
	TM (dt/ha)	2100,377	2	1050,188	69,862	,000
Reihenweite (rw)	Schosser/m ²	,002	2	,001	1,142	,341
	Blattanzahl/Pflanze	4,643	2	2,321	,810	,460
	Wuchshöhe/Pflanze	117,916	2	58,958	1,279	,303
	TM (dt/ha)	123,643	2	61,822	4,113	,034
bd * rw	Schosser/m ²	,003	4	,001	,968	,449
	Blattanzahl/Pflanze	16,859	4	4,215	1,471	,252
	Wuchshöhe/Pflanze	89,730	4	22,433	,487	,746
	TM (dt/ha)	141,145	4	35,286	2,347	,093

Tab. A 8.72: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (2. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau 2001

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Schosser/m ²	,028	2	,014	,569	,576
	Blattanzahl/Pflanze	186,107	2	93,053	28,091	,000
	Wuchshöhe/Pflanze	168,762	2	84,381	9,104	,002
	TM (dt/ha)	266,253	2	133,127	27,263	,000
Reihenweite (rw)	Schosser/m ²	,061	2	,030	1,231	,315
	Blattanzahl/Pflanze	1,929	2	,964	,291	,751
	Wuchshöhe/Pflanze	180,482	2	90,241	9,737	,001
	TM (dt/ha)	14,904	2	7,452	1,526	,244
bd * rw	Schosser/m ²	,035	4	,009	,358	,835
	Blattanzahl/Pflanze	20,124	4	5,031	1,519	,239
	Wuchshöhe/Pflanze	41,436	4	10,359	1,118	,379
	TM (dt/ha)	124,795	4	31,199	6,389	,002

Tab. A 8.73: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (3. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau 2001

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Schosser/m ²	,000	2	,000	,109	,898
	Blattanzahl/Pflanze	42,527	2	21,264	12,427	,000
	Wuchshöhe/Pflanze	14,640	2	7,320	,865	,438
	TM (dt/ha)	35,417	2	17,709	1,206	,322
Reihenweite (rw)	Schosser/m ²	,004	2	,002	,906	,422
	Blattanzahl/Pflanze	,714	2	,357	,209	,814
	Wuchshöhe/Pflanze	138,729	2	69,364	8,197	,003
	TM (dt/ha)	6,955	2	3,478	,237	,791
bd * rw	Schosser/m ²	,003	4	,001	,364	,831
	Blattanzahl/Pflanze	10,806	4	2,701	1,579	,223
	Wuchshöhe/Pflanze	40,498	4	10,124	1,196	,346
	TM (dt/ha)	24,187	4	6,047	,412	,798

Tab. A 8.74: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (1. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau 2001

Tests der Zwischensubjekteffekte(f)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Gesamt-CCS	,232	2	,116	,551	,586
	Gesamt-Flavonoide	,009	2	,005	,967	,399
	Cynarin	,000	2	9,211E-05	,459	,639
	Cynarosid	,006	2	,003	1,376	,278
Reihenweite (rw)	Gesamt-CCS	,345	2	,172	,819	,457
	Gesamt-Flavonoide	,001	2	,001	,129	,880
	Cynarin	,001	2	,001	2,581	,103
	Cynarosid	,015	2	,008	3,380	,057
bd * rw	Gesamt-CCS	,425	4	,106	,505	,733
	Gesamt-Flavonoide	,017	4	,004	,866	,503
	Cynarin	,000	4	,000	,584	,678
	Cynarosid	,002	4	,000	,195	,938

Tab. A 8.75: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (2. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau 2001

Tests der Zwischensubjekteffekte(f)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Gesamt-CCS	,025	2	,013	,183	,835
	Gesamt-Flavonoide	,004	2	,002	1,487	,253
	Cynarin	,000	2	6,693E-05	4,992	,019
	Cynarosid	,001	2	,001	1,425	,266
Reihenweite (rw)	Gesamt-CCS	,181	2	,091	1,323	,291
	Gesamt-Flavonoide	,005	2	,003	2,135	,147
	Cynarin	,000	2	6,604E-05	4,925	,020
	Cynarosid	,005	2	,002	5,464	,014
bd * rw	Gesamt-CCS	,220	4	,055	,804	,539
	Gesamt-Flavonoide	,007	4	,002	1,405	,272
	Cynarin	9,481E-05	4	2,370E-05	1,768	,179
	Cynarosid	,002	4	,001	1,407	,272

Tab. A 8.76: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (3. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau 2001

Tests der Zwischensubjekteffekte(f)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Gesamt-CCS	,147	2	,073	2,879	,082
	Gesamt-Flavonoide	,013	2	,006	7,592	,004
	Cynarin	6,000E-06	2	3,000E-06	2,793	,088
	Cynarosid	,003	2	,002	6,904	,006
Reihenweite (rw)	Gesamt-CCS	,102	2	,051	2,007	,163
	Gesamt-Flavonoide	,001	2	,000	,570	,576
	Cynarin	1,267E-05	2	6,333E-06	5,897	,011
	Cynarosid	,000	2	,000	,936	,410
bd * rw	Gesamt-CCS	,046	4	,012	,454	,768
	Gesamt-Flavonoide	,011	4	,003	3,395	,031
	Cynarin	1,067E-05	4	2,667E-06	2,483	,081
	Cynarosid	,001	4	,000	,941	,463

8.1.3.2 Standraumversuch Groß-Gerau 2002

Tab. A 8.77: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenenertrag (1. Schnitt), Groß-Gerau 2002

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Schosser/m ²	,140	2	,070	1,852	,186
	Blattanzahl/Pflanze	4,776	2	2,388	1,041	,374
	Wuchshöhe/Pflanze	278,527	2	139,264	5,157	,017
	TM (dt/ha)	570,619	2	285,310	37,590	,000
Reihenweite (rw)	Schosser/m ²	,027	2	,014	,359	,703
	Blattanzahl/Pflanze	13,843	2	6,921	3,016	,074
	Wuchshöhe/Pflanze	107,701	2	53,850	1,994	,165
	TM (dt/ha)	25,182	2	12,591	1,659	,218
bd * rw	Schosser/m ²	,078	4	,020	,518	,724
	Blattanzahl/Pflanze	10,228	4	2,557	1,114	,380
	Wuchshöhe/Pflanze	150,788	4	37,697	1,396	,275
	TM (dt/ha)	38,105	4	9,526	1,255	,324

Tab. A 8.78: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (2. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau 2002

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Schosser/m ²	,106	2	,053	2,206	,139
	Blattanzahl/Pflanze	254,741	2	127,370	9,294	,002
	Wuchshöhe/Pflanze	221,781	2	110,890	,495	,618
	TM (dt/ha)	434,048	2	217,024	20,452	,000
Reihenweite (rw)	Schosser/m ²	,323	2	,161	6,722	,007
	Blattanzahl/Pflanze	74,705	2	37,353	2,725	,092
	Wuchshöhe/Pflanze	834,539	2	417,269	1,862	,184
	TM (dt/ha)	2,494	2	1,247	,118	,890
bd * rw	Schosser/m ²	,331	4	,083	3,450	,029
	Blattanzahl/Pflanze	93,615	4	23,404	1,708	,192
	Wuchshöhe/Pflanze	350,548	4	87,637	,391	,812
	TM (dt/ha)	35,360	4	8,840	,833	,522

Tab. A 8.79: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (3. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau 2002

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Schosser/m ²	,001	2	,000	,600	,559
	Blattanzahl/Pflanze	266,240	2	133,120	6,874	,006
	Wuchshöhe/Pflanze	424,569	2	212,284	24,197	,000
	TM (dt/ha)	158,368	2	79,184	38,671	,000
Reihenweite (rw)	Schosser/m ²	,001	2	,000	,600	,559
	Blattanzahl/Pflanze	84,596	2	42,298	2,184	,141
	Wuchshöhe/Pflanze	127,680	2	63,840	7,277	,005
	TM (dt/ha)	9,298	2	4,649	2,270	,132
bd * rw	Schosser/m ²	,002	4	,001	1,200	,345
	Blattanzahl/Pflanze	88,711	4	22,178	1,145	,367
	Wuchshöhe/Pflanze	11,778	4	2,944	,336	,850
	TM (dt/ha)	15,237	4	3,809	1,860	,161

Tab. A 8.80: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (1. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau 2002

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Gesamt-CCS	1,207	2	,604	1,287	,300
	Gesamt-Flavonoide	,104	2	,052	3,174	,066
	Cynarin	,000	2	,000	2,236	,136
	Cynarosid	,022	2	,011	,982	,394
Reihenweite (rw)	Gesamt-CCS	1,347	2	,673	1,436	,264
	Gesamt-Flavonoide	,040	2	,020	1,229	,316
	Cynarin	7,607E-05	2	3,804E-05	,537	,593
	Cynarosid	,001	2	,000	,022	,978
bd * rw	Gesamt-CCS	1,241	4	,310	,662	,627
	Gesamt-Flavonoide	,041	4	,010	,626	,650
	Cynarin	,000	4	2,759E-05	,390	,813
	Cynarosid	,065	4	,016	1,421	,267

Tab. A 8.81: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (2. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau 2002

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Gesamt-CCS	,337	2	,168	,709	,505
	Gesamt-Flavonoide	,030	2	,015	1,740	,204
	Cynarin	,006	2	,003	,827	,453
	Cynarosid	,011	2	,005	1,417	,268
Reihenweite (rw)	Gesamt-CCS	1,182	2	,591	2,490	,111
	Gesamt-Flavonoide	,002	2	,001	,121	,887
	Cynarin	,010	2	,005	1,431	,265
	Cynarosid	,004	2	,002	,560	,581
bd * rw	Gesamt-CCS	2,510	4	,627	2,642	,068
	Gesamt-Flavonoide	,055	4	,014	1,611	,215
	Cynarin	,019	4	,005	1,394	,276
	Cynarosid	,034	4	,008	2,213	,108

Tab. A 8.82: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (3. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau 2002

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Gesamt-CCS	,026	2	,013	1,168	,333
	Gesamt-Flavonoide	,002	2	,001	1,279	,302
	Cynarin	2,007E-05	2	1,004E-05	,495	,617
	Cynarosid	,000	2	9,078E-05	1,159	,336
Reihenweite (rw)	CCS	,030	2	,015	1,344	,286
	Gesamt-CCS	,001	2	,001	1,020	,380
	Gesamt-Flavonoide	4,585E-05	2	2,293E-05	1,132	,344
	Cynarosid	,000	2	,000	1,381	,277
bd * rw	Gesamt-CCS	,025	4	,006	,571	,687
	Gesamt-Flavonoide	,003	4	,001	1,089	,392
	Cynarin	4,215E-05	4	1,054E-05	,520	,722
	Cynarosid	,000	4	5,172E-05	,661	,627

8.1.3.3 Standraumversuch Groß-Gerau 2003

Tab. A 8.83: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (1. Schnitt), Groß-Gerau Gerau 2003

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Schosser/m ²	,259	2	,129	,919	,417
	Blattanzahl/Pflanze	3,434	2	1,717	,560	,581
	Wuchshöhe/Pflanze	40,661	2	20,330	,610	,554
	TM (dt/ha)	12,636	2	6,318	,362	,701
Reihenweite (rw)	Schosser/m ²	1,994	2	,997	7,087	,005
	Blattanzahl/Pflanze	18,074	2	9,037	2,950	,078
	Wuchshöhe/Pflanze	150,945	2	75,473	2,263	,133
	TM (dt/ha)	847,838	2	423,919	24,266	,000
bd * rw	Schosser/m ²	,287	4	,072	,509	,730
	Blattanzahl/Pflanze	15,455	4	3,864	1,261	,321
	Wuchshöhe/Pflanze	134,219	4	33,555	1,006	,430
	TM (dt/ha)	46,793	4	11,698	,670	,621

Tab. A 8.84: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (2. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau Gerau 2003

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Schosser/m ²	,037	2	,018	,776	,475
	Blattanzahl/Pflanze	37,769	2	18,884	1,477	,255
	Wuchshöhe/Pflanze	27,959	2	13,979	,426	,659
	TM (dt/ha)	56,913	2	28,456	2,686	,095
Reihenweite (rw)	Schosser/m ²	,019	2	,010	,404	,673
	Blattanzahl/Pflanze	96,987	2	48,493	3,793	,042
	Wuchshöhe/Pflanze	83,852	2	41,926	1,279	,302
	TM (dt/ha)	236,733	2	118,366	11,172	,001
bd * rw	Schosser/m ²	,094	4	,024	,993	,437
	Blattanzahl/Pflanze	29,964	4	7,491	,586	,677
	Wuchshöhe/Pflanze	9,073	4	2,268	,069	,990
	TM (dt/ha)	51,248	4	12,812	1,209	,341

Tab. A 8.85: Varianzanalyse zur Schosserzahl, Wuchshöhe; Blattanzahl und zum Drogenertrag (3. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau Gerau 2003

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Schosser/m ²	,002	2	,001	,085	,919
	Blattanzahl/Pflanze	18,972	2	9,486	,673	,523
	Wuchshöhe/Pflanze	74,465	2	37,233	1,142	,341
	TM (dt/ha)	114,862	2	57,431	13,614	,000
Reihenweite (rw)	Schosser/m ²	,019	2	,010	,916	,418
	Blattanzahl/Pflanze	73,816	2	36,908	2,618	,100
	Wuchshöhe/Pflanze	26,501	2	13,250	,407	,672
	TM (dt/ha)	221,452	2	110,726	26,248	,000
bd * rw	Schosser/m ²	,031	4	,008	,733	,581
	Blattanzahl/Pflanze	35,224	4	8,806	,625	,651
	Wuchshöhe/Pflanze	82,299	4	20,575	,631	,647
	TM (dt/ha)	39,462	4	9,866	2,339	,094

Tab. A 8.86: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (1. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau Gerau 2003

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Gesamt-CCS	,557	2	,279	,896	,426
	Gesamt-Flavonoide	,000	2	,000	,018	,982
	Cynarin	,000	2	,000	,325	,727
	Cynarosid	,013	2	,006	,925	,415
Reihenweite (rw)	Gesamt-CCS	,084	2	,042	,134	,875
	Gesamt-Flavonoide	,007	2	,004	,280	,759
	Cynarin	,002	2	,001	2,484	,111
	Cynarosid	,001	2	,001	,098	,907
bd * rw	Gesamt-CCS	,228	4	,057	,183	,944
	Gesamt-Flavonoide	,012	4	,003	,236	,914
	Cynarin	,003	4	,001	1,307	,305
	Cynarosid	,003	4	,001	,117	,975

Tab. A 8.87: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (2. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau 2001

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Gesamt-CCS	1,557	2	,779	3,440	,054
	Gesamt-Flavonoide	,021	2	,010	1,261	,307
	Cynarin	,001	2	,000	2,652	,098
	Cynarosid	,021	2	,011	4,423	,027
Reihenweite (rw)	Gesamt-CCS	,039	2	,020	,086	,918
	Gesamt-Flavonoide	,000	2	,000	,026	,975
	Cynarin	,000	2	,000	1,956	,170
	Cynarosid	,002	2	,001	,399	,677
bd * rw	Gesamt-CCS	3,890	4	,973	4,298	,013
	Gesamt-Flavonoide	,031	4	,008	,937	,465
	Cynarin	,001	4	,000	2,673	,066
	Cynarosid	,018	4	,004	1,859	,162

Tab. A 8.88: Varianzanalyse zu den Gehalten an CCS- und Flavonoid-Verbindungen (3. Schnitt), Standraumversuch Groß-Gerau Gerau 2003

Tests der Zwischensubjekteffekte(e)

Quelle	Abhängige Variable	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Bestandesdichte (bd)	Gesamt-CCS	,304	2	,152	2,468	,113
	Gesamt-Flavonoide	,007	2	,003	,652	,533
	Cynarin	,000	2	,000	1,278	,303
	Cynarosid	,006	2	,003	1,937	,173
Reihenweite (rw)	Gesamt-CCS	,377	2	,189	3,066	,071
	Gesamt-Flavonoide	,013	2	,006	1,217	,319
	Cynarin	6,422E-05	2	3,211E-05	,320	,730
	Cynarosid	,007	2	,004	2,250	,134
bd * rw	Gesamt-CCS	,807	4	,202	3,278	,035
	Gesamt-Flavonoide	,012	4	,003	,565	,691
	Cynarin	,001	4	,000	1,269	,319
	Cynarosid	,012	4	,003	1,854	,162

Danksagung

Mein herzlichster Dank gilt Herrn Prof. Dr. Bernd Honermeier für die Überlassung des Themas und die gute Betreuung während der Versuchsdurchführung und der Erstellung der Arbeit.

Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn Professor Dr. Günter Leithold für die Übernahme der Zweitbegutachtung.

Ich danke allen Mitarbeitern auf den Versuchsfeldern Gießen, Groß-Gerau und Rauschholzhausen, ohne deren tatkräftige Hilfe, besonders in den Erntephasen, die Durchführung der Versuche nicht möglich gewesen wäre.

Mein besonderer Dank gilt Frau Gabriele Stasch, Frau Sabine Phillipzik und Herrn Manfred Hormann, die mich 3 Jahre lang über die Vegetationsperioden betreut haben.

Ich danke Herrn Rudolf Schmidt (†) für die Betreuung der Feldversuche im ersten Anbaujahr und für die Geschichten, die er aus seinem Leben erzählte.

Mein weiterer Dank gilt Frau Nelly Weiß, Frau Claudia Kürzel und Herrn Dipl.Ing.agr. Christian Matthes, welche mich innerhalb meines Projektes begleiteten und unterstützten.

Ich danke Dr. Jafargohli Imani für die Einweisung in die PCR-Technik.

Weiterhin danke ich allen jetzigen und ehemaligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Institutes für Pflanzenbau- und Pflanzenzüchtung I für die kollegiale und freundschaftliche Arbeitsatmosphäre.

Für die finanzielle Unterstützung danke ich der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), Gülzow sowie der Firma Lichtwer Pharma AG, Berlin.

Zum Schluss gilt mein ganz besonderer Dank meinem Mann Bernd und meinen Kindern Lea und Anaïs, welche mir viel Verständnis entgegenbrachten und mich in den Jahren geduldig begleiteten.