

Abschlussbericht

Benediktenkraut (*Cnicus benedictus* L.) zur Einschränkung von Durchfallerkrankungen bei Ferkeln

- Aktenzeichen DBU:** 31972/01-34
- Laufzeit:** vom 7.11.2014 bis 6.11.2017
- Bewilligungsempfänger:** Exsemine GmbH
Am Wehr 4
06198 Salzatal OT Zappendorf
- Projektleitung:** Dipl.-Ing. agr. Gert Horn
Tel.: 034609 20251
Fax.: 034609 21963
E-mail: g.horn@exsemine.de
- Kooperationspartner:** Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Von-Danckelmann-Platz 2
06120 Halle/S.
Dr. agr. Holger Kluge
Tel.: 0345 5522706
Fax.: 0345 5527124
E-mail: holger.kluge@landw.uni-halle.de
unter Mitarbeit von M. Sc. Anja-Christina Baur

Verfasser: Gert Horn, Dr. Holger Kluge

Fertigstellung: 5.2.2018

Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt



www.dbu.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis der Tabellen im Text	3
Verzeichnis der Tabellen in den Anlagen	3
Verzeichnis der Fotos im Fotoanhang	4
Abkürzungen	5
Zusammenfassung	6
1 Einführung	8
1.1 Benediktenkraut - Pflanze und Inhaltsstoffe	8
1.1.1 Pflanze	8
1.2.2 Cnicin und andere Inhaltsstoffe	9
1.2 Problemstellung	12
2 Zielsetzung	14
3 Material und Methoden	14
3.1 Feldversuche	14
3.2 Quantitative Analytik von Cnicin	16
3.3 Bestimmung der Keimzahl	17
3.4 Prüfung von <i>Cnicus benedictus</i> -Extrakten an Ferkeln	17
3.5 Sonstige Methoden	21
4. Ergebnisse und Diskussion	22
4.1 Selektionszüchtung	22
4.1.1 Determination von Akzessionen (Sortimente)	22
4.1.2 Prüfung von Akzessionen	24
4.2 Pflanzenbau	25
4.2.1 Optimierung der Saatzeit	25
4.2.2 Optimierung der Bestandesdichte	26
4.2.3 Optimierung der Stickstoffernährung	27
4.2.4 Optimierung des Erntezeitpunktes	28
4.2.4.1 Fortlaufende Beerntungen zur Cnicin-Analytik	28
4.2.4.2 Erntezeitenversuche	29
4.2.5 Makronährstoffgehalte	31
4.2.6 Wurzelgrabungen	31
4.2.7 Morphologische Untersuchungen	31
4.3 Extraktion, Qualitätssicherung	32
4.3.1 Drogen-Lagerversuch	32
4.3.2 Optimierung der Extraktion	33
4.3.3 Pilotextraktionen	34
4.3.4 Extrakt-Lagerversuche	34
4.4 Prüfung von <i>Cnicus benedictus</i> -Extrakten an Ferkeln	35
4.5 Vorstufe von Cnicin in der Pflanze	41
5 Schlussfolgerungen und Ausblick	42
6 Öffentlichkeitsarbeit	42
Danksagungen	43
Literatur	43
Anlagen (Tabellen)	
Fotoanhang	

Verzeichnis der Tabellen im Text

	Seite
Tabelle 1: Cnicin- und Ethanolgehalte im Dicksaft und der Tränke im Versuch 1, 2 und 3	19
Tabelle 2: Zusammensetzung und Inhaltsstoffe der Futtermischungen im Versuch 1, 2 und 3	20
Tabelle 3: Primersequenzen der in der relativen mRNA-Expressionsanalyse verwendeten Ziel- und Referenzgene	21
Tabelle 4: Zootechnische Parameter, Tränkwasseraufnahme und Kottrockensubstanz während der Tränkphase im Versuch 1	37
Tabelle 5: Zootechnische Parameter nach Absetzen des Cnicinextraktes im Versuch 1	38
Tabelle 6: Zootechnische Parameter, Tränkwasseraufnahme und Kottrockensubstanz während der Tränkphase im Versuch 2	38
Tabelle 7: Zootechnische Parameter nach Absetzen des Cnicinextraktes im Versuch 2	39
Tabelle 8: Zootechnische Parameter und Tränkwasseraufnahme während der Tränkphase im Versuch 3	39
Tabelle 9: Trockensubstanzbestimmungen im Kot und Diarrhöehäufigkeit im Versuch 3	40
Tabelle 10: Zootechnische Parameter nach Absetzen des Cnicinextraktes im Versuch 3	40
Tabelle 11: Relative mRNA Expression von proinflammatorischen Zytokinen	41

Verzeichnis der Tabellen in den Anlagen

Anlage 1: Sortiment, Julius-Kühn-Feld Halle, Ernte 2015
Anlage 2: Sortiment, Julius-Kühn-Feld Halle, Ernte 2016
Anlage 3: Sortiment, Julius-Kühn-Feld Halle, Ernte 2017
Anlage 4: Akzessionsversuch, Versuchsfeld Zappendorf, Ernte 2017
Anlage 5: Aussaatzeitenversuch, Versuchsfeld Zappendorf, Ernte 2015
Anlage 6: Aussaatzeitenversuch, Versuchsstation Etzdorf, Ernte 2015
Anlage 7: Standraumversuch, Julius-Kühn-Feld Halle, Ernte 2016
Anlage 8: Standraumversuch, Julius-Kühn-Feld Halle, Ernte 2017
Anlage 9: N-Düngungsversuch, Julius-Kühn-Feld, Ernte 2016
Anlage 10: N-Düngungsversuch, Julius-Kühn-Feld, Ernte 2017
Anlage 11: Krautproben - wöchentliche Beerntungen 2015
Anlage 12: Erntezeitenversuch, Versuchsstation Etzdorf, Ernte 2015
Anlage 13: Erntezeitenversuch, Versuchsfeld Zappendorf, Ernte 2016
Anlage 14: Blätter - Drogen-Lagerversuch
Anlage 15, Drogen- und Extraktlagerversuche, Lagerklima
Anlage 16: Optimierung der Extraktion, Laborextraktion
Anlage 17: Pilot-Extraktionen bei Bell Flavors & Fragrances Leipzig
Anlage 18: 1. Extrakt-Lagerversuch
Anlage 19: 2. Extrakt-Lagerversuch

Verzeichnis der Fotos im Fotoanhang

- Foto 1: Julius-Kühn-Feld Halle, Mai 2015, Sortiment, Stand nach Blühbeginn
- Foto 2: Julius-Kühn-Feld Halle, Mai 2015, Sortiment, unterschiedliche Typen der Akzessionen
- Foto 3: Julius-Kühn-Feld Halle, Oktober 2016, Sortiment
- Foto 4: Julius-Kühn-Feld Halle, April 2017, Sortiment
- Foto 5: Julius-Kühn-Feld Halle, April 2017, Sortiment
- Foto 6: Versuchsfeld Zappendorf, Oktober 2016, Akzessionenversuch
- Foto 7: Versuchsfeld Zappendorf, Mai 2017, Akzessionenversuch, vor der Ernte
- Foto 8: Versuchsstation Etdorf, Mai 2015, CB01, Aussaatzeitenversuch, nach zwei Krauternten
- Foto 9: Versuchsfeld Zappendorf, Oktober 2015, CB01, Aussaatzeitenversuch, Herbstansaat
- Foto 10: Versuchsfeld Zappendorf, Ende April 2016, CB01, Aussaatzeitenversuch
- Foto 11: Julius-Kühn-Feld Halle, Anfang November 2016, CB01, Standraumversuch
- Foto 12: Julius-Kühn-Feld Halle, Mai 2017, CB01, Standraumversuch, Ernte
- Foto 13: Julius-Kühn-Feld Halle, Mai 2016, CB01, Stickstoffdüngungsversuch, nach der Ernte
- Foto 14: Julius-Kühn-Feld Halle, Anfang November 2016, CB01, Stickstoffdüngungsversuch
- Foto 15: Julius-Kühn-Feld Halle, April 2017, CB01, Stickstoffdüngungsversuch
- Foto 16: Versuchsstation Etdorf, Mai 2015, CB01, Erntezeitenversuch nach 2 Ernten
- Foto 17: Versuchsfeld Zappendorf, 7.6.2016, CB01, Erntezeitenversuch nach der Ernte
- Foto 18: Versuchsfeld Zappendorf, Juli 2015, CB01, Saatgutvermehrung

Abkürzungen

ACTB	β-Aktin
AZ	Ackerzahl
Blä	Blätter
CXCL8	C-X-C Motiv Chemokin Ligand 8
D	Diluvialboden
DAD	Dioden Array Detektor (UV-Detektor)
DG	Deckungsgrad
E	Ernte
GAPDH	Glyceraldehyd-3-Phosphat-Dehydrogenase
GPX2	Glutathion Peroxidase 2
IL6	Interleukin 6
IL8	Interleukin 8
kbA	kontrollierter biologischer Anbau
KBE	koloniebildende Einheit
kKö	keimfähige Körner
L	Bodenart Lehm
LM	Lebendmasse
LMZ	Lebendmassezunahme
Lö	Lößboden
IS	Bodenart lehmiger Sand
min	Minute
N	Stickstoff
NQO1	Nicotinamid-Adenin-Dinucleotid-Phosphat (NAD(P)H) Quinone Dehydrogenase 1
Ordn	Ordnung
PCA	Plate count Agar
Pfl	Pflanze
r	Wiederholung/en
RPS9	Ribosomal Protein S9
SEM	standard error of the means
L	Bodenart sandiger Lehm
Std	Standard
TEAC	TROLOX [®] Äquivalent antioxidative Kapazität
TKM	Tausendkornmasse
TM	Trockenmasse
TNF	Tumor Nekrose Faktor
TS	Trockensubstanz

Zusammenfassung

Benediktenkraut (*Centaurea benedicta* (L.) L., syn. *Cnicus benedictus* L.), auch als Bitterdistel bezeichnet, gehört der Familie der Korbblütengewächse an. Die Art ist im europäischen Mittelmeerraum, und in Westasien beheimatet. Kraut und Früchte (Achänen) der distelartigen einjährigen Pflanze werden traditionell genutzt. Das Kraut wird als Bitterstoff-Teedroge bei Appetitlosigkeit und zur Steigerung der Magensaftsekretion, aber auch als Gallenmittel verwendet. Die bedeutsamsten enthaltenen Bitterstoffe sind die zu den Sesquiterpenlactonen gehörenden Cnicin, Artemisiifolin und Salonitenolide. Im getrockneten Kraut dominiert Cnicin.

Cnicin ist ein Vertreter von biologisch aktiven Sesquiterpenlactonen mit einer Germacranolid-Einheit, die hauptsächlich in Korbblütlern vorkommen. Es verfügt über eine hohe entzündungshemmende Aktivität und zeigt erhebliche zytotoxische Effektivität gegenüber verschiedenen Tumorzelltypen. Cnicin weist darüber hinaus eine stark ausgeprägte antibakterielle Wirksamkeit gegenüber gramnegativen und grampositiven Bakterien sowie antifungale Eigenschaften auf.

Bakterielle Durchfallerkrankungen führen bei Nutztieren zu erheblichen Leistungsminderungen und verringern die Nährstoffausnutzung des Futters. In der Schweinehaltung besteht die Gefahr von Durchfallerkrankungen in besonderem Maße nach dem Absetzen der Ferkel.

Das Vorhaben verfolgte die Zielstellung einer Nutzung von Benediktenkraut (*Cnici benedicti herba*) als Quelle für Cnicin zur Einschränkung von bakteriellen Durchfallerkrankungen. Es sollte so ein Beitrag zur Senkung des Antibiotikaeinsatzes in der Nutztierhaltung geleistet werden. Im Rahmen des Projektes erfolgten neben entsprechenden Fütterungsversuchen auch Arbeiten zur Selektionszüchtung und Optimierung des Anbauverfahrens zur Weiterentwicklung und Pflege der Kultur von *Cnicus benedictus* als traditionelle Arznei- und Gewürzpflanze.

Das Vorhaben beinhaltete selektionszüchterische Arbeiten, ausgehend von einer größeren Anzahl von unterschiedlichen Akzessionen, zur Hebung des Cnicin-Ertrages, Feldversuche zu den wesentlichen pflanzenbaulichen Einflussfaktoren, sowie Arbeiten zur Entwicklung eines Extraktionsverfahrens und zur Qualitätssicherung. Die Untersuchungen an Ferkeln umfassten Versuche in Einzel- und Gruppenhaltung mit Flüssigapplikation von ethanolschen Benediktenkraut-Extrakten über das Tränkwasser, um eine zügige Aufnahme sicherzustellen. Es wurden Erhebungen zur Leistungsfähigkeit und zur Tiergesundheit durchgeführt.

Im Ergebnis dreijähriger Untersuchungen an „Sortimenten“, in denen insgesamt 40 verschiedene Akzessionen gegenüber dem Standard CB01 geprüft wurden, konnten mehrere Akzessionen mit hohen Cnicin-Gehalten und Krauterträgen identifiziert werden. In einer ersten weiterführenden Prüfung von ausgewählten Herkünften erwies sich eine wüchsige Akzession als herausragend im Cnicin-Gehalt und -Ertrag und bestätigte damit ihre Ausnahmestellung im entsprechenden vorgelagerten Sortiment.

Als wesentliche Ergebnisse der pflanzenbaulichen Versuche sind festzuhalten: Die überjährige Kultur nach Herbstansaat ist der Frühjahrsansaat im Kraut- und Cnicin-Ertrag überlegen. Die optimale Saatzeit liegt um den 20. bis 25. September. Eine Saatchichte im Bereich von 40-60 keimfähigen Körnern/m² erwies sich als optimal. Die Stickstoffdüngung ist unter Einbe-

ziehung des zu Vegetationsbeginn pflanzenverfügbaren Stickstoffs im Boden zu bemessen. Die N-Versorgung sollte sich am Entzug orientieren. Bei einem angestrebten Ertragsniveau unter Praxisbedingungen von 60 dt/ha Trockenmasse sind etwa 50-80 kg N/ha zu veranschlagen. Die Krauternte sollte im Zeitraum von Blühbeginn bis Hauptblüte durchgeführt werden. Nach der Krauternte stellt sich in Abhängigkeit der Wasserversorgung in gewissem Umfang Wiederaustrieb ein, der aber nur in Ausnahmefällen eine lohnende Beerntung zulässt.

Im Ergebnis der Optimierung der Extraktionsbedingungen im Labormaßstab erwies sich Ethanol (Extraktionstemperatur 40°C) als Lösemittel der Wahl. Die anschließende Konzentrierung auf ca. 30-35 % TS („Dicksaft“) soll so schonend wie möglich erfolgen. Die Extraktionen im Pilotmaßstab bei Bell Flavors & Fragrances Leipzig folgten diesen Vorgaben. Bedauerlicherweise wiesen die im Rahmen der drei Pilotextraktionen erhaltenen Dicksäfte große Unterschiede im Cnicin-Gehalt auf (bei schwankenden und insgesamt zu geringen Cnicin-Ausbeuten). Der Drogen-Lagerversuch (getrocknete Blätter) zeigte nach 12 Monaten bereits Verluste von etwa 40 %, was auf eine nur eingeschränkte Stabilität von Cnicin in der Rohdroge schließen lässt. Das Lagerklima hatte dabei offensichtlich kaum einen Einfluss. Extrakt-Lagerversuche mit Dicksaft zeigten eine ausgeprägte Abhängigkeit der Haltbarkeit von der Lagertemperatur. Eine Kühlung des Produktes ist zwingend erforderlich. Nach zweijähriger Lagerung bei 4°C waren noch ca. 80 % Cnicin bezogen auf den Ausgangswert vorhanden.

In den Fütterungsversuchen mit Ferkeln war trotz erheblichen Bitterwertes der Cnicin-haltigen Tränke eine uneingeschränkte Akzeptanz zu verzeichnen. Entgegen unserer Erwartungen konnte aber keine oder nur unzureichende Wirkungen auf die Tiergesundheit und Leistungsfähigkeit im geprüften Konzentrationsbereich von 8,6-100 mg Cnicin/l festgestellt werden.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand erscheinen weitere Entwicklungsarbeiten an Cnicin-haltigen Produkten zur Einschränkung von Durchfallerkrankungen bei Ferkeln nicht zielführend. Die Exsemine GmbH wird aber die Züchtungsarbeiten an Benediktenkraut vor dem Hintergrund sich abzeichnender Marktentwicklungen für *Cnicus benedictus*-Kraut als Bitterstoffdroge fortsetzen.

1 Einführung

1.1 Benediktenkraut - Pflanze und Inhaltsstoffe

1.1.1 Pflanze

Benediktenkraut (*Centaurea benedicta* (L.) L., syn. *Cnicus benedictus* L., syn. *Carduus benedictus* (L.) Thell.)¹, auch als Bitterdistel bezeichnet, gehört der Familie der Korbblütengewächse an und steht dem Saflor (*Carthamus tinctorius* L.) sehr nahe. Es ist im europäischen Mittelmeerraum, in Vorder- und Mittelasien beheimatet (HEGI 1987, MEUSEL u. a. 1992). Kraut und Früchte (Achänen) der distelartigen einjährigen Pflanze werden traditionell genutzt (KEMPER 1999). Das getrocknete Kraut wird als Bitterstoff-Teedroge bei Appetitlosigkeit und zur Steigerung der Magensaftsekretion, aber auch als Gallenmittel verwendet (BLASCHEK (Hrsg.) 2016, Anonym 1987). *Cnici benedicti herba* (syn. *Herba Cardui benedicti*) gilt auch als aromatisches Bittermittel „Amarum aromaticum“². Die bedeutsamsten enthaltenen Bitterstoffe sind die zu den Sesquiterpenlactonen gehörenden Cnicin, Artemisiifolin und Salonitenolide, welche in der Pflanze wohl glykosidisch gebunden vorliegen (BLASCHEK (Hrsg.) 1998, BLASCHEK (Hrsg.) 2016). Zur Bitterwirkung tragen auch die in der Teedroge enthaltenen Lignane Arctiin und Trachelosid (syn. Hydroxyarctiin) bei. Überdies liegt ein ätherisches Öl in der Größenordnung von 0,3 % vor, das sich u. a. aus Terpenen, Phenylpropankörpern und Benzoesäure sowie Polyinen zusammensetzt (VANHAELLEN-FASTRÉ 1973). Weitere Inhaltsstoffe sind pentacyclische Triterpene und Flavonoide (BLASCHEK (Hrsg.) 2016).

Benediktenkraut wurde noch bis in die 1960er Jahre in Deutschland (Thüringen), als Schnittdroge angebaut und eingeschränkt auch pflanzenzüchterisch bearbeitet. Erfreulicherweise gibt es jetzt wieder einen Anbau in Mitteldeutschland, initiiert durch die Dr. Junghanns GmbH Aschersleben, (JUNGHANNS, 2017). Nach HEEGER (1956) stellt Benediktenkraut keine hohen Ansprüche an den Boden und die Nährstoffversorgung. HOPPE (Hrsg., 2012) empfiehlt leicht alkalische, bevorzugt sonnige Standorte mit guter Wasserdurchlässigkeit und geht von Kälteverträglichkeit (auch kurze Frostperioden) aus. Das in Deutschland verwendete Saatgut geht wohl im Wesentlichen auf eine blattreiche Gruppensorte „Quedlinburger Mittelfrühes Benediktenkraut“ zurück (HEEGER 1956, HOPPE (Hrsg.) 2012). Nach Empfehlung von HOPPE (Hrsg., 2012) soll die Aussaat im April als Drillsaat mit einem Reihenabstand von 50 cm erfolgen. Als Optimum wird eine Bestandesdichte von 100 000 Pflanzen/ha angegeben. Möglich ist auch ein Anbau als Zweitkultur (Aussaat bis Juli), allerdings in der Regel verbunden mit geminderten Erträgen. Benediktenkraut gilt als wenig anfällig gegenüber Schädlingen und Krankheiten. Nach der Ernte ist eine sehr zügige Trocknung (bei maximal 40°C) unerlässlich, damit die Droge ihre natürliche Farbe behält und sich keine Mikroorganismen ansiedeln. HOPPE (Hrsg.) 2012) gibt in Übereinstimmung mit HEEGER (1956) Frischkrauterträge von

¹ Nach neuer taxonomischer Einordnung gehört Benediktenkraut der Gattung *Centaurea* an (JÄGER (Hrsg.) 2011). Aus Gründen der Gebräuchlichkeit im Bereich des Heil- und Gewürzpflanzenanbaues, Teedrogen bzw. Phytopharmaka soll aber hier das Synonym *Cnicus benedictus* weiter verwendet werden.

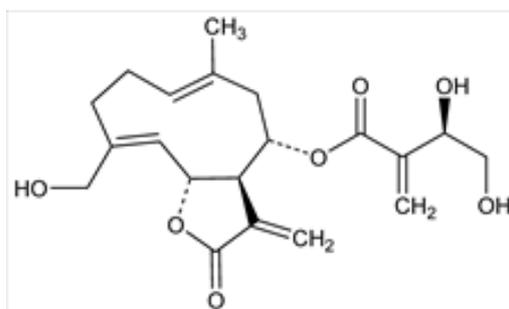
² Angemerkt sei, dass Benediktenkraut als Bittermittel für Kräuterliköre bzw. „Magenbitter“ verwendet wird (BÜHRING 2011). Einige Marken werben mit *Cnicus benedictus*.

200-300 dt/ha, entsprechend 33-60 dt/ha Trockendroge, an. Nach den Autoren sind Saatguterträge von 300-600 kg/ha möglich. REGEL (1940) gibt hingegen einen Saatgutertrag von 13 dt/ha an. Die auf dem europäischen Markt befindliche Droge stammt überwiegend aus Wildsammlung in Ost- bzw. Südosteuropäischen Ländern (HOPPE (Hrsg.) 2012).

Festgehalten sei an dieser Stelle, dass wir uns bereits seit geraumer Zeit mit *Cnicus benedictus* beschäftigen, uns aber in den zurückliegenden Jahren insbesondere dem fetten Samenöl und den in den Früchten enthaltenen Lignanen zugewendet haben. Wir sehen Potenziale für Benediktenkraut als „Low-input“-Ölpflanze, insbesondere im Bereich des ökologischen Landbaues (HORN u. a. 2015). *Cnicus benedictus* verfügt nach unseren Untersuchungen über eine ausgeprägte Winterhärte und wir konnten im Rahmen von überjähriger Kultur nach Herbstsaat Fruchteerträge von bis zu 24,5 dt/ha (Ölgehalt von 27,6 %) bzw. Ölerträge bis 680 kg/ha erzielen, die sehr deutlich über den Erträgen von entsprechenden Frühjahrssaaten (einjährige Kultur) lagen. Die Analytik für Cnicin (einschließlich der Isolation von Cnicin aus Blättern von *Cnicus benedictus*) wurde bereits in diesem Vorfeld von Frau Dr. Jutta Kalbitz, BioSolutions Halle GmbH, unserem langjährigen Kooperationspartner, aufgebaut und stand für die Realisierung dieses Vorhabens zur Verfügung.

1.2.2 Cnicin und andere Inhaltsstoffe

Cnicin (syn. Centaurin, Cynisin, FALBE 1997) ist ein Vertreter von biologisch aktiven Sesquiterpenlactonen. Eine Reihe von Heilpflanzen aus der Familie der Korbblütengewächse (*Asteraceae*) weisen Sesquiterpenlactone als wirksame Inhaltsstoffe auf. Von besonderem Interesse sind hierbei solche mit einer Germacranolid-Einheit, die man in höheren Konzentrationen im engeren Verwandtschaftskreis der Flockenblumenartigen (*Centaureinae*) findet, zu denen auch *Cnicus benedictus* gehört. Cnicin, als Vertreter dieser Substanzgruppe, ist der wesentliche wirksame Inhaltsstoff des als Bitterstoff-Teedroge genutzten Benediktenkrautes. Es ist in den Drüsenhaaren lokalisiert. Nach Deutschem Arzneimittel-Codex DAC 86 wird ein Bitterwert von mindestens 800 für die Handelsdroge gefordert (BLASCHEK u. a. 1998).



Cnicin (C₂₀H₂₆O₇)

Nach SCHNEIDER u. a. (1987) ist Cnicin in luftgetrockneten Blättern von Benediktenkraut in einer Größenordnung bis zu 2,5 % enthalten. Allerdings konnten die Autoren in Mustern von gealterter Benediktenkraut-Handelsdroge nur Gehalte von 0,2-0,7 % ermitteln, was als Folge ausgeprägter Reaktivität bzw. Instabilität betrachtet wurde. Es liegen aber auch Hinweise auf die Bildung von Oligomeren von Cnicin vor, die ebenfalls die Variation ermittelter Gehalte

erklären könnte (BLASCHEK u. a. 1998, HAUSEN u. a. 1997). Die durch Kondensationsreaktion gebildeten Oligomere, wie auch mögliche glykosidische Vorstufen, sollten allerdings hydrolytisch spaltbar sein. Im Rahmen eigener Voruntersuchungen auf der Grundlage einer HPLC-gestützten Analytik konnten wir Cnicin-Gehalte in luftgetrockneten Blättern von 2,1 % und in Krautdroge von 1,34 % ermitteln (Stängel enthalten weniger als 0,1 % Cnicin).

Die weiteren für *Cnicus benedictus* in der Literatur beschriebenen Sesquiterpenlactone (Artemisiifolin und Salonitenolide) lagen nach unseren Voruntersuchungen nur in sehr geringem Umfang in getrocknetem Kraut vor. VANHAELEN u. a. (1975) fanden auch Lignane wie Trachelogenin und Arctigenin, die in der Pflanze überwiegend glykosidisch gebunden als Trachelosid bzw. Arctiin vorliegen. Aus unserer Sicht sind diese kaum in den vegetativen Pflanzenteilen vorhanden, sondern sind Bestandteil der sich entwickelnden Früchte von *Cnicus benedictus* in der Krautdroge. In ausgereiften Früchten liegen nach unseren HPLC-gestützten Analysen Gehalte von Arctiin in der Größenordnung von mehr als 2 % vor. Trachelosid (syn. Hydroxyarctiin) hingegen konnten wir nur in geringen Mengen um 0,05 % nachweisen. Die Gehalte an entsprechenden Aglyka (Arctigenin, Trachelogenin) lagen in ähnlich geringer Größenordnung. Arctiin bzw. Arctigenin verfügt über eine Reihe von biologisch-chemoprotektiven Eigenschaften (antioxidativ, antiinflammatorisch, antitumoral, antiviral, Ca- bzw. Hypertonie-Antagonist).³

Für Cnicin sind in der Literatur verschiedene biologische Wirkungen beschrieben. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Bedeutung von Cnicin bzw. von Sesquiterpenlactonen allgemein für die Pflanze als Repellent zu sehen ist. Der ausgeprägte Bittergeschmack scheint Fraßschäden durch Wildtiere an vegetativen Teilen bei *Cnicus benedictus* nahezu völlig auszuschließen. Wir konnten bisher keine entsprechende Aufnahme beobachten. Auch sind Parasitierungen durch Insekten äußerst selten. Zwar beschreiben HEEGER (1956) und HOPPE (Hrsg., 2012) den Befall durch Distelfalter (*Pyrameis cardui*) an Benediktenkraut, wir konnten jedoch bisher - mit Ausnahme vereinzelter Exemplare - keine nennenswerte Schädigung feststellen. Entsprechende experimentelle Belege zur Wirksamkeit von Cnicin aus *Centaurea maculosa* gegenüber pflanzenfressenden Insekten (Generalisten und Spezialisten) lieferten LANDAU u. a. (1994).

Cnicin verfügt über eine hohe, mit Indometacin vergleichbare, entzündungshemmende Aktivität (SCHNEIDER u. a. 1987). Es zeigt zudem eine erhebliche zytotoxische Effektivität gegenüber verschiedenen Tumorzelltypen (VANHAELEN-FASTRÉ 1972, BRUNO u. a. 2005, EREL u. a. 2011).

Reines Cnicin weist eine relativ hohe Toxizität auf (SCHNEIDER u. a. 1987, BLASCHEK u. a. 1998, SELLERBERG 2013). Die von SCHNEIDER u. a. (1987) ermittelte approximative akute Toxizität LD₅₀ Maus (oral) liegt im Bereich von 1,6-3,2 mmol Cnicin/kg (molare Masse von Cnicin: 378,42 g/mol). Nach SELLERBERG 2013 führt die orale Aufnahme (beim Menschen) von „100 mg Cnicin zum Erbrechen, 360 mg verursachen Koliken und Durchfall sowie im Hals und in der Speiseröhre ein starkes Hitzegefühl und Brennen“. Unverträglichkeitsreaktionen können bei Überdosierungen in Form von Übelkeit auftreten. Als mittlere Tagesdosis zur Unterstützung der Verdauungsfunktion werden 4-6 g Droge empfohlen (BLASCHEK

³ Vgl. Literaturübersicht Abschlussbericht „Entwicklung eines Produktions- und Verarbeitungsverfahrens für Klettenöl als nachwachsender Rohstoff für pharmazeutisch-kosmetische Produkte“ 2002, DBU 14389

u. a. 1998). *Cnicus benedictus* bzw. Cnicin verfügt, wie die meisten Sesquiterpenlactone mit reaktiven Methylengruppen am Lactonring (vor allem vertreten in Korbblütlern), über ein bestimmtes allergologisches Potenzial. HAUSEN u. a. (1997) geben als Sensibilisierungspotenz: „stark“ und als Häufigkeit: „sehr selten“ an. Die Autoren gehen davon aus, dass Cnicin „ein relativ schwaches Kontaktallergen“ ist. Festgehalten werden soll auch, dass generell bei der Anwendung von Bitterstoffen bei Tieren die Gefahr des Eintretens antinutritiver Effekte bei Überdosierung besteht.

Cnicin weist eine erhebliche antibakterielle Wirksamkeit gegenüber gramnegativen und grampositiven Bakterien auf (VANHAELEN-FASTRÉ 1972, BRUNO u. a. 2003, BACH u. a. 2011). Die Befunde für Cnicin korrespondieren mit zahlreichen Hinweisen auf antibakterielle Aktivitäten anderer Sesquiterpenlactone des Germacranolid-Types aus *Centaurea*-Arten und dem erweiterten Verwandtschaftskreis (z. B. SAROGLU u. a. 2005, OBAFEMI 2006, CANSARAN 2010). Nach BRUNO u. a. (2003) bewegen sich die minimalen Hemmkonzentrationen von Cnicin zum Beispiel für *Bacillus* sp. zwischen 6,25 und 12,5 µg/ml, für *Staphylococcus aureus* bei 25 µg/ml und *Escherichia coli* bei 12,5 µg/ml. Diese Befunde konnten wir im Rahmen eigener Voruntersuchungen grundsätzlich bestätigen.

Von der BioSolutions Halle GmbH wurden in unserem Auftrag In-vitro-Untersuchungen zur antibakteriellen Wirksamkeit von Cnicin gegenüber *Escherichia coli* (gramnegativ) und *Staphylococcus aureus* (grampositiv) sowie dem Erreger des Feuerbrandes an Kernobst - *Erwinia amylophora* (gramnegativ) - durchgeführt. Es konnten unter den gewählten Untersuchungsbedingungen Wachstumshemmungen bei allen geprüften Erregern ab einer Konzentration von 50 µg/ml Cnicin festgestellt werden.

Es liegen darüber hinaus Hinweise auf eine ausgeprägte antifungale Wirksamkeit von Cnicin vor (ADEKENOV u. a. 1986, ADEKENOV 1995, SHAM'YANOV u. a. 1998, BARRERO u. a. 2000, PANAGOULEAS u. a. 2003). PANAGOULEAS u. a. (2003) ermittelten für Cnicin bei allen geprüften Arten der Gattungen *Aspergillus*, *Penicilium*, *Trichoderma*, *Cladosporium* und *Alternaria* minimale Hemmkonzentrationen von $\leq 0,5$ µg/ml (geringer als für Miconazol, einem synthetischen antifungalen Arzneistoff aus der Imidazol-Reihe). Diese Untersuchungen sind im Rahmen eines Screenings einer Reihe von Inhaltsstoffen aus *Centaurea raphanina* ssp. *mixta* durchgeführt worden. Es sei angemerkt, dass wir im Rahmen eigener In-vitro-Untersuchungen mit Cnicin mit den Erregern des Apfelschorfes (*Venturia inaequalis*) und der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel (*Phytophthora infestans*) keine Wirkungen bis zu einer Konzentration 250 µg/ml finden konnten.

Benediktenkraut ist auch ein traditionell in der Tierheilkunde genutztes Mittel (REICHLING u. a. 2008). Teeanwendungen erfolgten insbesondere bei Appetitlosigkeit und Verdauungsstörungen. Die Autoren weisen auch auf antimikrobielle Wirkungen hin. Die Dosierungen (innerlich) bewegen sich zwischen 25-50 g bei großen Wiederkäuern und 2-5 g beim Schwein.

Es ist davon auszugehen, dass die biologischen Wirkungen von Cnicin im Wesentlichen auf die Reaktivität des Moleküls mit nukleophilen Substanzen (Michael-Addition) zurückzuführen sind (SCHNEIDER u. a. 1987). Die dafür bedeutsamen Strukturelemente sind die Methylengruppe am Lactonring und eine weitere Methylengruppe am Acylrest (SAMEK u. a. 1969). Es handelt sich somit dabei um ein unspezifisches Wirkprinzip, was einerseits wohl eine relativ

hohe Sicherheit vor der Ausbildung von Resistenzen bieten sollte aber andererseits die Gefahr von Nebenwirkungen birgt.

Cnicin bzw. Cnicin-haltige Pflanzenextrakte erschienen uns auf Grund ihrer ausgeprägten antimikrobiellen Wirksamkeit zur Einschränkung von bakteriellen Durchfallerkrankungen bei Ferkeln als Alternative zu Antibiotika prädisponiert. Cnicin ist zudem ein verdauungsförderlicher Bitterstoff, der sich anregend auf die Futterraufnahme auswirken sollte (vgl. JUGL-CHIZZOLA u. a. 2003, TEUSCHER u. a. 2004, EHRLINGER 2007).

Cnicin weist einen lipophilen Charakter auf (SCHNEIDER u. a. 1987) und ist damit nur wenig wasserlöslich. Bei der BioSolutions Halle GmbH wurde in unserem Auftrag im Vorfeld dieses Vorhabens eine Untersuchung zur Wasserlöslichkeit und zur Säurestabilität von Cnicin durchgeführt. Im Ergebnis dessen wurde eine Wasserlöslichkeit von 0,92 mg/ml bei 20°C festgestellt. Cnicin weist eine relativ hohe Säurestabilität auf. Es konnten nach 6 Stunden bei pH 1,0 (niedrigstes Niveau von Magensäure) 83,8 % wiedergefunden werden. Es ist somit davon auszugehen, dass Cnicin während der Magenpassage kaum abgebaut wird.

1.2 Problemstellung

Von Darmpathogenen ausgelöste Durchfallerkrankungen führen bei Nutztieren zu erheblichen Leistungsminderungen und verringern die Nährstoffausnutzung des dargebotenen Futters. Sie erhöhen darüber hinaus die Anfälligkeit gegenüber Infektionskrankheiten. Eine stärkere Gefährdung besteht stets in Zeiten der Futterumstellung.

In der Schweinehaltung besteht die Gefahr von Durchfallerkrankungen in besonderem Maße nach dem Absetzen der Ferkel. Überbelastungen der Verdauungskapazität und mangelnde Durchsäuerung führen zu vermehrtem Keimwachstum, wobei ein großer Teil der bisherigen Mikrobiota zurückgedrängt und die Ansiedlung von Krankheitserregern erleichtert wird (SAVAGE 1977). Nach dem Absetzen besteht zudem eine Immunitätslücke durch den Verlust des maternalen Antikörperschutzes und der langsamen Entwicklung des körpereigenen Immunsystems. Pathogene *Escherichia coli*- Bakterien sind neben *Brachyspira* spp., *Lawsonia intracellularis* und Rotaviren die häufigsten Durchfallerreger bei aufwachsenden Schweinen, gefolgt von Coronaviren, Kryptosporidien, Kokzidien und Clostridien (KATSUDA u. a. 2006). Der überwiegende Teil aller Ferkeldurchfälle ist wohl auf pathogene Stämme von *E. coli* und deren massive Vermehrung im Dünndarm und die anschließende Toxinproduktion zurückzuführen (PLUSKE u. a. 1997; WIELER u. a. 2001).

Bis zum Verbot des Einsatzes leistungsfördernder antibiotischer Futterzusatzstoffe durch die Europäische Union im Jahr 2006 traten entsprechende Erkrankungen weniger häufig auf. In der landwirtschaftlichen Praxis hat das Verbot offensichtlich zu einer wesentlichen Steigerung bei der therapeutischen Anwendung von Antibiotika geführt. Nach statistischen Erhebungen hat sich der jährliche Verbrauch von Antibiotika in der Tierhaltung im Zeitraum von 2005 bis 2011 von 784,4 t auf 1.706 t erhöht (ANONYM 2011, BVL 2013). Der massenhafte Einsatz von Antibiotika in der Tierproduktion ist wesentlich für die Entwicklung von Resistenzen verantwortlich. Die Herausbildung multiresistenter Keime kann kaum noch durch die Entwicklung neuartiger Antibiotika beherrscht werden.

Nach Mitteilungen des Bundesinstitutes für Risikobewertung (BfR 2013a) lag die Anwendungshäufigkeit nach einer Studie („VetCab“) der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover und der Universität Leipzig in den Studienbetrieben bei Mastschweinen bei 4,2 Tagen (Mastdauer von ca. 115 Tagen in Deutschland) und bei Masthähnchen bei 10,1 Tagen (Mastdauer ca. 39 Tage). Die Häufigkeit Methicillin-resistenter Keime von *Staphylococcus aureus* lag nach Bundes- und Länderuntersuchungen in Deutschland 2009-2012 an Frischfleisch zwischen 11,7 und 43,4 % (BfR 2013b). Die höchsten Werte wurden dabei an Putenfleisch festgestellt. Antibiotika gelangen in erheblichem Maß durch Tierausscheidungen in die Böden bzw. in die Umwelt (SCHWAKE-ANDUSCHUS u. a. 2012) und so in natürliche und landwirtschaftliche Kreisläufe der Nahrungsmittelerzeugung.

Ein therapeutischer Einsatz von Antibiotika ist auch bei der Schweinemast unter den Bedingungen des kontrollierten ökologischen Landbaues zulässig, wird aber auf eine maximal einmalige Anwendung im Leben eines Tieres begrenzt (Durchführungsbestimmungen Verordnung (EG) Nr. 889/2008). Die Praxis im Ökolandbau zeigt, dass diese eine Antibiotikaawendung in der Regel beim Absetzen der Tiere erfolgt und insbesondere in größeren Anlagen zu diesem Zeitpunkt als unverzichtbar gilt.

Nicht erst seit dem Verbot antibiotischer Futterzusätze wird nach alternativen Möglichkeiten gesucht. Nach HEINZE u. a. (2004) bieten diese vor allem Säuren, Probiotika und Enzyme.

In der Literatur werden darüber hinaus eine Reihe von Möglichkeiten für den Einsatz funktioneller Pflanzenstoffe diskutiert: Die von JUGL-CHIZZOLA u. a. (2003) gegebene Übersicht unterscheidet Bitterstoffdrogen (appetitanregend, sekretionsfördernd), ätherische Öldrogen/ Aromatika (sekretions-, motilitätsfördernd, antiinflammatorisch), Schleim- bzw. Quellstoffdrogen, Flavonoid-Drogen (spasmolytisch, membranstabilisierend, antiinflammatorisch, antioxidativ) und Gerbstoffdrogen, die die Autoren bezüglich ihrer adstringierenden und keimhemmenden Wirkung für interessant halten. Als weitere Übersichtsarbeiten sind die von BLUM u. a. (2005) und EHRLINGER (2007) zu nennen. WESTENDARP (2006) diskutiert die Möglichkeiten eines Einsatzes von kondensierten und hydrolysierten Gerbstoffen in der Tierernährung unter den Aspekten bekannter pharmakologischer Wirkungen zur Behandlung unspezifischer Durchfallerkrankungen bzw. von Entzündungen im Mund- und Rachenraum und verweist u. a. auf wurm-abtötende Wirkungen von kondensierten Gerbstoffen. Die Verwendung von phytogenen Zusatzstoffen in der Tierernährung wird durch die EU-Verordnung Nr. 1831/2003 (Futtermittelzusatzstoff-Verordnung) geregelt.

Es befindet sich inzwischen bereits eine Reihe von phytogenen Futtermittelzusatzstoffen auf der Grundlage unterschiedlicher Kräutermischungen auf dem Markt. Übersichten geben FRANZ (2005), EHRLINGER (2007) und ANONYM (2013). Es dominieren Produkte, die ätherische Öle oder Drogen mit ätherischen Ölen enthalten. Einige Produkte enthalten auch Gerbstoffe.⁴

⁴ Vgl. Abschlussbericht „Großer Odermennig (*Agrimonia procera* WALLR.) als Quelle für Catechingerbstoffe und deren Nutzung zur Tiergesunderhaltung“ 2013, DBU 27074-34

2 Zielsetzung

Das Vorhaben verfolgte die Zielstellung einer Nutzung von Benediktenkraut (*Cnicus benedicti* herba) als Quelle für Cnicin zur Einschränkung von bakteriellen Durchfallerkrankungen bei Schweinen, die insbesondere nach dem Absetzen gehäuft auftreten. Zur Anwendung kommen sollen Cnicin-haltige Extrakte in Form von ethanolischen Dicksäften, die über das Tränkwasser eingesetzt werden und so eine zügige Aufnahme sicherstellen sollen. Es kann darüber hinaus als Modell für die Prüfung antibakterieller Naturstoffe bei der Behandlung von Infektionskrankheiten des Verdauungstraktes von monogastriden Nutztieren angesehen werden. Es sollte ein Beitrag zur Senkung des Antibiotikaeinsatzes in der Tierhaltung geleistet werden.

Im Rahmen des Vorhabens erfolgten neben den entsprechenden Tierversuchen Arbeiten zur Selektionszüchtung und zur Optimierung des Pflanzenbaues zur Weiterentwicklung und Pflege der Kultur von *Cnicus benedictus* als traditionelle Arznei- und Gewürzpflanze.

Das Vorhaben trägt zur Diversifizierung der Agrarlandschaft bei.

3 Material und Methoden

3.1 Feldversuche

Die Feldversuche wurden im Zeitraum von 2014 bis 2017 auf Versuchsflächen von mittlerer und hoher Bodenbonität (diluviale und Löss-Lehmstandorte D5, Lö2, Lö1; IS, sL, L, Ackerzahl von 54 bis 98) angelegt. Die betreffenden Flächen befinden sich im Umland von Halle/Saale, im östlichen Harzvorland („Mitteldeutsches Trockengebiet“). Der langjährige mittlere Jahresniederschlag liegt in diesem Gebiet unter 500 mm bzw. l/m², die mittlere Jahrestemperatur bei etwa 9,0°C (vgl. SCHLIEPHAKE u. a. 1999). Die Höhenlagen betragen um 100 m über NN. Alle Standorte wiesen im Untersuchungszeitraum mittlere bis höhere Versorgungsstufen an Makro- und Mikronährstoffen auf.

Ein wesentlicher Anteil der Feldversuche wurde auf langjährig biologisch-organisch bewirtschafteten Flächen (Lö2), des Landwirtschaftsbetriebes Gert Horn in Salzatal, westlich von Halle/S., durchgeführt. Als weitere Standorte wurden das „Julius-Kühn-Versuchsfeld“ Halle (D5) und die Versuchsstation Etzdorf (Lö1) der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg genutzt. Darüber hinaus wurde in jedem Jahr eine größere Anzahl von Isolierstellen (bis zu 18) für die Vorvermehrung von *Cnicus benedictus*-Akzessionen unterhalten, die eine höhere Bandbreite von Standorttypen repräsentieren.

Auf allen Versuchsstandorten erfolgte eine Erfassung der wesentlichen meteorologischen Daten. Auf dem Julius-Kühn-Feld Halle lagen die Lufttemperaturmittelwerte und die Jahresniederschlagshöhe 2015 bei 10,8 °C und 491,1 mm, 2016 bei 10,5 °C und 492,9 mm bzw. 2017 bei 10,5 °C und 533,5 mm. Alle drei Versuchsjahre müssen als deutlich wärmer im Vergleich zum langjährigen Mittel charakterisiert werden.

Die Feldversuche zur Optimierung pflanzenbaulicher Faktoren wurden unter Verwendung einer wüchsigen Akzessionen (CB01) als Exaktversuche in einfaktorieller Blockanlage mit 4 Wiederholungen, wenn möglich vollständig randomisiert, ins Feld gestellt. Die Sortimente zur Prüfung bzw. Determination von Akzessionen mussten auf Grund der geringen verfügbaren Saatgutmengen ohne Wiederholung angelegt werden. Bei den geprüften Akzessionen handelte es sich um Kulturmaterialien, aber auch um Wild- bzw. verwilderte Herkünfte, im Wesentlichen aus Mittel-, Süd- und Osteuropa. Es wurden Erhebungen zur Phänologie, zum Auftreten von Pflanzenkrankheiten und Schädlingsbefall sowie zu pflanzenbaulichen bzw. ertragsstrukturellen Merkmalen durchgeführt. Darüber hinaus erfolgten analytische Untersuchungen zum Gehalt an Cnicin.

Die Feldversuche wurden nach den Grundsätzen von WAGNER u. a. (2007) durchgeführt. Alle technologischen Daten wurden festgehalten. Bonituren erfolgten entsprechend dem gültigen Standard (Note 1: keine, 5: mittlere, 9: sehr starke Ausprägung des Merkmals). Die notwendigen Saatgutprüfungen erfolgten nach ISTA-Vorschrift⁵.

Auf Grund der uns durch die mehrjährigen Voruntersuchungen bekannten ausgeprägten Winterhärte von *Cnicus benedictus* wurden sämtliche Versuche (mit Ausnahme der Saatzeitenversuche) in überjähriger Kultur nach Herbstaussaat ins Feld gestellt. Die überjährige Kultur ist vorteilhaft gegenüber der einjährigen nach Frühljahrsaussaat mit Hinblick auf Ertragssicherheit (z. B. durch bessere Nutzung der Winterfeuchte), Bodenschutz (Winterbedeckung), ein weniger konkurrenzstarkes Beikrautspektrum, verbunden mit geringerem mechanischen Pflegeaufwand und früherer Ernte bzw. Flächenberäumung, was Nachnutzungen z. B. Aussaaten von einjährigen oder mehrjährigen Leguminosen bzw. -Grasgemischen ermöglicht. Die beiden letzteren Aspekte sind vor allem unter den Bedingungen des ökologischen Landbaues von Interesse. Analog unserer Untersuchungsergebnisse (HORN u. a. 2015), in denen wir erhebliche Mehrerträge bei Früchten und Samen-Öl nach überjähriger Kultur gegenüber einjährigem Anbau erzielten, können auch Mehrerträge bei der Krauternte nach Herbstaussaat erwartet werden.

Zu Vegetationsbeginn wurde bei allen Versuchen eine Bestimmung des pflanzenverfügbaren Stickstoffes im Boden vorgenommen. Die Untersuchungen erfolgten in dankenswerter Weise durch die Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG) Sachsen-Anhalt in Bernburg. Auf konventionellen Standorten wurde die Stickstoff-Düngung auf eine Gesamtversorgung von 70 kg N/ha begrenzt und erfolgte als Einmalgabe im zeitigen Frühjahr in Form von Kalkammonsalpeter (KAS). Die Stickstoffzuführung auf den biologisch-organisch bewirtschafteten Flächen wurde durch den Anbau von Perserklee zur Gründüngung in der Fruchtfolge gewährleistet. Die Pflege der Sortimente und sämtlicher pflanzenbaulicher Versuche wurde mechanisch durchgeführt (Zwischenreihenfräse, Handhacke).

Die Grünmasseernte der Parzellen erfolgte manuell unter Zuhilfenahme einer Motorsense oder eines Einachstraktors (Typ Casorzo „Pony“ 12-R) mit Frontmäher (Doppelfingermähwerk, Schnittbreite 1,18 m, Schnitthöhe ca. 10 cm), bei den Sortimenten mittels Handsichel. Die Sortimente und pflanzenbauliche Versuche flankierende Probentrocknungen für analytische Zwecke erfolgten in einem teilklimatisierten Trockenraum (Temperatur 20-25°C, rel. Luftfeuchte 40-50 %) oder unter Dach in einem eigens dafür hergerichteten luftigen, aber

⁵ ISTA=International Seed Testing Association, Internationale Vereinigung für Saatgutprüfung

abgedunkelten Raum. Die Ermittlung des Wassergehaltes wurde mittels Trockenschrank (bei $103(\pm 2)^{\circ}\text{C}$ bis zur Massekonstanz) durchgeführt. Die in größerem Umfang für die Tierversuche zu werbenden Krautdroge wurde als Ganzpflanze auf Kaltbelüftungsflächen getrocknet.

Nicht unerwähnt soll bleiben, dass bei Ernte- und Aufbereitungsarbeiten auf ausreichenden Körperschutz (entsprechende Handschuhe, Schutzbrille, Atemschutz) vor umherfliegenden Drüsenhaaren zu achten ist, die ungeschützt bei erhöhter Exposition zu stärkeren Reizungen führen können. Bei langzeitigen Einwirkungen sind Sensibilisierungen bzw. allergische Reaktionen nicht auszuschließen.

Die Saatgutgewinnung erfolgte manuell (Isolierstellen) bzw. mit Parzellenmähdrescher Hege 125 (CB01). Die Rohware wurde auf Kaltbelüftungsfläche nachgetrocknet. Die Aufbereitung erfolgte mit einem Labor-Saatenreiber (zur Entfernung des Pappus) und einer Saatenreinigungsanlage vom Typ „Mini-Petkus“.

Die speziellen Angaben zu Standorten, Versuchsanlagen, technologischen Daten et c. sind den entsprechenden Kapiteln bzw. den Anlagen zu entnehmen. Soweit es die Daten zuließen, erfolgte die Versuchsauswertung unter Einbeziehung von Varianzanalyse und Mittelwertvergleich mit multipltem t-Test (Programm Efdas DVP1). Als Bezugsgröße beim Mittelwertvergleich dient in den betreffenden Versuchen das jeweilige Prüfglied 1 (Standard bzw. „Quasi-standard“). Ausgewählte Zusammenhänge wurden korrelationsanalytisch betrachtet.

3.2 Quantitative Analytik von Cnicin

Die quantitative HPLC-gestützte Analytik von Cnicin erfolgte in Fremdleistung durch Dr. Jutta Kalbitz (BioSolutions Halle GmbH).

Probenvorbereitung

Eine definierte Einwaage der fein gemahlten Pflanzenprobe (je nach zu erwartendem Cnicingehalt 100-300 mg) werden in einem 15 ml Falcon Röhrchen mit 1 ml internem Standard (p-Coumarsäure, $c = 0,78 \text{ mg/ml}$, Stabilität: 6 Monate, Kühlschrank) versetzt. Anschließend füllt man mit Methanol zur 10 ml Marke auf, extrahiert zunächst 15 min bei 40°C im Ultraschallbad, anschließend weitere 15 min im Überkopfschüttler. Man zentrifugiert 10 min bei 4500 min^{-1} , dekantiert in ein weiteres 15 ml Falcon Röhrchen und füllt bis zur 10 ml Marke mit Methanol auf. Gegebenenfalls zentrifugiert man nochmals für 10 min bei 10000 min^{-1} . 100 μl dieser Probe werden in ein HPLC Vial überführt und vermessen. Die Analysen erfolgen generell in Doppelbestimmung.

HPLC Methode

Säule: Zorbax Eclipse XDB C18; 3, 5 μm , 150 x 4.6 mm (Agilent)

Vorsäule: Eclipse XDB C18 (Agilent)

Laufmittel: A Acetonitril
B Wasser + 1,5 % H_3PO_4

Gradient:

t	% B
0	99
60	50

Post time: 10 min
 Fluss: 1 ml/ min
 Injektion: 5 μ l
 Temperatur: 35°C
 DAD: 220 nm
 Retentionszeit: IS = 19,8 min
 Cnicin = 31,8 min

Angemerkt sei, dass aus Kostengründen die Bestimmung des Cnicin-Gehaltes nur prüfungsweise, also an Hand von Mischproben aus den Wiederholungen, möglich war. Eine wiederholungsweise Analytik wäre wünschenswert, aber im vorhandenen Kostenrahmen nicht finanzierbar gewesen.

3.3 Bestimmung der Keimzahl

Die Bestimmungen von Keimzahlen (Anzahl aerober Keime) erfolgten in Fremdleistung durch die BioSolutions Halle GmbH nach der Methode LFGB L 00.00-88 und flankierten pflanzenbauliche und Lagerversuche (Trockendroge). Die Methode umfasst die Lösung von Probematerial in gepuffertem Peptonwasser, das Ausplattieren einer Verdünnungsreihe auf PCA und die Auszählung nach 72 Stunden (30°C) Inkubation. Weiterführende Untersuchungen zur Feststellung spezieller Mikroorganismen wurden nicht durchgeführt.

3.4 Prüfung von *Cnicus benedictus*-Extrakten an Ferkeln

(Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg)

Das Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, die Wirkung von Cnicin, in Form von Extrakten (Dicksaft), aus *Cnicus benedictus*-Krautdroge auf die Futterraufnahme, das Wachstum und die Tiergesundheit von Absetzferkeln zu prüfen.

Für die Untersuchungen wurden drei Ferkelversuche (1. Versuch 09.09.-21.10.2014, 2. Versuch 02.09.-14.10.2015 und 3. Versuch 17.05.-28.06.2016) durchgeführt. Im 1. und 2. Versuch standen 60 Ferkel (30 männlich, 30 weiblich) aus einer Abferkelung der Kreuzung (DExDL)xPI der Sauenherde am Agrar- und ernährungswissenschaftlichen Versuchszentrum (AEVZ) Merbitz zur Verfügung, die auf 3 Fütterungsgruppen randomisiert in Einzelbuchten verteilt wurden, so dass in jeder Fütterungsgruppe 20 Wiederholungen bereit standen. Die Ferkel wurden mit 21 Tagen abgesetzt (mittleres Startgewicht von 7,5 \pm 0,6 bzw. 7,6 \pm 0,5 kg) und zeigten keinerlei gesundheitliche Probleme. Für einen weiteren Ferkelversuch wurden Tiere aus einem Praxisbetrieb (Agrarprodukte Löbnitz GmbH) gekauft, die aus einer Anlage (Betriebsteil Lettewitz) mit erhöhten gesundheitlichen Problemen und Einsatz von Antibiotika stammen. Ein Untersuchungsbefund von Kottupferproben aus dieser Anlage zum Zeitpunkt des Tierkaufes zeigt eine erhöhte Belastung mit *Escherichia coli*. Mit diesen vorbelasteten Tieren sollte eine Wirkung von Cnicin auf die Darmgesundheit und das Immunsystem der Tiere nachgewiesen werden. Zum Einsatz kamen 54 Absetzferkel (27 weibliche und 27 männliche), mit 28 Tagen abgesetzt und einem mittleren Gewicht von 9,2 \pm 1,01kg, die auf 3 Versuchsgruppen zu je 3 Tieren pro Bucht randomisiert verteilt wurden. Die Gruppenhaltung der Tiere wurde notwendig durch tierschutzrechtliche Auflagen und damit konnten für die Para-

meter Futter- und Tränkwasseraufnahme und Futteraufwand nur 6 Wiederholungen je Versuchsvariante realisiert werden. Nach entsprechender Kennzeichnung der Tiere erfolgte eine Einzeltierwägung, so dass für die Bestimmung der Lebendmassezunahme und Kot-Trocken-substanz je Variante 18 Wiederholungen für die statistische Auswertung zur Verfügung standen. Die Kontrollvariante erhielt Tränkwasser über eine 10-l-Suevia-Fülltränke ohne Cnicin-zusatz jedoch mit einer Ergänzung an Ethanol zur Einstellung äquivalenter Alkoholkonzentrationen wie im cnicinhalten Tränkwasser und die Versuchsvarianten ein cnicinhaltenes Tränkwasser mit einer Konzentration von 8,6 mg/l bzw. 43 mg/l im Versuch 1 und 20mg/l bzw. 100 mg/l im Versuch 2 und 3. Die verwendeten ethanologischen Dicksäfte (Versuch 1 GS-2007327-BFF, Versuch 2 GS-2031965-BFF und Versuch 3 GS-2050936-BFF) wurden von der Firma Bell Flavors & Fragrances GmbH, Leipzig hergestellt und analytisch auf den Gehalt an Cnicin mittels HPLC durch das Labor von BioSolutions Halle GmbH untersucht. Der verwendete Dicksaft enthielt im Versuch 1 1,44 % Cnicin, Versuch 2 1,48 % Cnicin und im Versuch 3 betrug der Cnicingehalt 4,42%. Zur Einstellung der Cnicinkonzentrationen in der Tränke wurde der Dicksaft an 10 l Wasser gemischt (Tab. 1). Da der Dicksaft einen Ethanolgehalt zwischen 58-68% enthielt wurde der Kontrollvariante A und der Variante B anteilmäßig Ethanol zugemischt, um eine vergleichbare Ethanolkonzentration wie in Variante C zu erreichen (Tab. 1). Während der Tränkperiode (14 bzw. 21 Tage) erhielten die Tiere in beiden Versuchen ein vergleichbares Prestarterfutter (Tab. 2) und danach bis zum Versuchsende (Tag 42) ein Starterfutter ähnlicher Zusammensetzung (Tab. 2). Der Bedarf an Energie, Protein, Aminosäuren, Mengen- und Spurenelementen und Vitaminen richtete sich nach Bedarfsempfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 2006).

Täglich erfolgte über einen Zeitraum von drei Wochen die Erfassung der eingesetzten Tränkwassermenge. Zur Bestimmung der Kottrockensubstanz wurden im Versuch 1 am 7. und 14. Versuchstag, Versuch 2 am 14. und 21. Versuchstag und im Versuch 3 am 7., 14. und 21. Versuchstag den Tieren rektal Kotproben entnommen, in Wägegefäße eingewogen und im Trockenschrank über 12 Stunden getrocknet. In Versuch 3 wurde zusätzlich die Kotkonsistenz in vier Kategorien mit der Benotung 1 fest, 2 weich, 3 breiig und 4 flüssig täglich eingeteilt. Für die Berechnung der Diarrhöehäufigkeit wurde nur die Note 4 verwendet und nach der folgenden Formel berechnet.

$$\text{Diarrhöehäufigkeit \%} = (\text{Summe Anzahl Tiere mit Note 4}) / (\text{Anzahl Tiere} \times \text{Tage}) \times 100.$$

Die Auswertung der Diarrhöehäufigkeit erfolgte wöchentlich. Nach der Tränkperiode nahmen alle Tiere Tränkwasser über Zapfentränken auf. An den Tagen der Kotprobeentnahme wurden zusätzlich Blutproben aus der Vena jugularis von allen Tieren entnommen, um Serum zu gewinnen zur Bestimmung der totalen antioxidativen Kapazität (TAOS) mittels TEAC-Methode und Sigma Antioxidant Assay Kit CS0790. Am Ende der Tränkperiode im Versuch 3 wurden 6 Tiere je Variante (mittleres Gewicht je Bucht) getötet zur Gewinnung von Leberproben und Mucosa aus dem Duodenum und Ileum.

Die relative mRNA Expression proinflammatorischer Zytokine wurde mittels real-time RT-PCR in Lebergewebe und Ileummucosa untersucht. Dafür wurde zunächst die Gesamt-RNA mittels peqGOLDTriFast™ (PEQLAB Biotechnologie GmbH, Erlangen, Deutschland) laut Hersteller-Protokoll isoliert. Die RNA Konzentration wurde photometrisch bei einer Absorp-

tion von 260 nm bestimmt und die Integrität der RNA wurde mittels Agarose-Gelelektrophorese überprüft. Die Umwandlung der mRNA in cDNA erfolgte mittels reverser Transkriptase (M-MLV Reverse Transcriptase, Promega, Madison, USA) unter Verwendung eines Oligo-dT-Primers (Eurofins MWG Synthesis GmbH, Ebersberg, Deutschland). Die real-time PCR wurde mittels einem Rotorgene 6000-System (Corbett Research, Mortlake, Australien) durchgeführt. Es wurde eine Polymerase aus *Thermus aquaticus* eingesetzt (Taq-Polymerase, Go-Taq® Flexi DNA-Polymerase, Promega) wie bereits anderweitig publiziert (RADTKE u. a., 2014). cDNA-Templates wurden über 30-43 Zyklen amplifiziert, mit einer initialen Denaturierungsphase bei 95°C, einer Annealingsphase bei 58-60°C und einer Elongationsphase bei 72°C. Die Bildung eines einzelnen Produktes wurde durch eine Schmelzkurvenanalyse bei schrittweiser Erhöhung auf 99°C überprüft; die Größe des gebildeten Produktes wurde mittels einer DNA-Agarose-Gelelektrophorese überprüft. Die mRNA-Konzentration der Zielgene wurde nach der Methode nach PFAFFL (2001) relativ auf die Kontrollgruppe bezogen berechnet. Als Referenzgene dienen β -Aktin (XXX), Glyceraldehyd-3-Phosphat-Dehydrogenase (GAPDH) und Ribosomal Protein S9 (RPS9). Primersequenzen der Ziel- und Referenzgene sind in Tabelle 3 wiedergegeben.

Die Mittelwerte der drei Versuchsgruppen wurden mit den Tukey HSD-Test verglichen (Statistica 7.0 for Windows Operating System). Signifikanzen wurden mit $p < 0,05$ ausgewiesen.

Tabelle 1: Cnicin- und Ethanolgehalte im Dicksaft und der Tränke im Versuch 1, 2 und 3

	Versuch 1			Versuch 2			Versuch 3		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Extrakt-Charge	GS-2007327-BFF			GS-2031965-BFF			GS-2050936-BFF		
Cnicinkonzentration Dicksaft (%)	1,44			1,48			4,42		
Ethanolgehalt Dicksaft (%)	64			54			56		
Cnicinkonzentration Tränke (mg/l)	0	8,6	43	0	20	100	0	20	100
Ethanolkonzentration Tränke Dicksaft (ml/10 l Wasser)	0	6	30	0	13,5	67,6	0	4,5	22,6
Ethanollösung (ml/10 Wasser)	0	0	0	67,6	54,1	0	22,6	18,1	0

Tabelle 2: Zusammensetzung und Inhaltsstoffe der Futtermischungen im Versuch 1, 2 und 3

Komponenten in %	Versuch 1		Versuch 2		Versuch 3	
	Prestarter	Starter	Prestarter	Starter	Prestarter	Starter
Weizen	38,0	38,0	37,0	41,0	37,81	41,0
Gerste	17,73	20,55	16,0	18,3	20,0	20,13
Mais	8,0	12,0	8,0	10,0	8,0	10,0
Sojaextraktionsschrot	22,0	18,0	25,0	20,0	20,0	18,0
Süßmolkepulver	5,0	2,5	5,0	2,0	5,0	2,0
Weizengrießkleie	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Sojaöl	2,5	2,4	2,6	2,5	2,6	2,5
Monocalciumphosphat	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mineralfutter*	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Lysin HCl	0,56	0,5	0,44	0,38	0,50	0,44
L-Threonin	0,26	0,22	0,19	0,16	0,23	0,18
DL-Methionin	0,22	0,17	0,18	0,10	0,20	0,14
L-Valin	0,17	0,11	0,07	0,04	0,12	0,08
L-Tryptophan	0,06	0,05	0,02	0,02	0,04	0,03
Kalkulierte Inhaltsstoffe (g/kg Futter) und Umsetzbare Energie (MJ/kg Futter)						
Umsetzbare Energie	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6
Rohprotein	193	177	193	175	187	179
Lysin	13,3	11,7	13,0	11,1	12,2	11,1
Threonin	8,9	7,9	8,6	7,5	8,5	7,6
Methionin + Cystein	8,0	7,1	7,7	6,6	7,5	6,8
Valin	9,7	8,5	8,5	8,1	9,2	8,5
Tryptophan	2,8	2,5	2,6	2,3	2,7	2,5
Calcium	7,6	6,3	7,7	6,2	7,5	6,1
Phosphor	7,1	5,9	7,4	6,0	7,3	6,0

*Mineralfutter per kg: Calcium 265 g, Phosphor 40 g, Natrium 60 g, Magnesium 5,0 g, Vitamin A 1000000 IE, Vitamin D 100000 IE, Vitamin E 2000 mg, Vitamin K 150 mg, B1 Thiamin 200 mg, B2 Riboflavin 500 mg, B6 Pyridoxin 300 mg, B12 2000 µg, Biotin 1mg, Folsäure 30 mg, Nikotinsäure 2600 mg, Pantothensäure 1250 mg, Cholinchlorid 20000 mg, Eisen 2850 mg, Mangan 730 mg, Zink 2200 mg, Kupfer 750 mg, Jod10 mg, Selen 10 mg,

Tabelle 3: Primersequenzen der in der relativen mRNA-Expressionsanalyse verwendeten Ziel- und Referenzgene.

	<i>Forward Primer</i> (von 5' nach 3')	<i>Reverse Primer</i> (von 5' nach 3')	<i>Accession-</i> <i>Nummer</i>	<i>Produkt-</i> <i>größe (bp)</i>
ACTB ¹	GACATCCGCAAGGA CCTCTA	ACATCTGCTGGAAG GTGGAC	XM_021086047.1	205
GAPDH ¹	AGGGGCTCTCCAGA ACATCATCC	TCGCGTGCTCTTGCT GGGGTTGG	NM_001206359.1	446
GPX2 ²	CATTGCCAAGTCCT TCTAC	CCTCGGAATGTGTTG AAATC	NM_001115136.1	75
IL6 ²	CCGGACAAAACACTGA AGAAC	CATACTTCTCACACA TCTCC	NM_001252429.1	79
CXCL8 ²	TGCATAAATACGCA TTCCAC	GTTGTTGCTTCTCAGT TCTC	NM_213867.1	196
NQO1 ²	GACATCACAGGTAA ACTGAAG	GCCTTCTTTATAAGC CAGAG	NM_001159613.1	75
RPS9 ¹	GTCGCAAGACTTAT GTGACC	AGCTTAAAGACCTGG GTCTG	XM_021094879.1	325
TNF ²	TACTGCACTTCGAGG TTATC	TTTGACATTGGCTAC AACG	NM_214022.1	140

¹ Referenzgen, bezogen von Eurofins MWG Synthesis GmbH, Ebersberg, Deutschland;

² bezogen von Sigma Aldrich Chemie GmbH, Taufkirchen, Deutschland

3.5 Sonstige Methoden

Es wurden einige weitere spezielle, aber auch flankierende Untersuchungen durchgeführt, deren Methoden hier nicht ausgeführt werden sollen, die aber bei der Darlegung der entsprechenden Ergebnisse bzw. in den betreffenden Anlagen angegeben sind.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Selektionszüchtung

4.1.1 Determination von Akzessionen (Sortimente)

In allen Untersuchungsjahren sind „Sortimente“ zur Determination von Kulturformen und Wildakzessionen unter einheitlichen Standortbedingungen angelegt worden. CB01, eine ursprünglich vom Hof Berg-Garten Herrischried (Deutschland) stammende und von uns bereits mehrjährig angebaute Kulturform, wurde jeweils als Standard einbezogen. Sie ist als wüchsige und weitgehend aufrechte Form zu charakterisieren, die erst relativ spät - nach einsetzender Blüte - zum Lagern neigt. Der Anbau erfolgte in allen drei Untersuchungsjahren überjährig auf mittleren bis besseren D-Standorten (Julius-Kühn-Feld Halle/S. der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg). Die Aussaat (20 Früchte/m²), Pflege und Ernte wurde manuell durchgeführt. Die Anlageflächen betragen 15 m² und die Ernteflächen 4,5 m² (Randreihen und Stirnränder wurden ausgespart). Die verbliebenen Restflächen dienten der Beurteilung der weiteren generativen Entwicklung bzw. der Saatguternte zur Abschätzung des möglichen Saatgutertrages, worauf hier aber nicht weiter eingegangen werden soll.

Cnicus benedictus weist eine erhebliche Variabilität im Wuchsverhalten auf. Neben weitgehend aufrechten Typen sind flachwachsende (eher kriechende) Formen bekannt. Zu favorisieren sind aufrechte wüchsige Formen. Das wesentliche Interesse ist auf einen möglichst hohen und stabilen Cnicin-Ertrag gerichtet. Als Anlage 1-3 sind die wesentlichen Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsjahre zusammengestellt.

Sortiment Ernte 2015

Im ersten Untersuchungsjahr (Ernte 2015) wurden 15 Akzessionen, einschließlich CB01 (Standard), geprüft (siehe Anlage 1). Alle Akzessionen, mit Ausnahme von Cn3, zeigten einen hohen Feldaufgang. Die Pflanzen überwinterten gut entwickelt im Rosettenstadium.

Die Wuchshöhe der Akzessionen zur Krauternte schwankte zwischen 58 und 86 cm und damit nicht unerheblich. Die Standardvariante CB01 (Cn7) liegt mit 79 cm etwas über dem Mittelwert. Cn14 und Cn15 erscheinen am wüchsigsten. Die Krauternte erfolgte etwa zu Blühbeginn bis Hauptblüte/Blühbeginn der 2. Ordnung am 20. und 21.5.2015. Der Blühbeginn (1. Ordnung, entspricht Terminalinfloreszenz) zeigt gewisse Unterschiede. Auffällig erschien die frühblühende Cn13. Die Blattfarbe der einzelnen Akzessionen variiert von hellgrünen bis hin zu dunkelgrünen Farbtönen. Sehr deutliche Unterschiede sind in der Prädisposition gegenüber Ephemememehltau (*Erysiphe cichoracearum* DC. ex Merat) festzustellen. Die Boniturnoten (1 bis 9; 1 ohne, 9 sehr starker Befall) zur Krauternte bewegten sich zwischen „3“ mit relativ geringem bis „8“ mit starkem Befall. Cn1 und Cn2 erscheinen recht tolerant. Andere Blattkrankheiten oder Schädlingsbefall waren nicht festzustellen. Keine der Akzessionen zeigte zur Krauternte Lager. Die Trockenmasse-Krauterträge schwanken zwischen 75 (Cn9) und 125 dt/ha. Cn13 erreichte mit einigem Abstand den höchsten Ertrag. Der Cnicin-Gehalt im Kraut (bezogen auf Trockenmasse) zeigt ebenfalls eine große Schwankungsbreite, mit 0,76 bis 1,52 %. Herausragend ist die sehr wüchsige hellgrüne Cn15 mit 1,52 %, die auch zur Gruppe mit hohen Trockenmasseerträgen gehört und den mit Abstand höchsten Cnicin-Ertrag mit 169 kg/ha erreichte. Cn13 hingegen weist den niedrigsten Gehalt an Cnicin auf. Sehr

deutlich waren auch die Unterschiede beim Wiederaustrieb nach der Krauternte. Eine Reihe von Akzessionen zeigte keinen neuen Austrieb, während andere, wie Cn1 und Cn10, einen relativ starken Wiederaustrieb aufwiesen. Allerdings lohnte dieser mit etwa 25 cm Wuchshöhe bei einsetzender Blüte (2.7.2015) die Ernte nicht. Auch CB01 wies einen gewissen Anteil von wiederausgetriebenen Pflanzen auf.

Dieses Sortiment bildete die Grundlage für die Auswahl der Akzessionen für den Feldversuch zur Prüfung von Akzessionen 2016/17 (Punkt 4.1.2), als weiteren Baustein im Rahmen der Selektionszüchtung. Hierfür war eine weitere Zwischenvermehrung 2015/16 erforderlich. Präferiert wurden neben CB01 als Standard, Cn2, Cn5, Cn14 und Cn15.

Sortiment Ernte 2016

Im zweiten Untersuchungsjahr (Ernte 2016) wurden ebenfalls 15 Akzessionen bzw. 14 gegenüber dem Standard CB01 geprüft (siehe Anlage 2). Die Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung waren auf dem Julius-Kühn-Feld Halle im Herbst 2015 trockenheitsbedingt sehr erschwert und ließen nur ein klutiges Saatbett zu. Der Aufgang erfolgte zögerlich. Dennoch zeigten die Akzessionen überwiegend hinreichende Bestandesdichten, mit Ausnahme von Cn9, 10, 11 und 12, was möglicherweise auch auf eine Keimruhe zurückzuführen ist. Die sehr langanhaltenden Vegetationsbedingungen 2015 ließen ein Pflanzenwachstum bis in die zweite Dezemberdekade zu. Die Bestände überwinterten in einem gut entwickelten Rosettenstadium, ohne dieses jedoch zu überschreiten.

Die Krauternte erfolgte am 26.5.2016, etwa zu Blühbeginn der 2. Ordnung. Die geprüften Akzessionen zeigten kaum Unterschiede im Blühbeginn. Die Wuchshöhe zur Krauternte wies erhebliche Differenzen auf. Neben sehr wüchsigen Genotypen mit Wuchshöhen von 90-100 cm, wie Cn1, Cn2, Cn8, Cn13, Cn14 und Cn15, fielen schwachwüchsige Typen mit 30-60 cm Wuchshöhe auf (Cn9, Cn10, Cn11, Cn12), die alle aus Südeuropa stammen. Die Akzessionen wiesen zur Ernte keinen Befall durch Echten Mehltau bzw. sonstige Blattkrankheiten oder Schädlinge auf und zeigten bis auf Cn3 und 8 nur in geringem Umfang Lagererscheinungen. Die Krauterträge variieren entsprechend stark und zeigen bei einem mittleren Krauttrockenmasseertrag von 83,6 dt/ha eine Schwankungsbreite von 50,0 bis 109,1 dt/ha. Als herausragend ist Cn1 zu kennzeichnen. Der Standard CB01 (Cn5) befindet sich mit 94,1 dt/ha im oberen Mittelfeld. Die schwachwüchsigen südeuropäischen Herkünfte erreichen erwartungsgemäß nur geringe Erträge. Die Cnicin-Gehalte schwanken in einem Bereich von 0,78-1,50 %. Gehalte über 1,2 %, und damit auch über dem Standard liegend, weisen Cn6, Cn9, Cn11 und Cn13 und Cn14 auf. Die Cnicin-Erträge bewegen sich zwischen 56,6 und 127,7 kg/ha. Es ragen heraus Cn1 und Cn13 mit mehr als 120 kg/ha. Der Wiederaustrieb war durchgängig gering.

Sortiment Ernte 2017

Im dritten Untersuchungsjahr wurden 13 Akzessionen bzw. 12 gegenüber dem Standard CB01 geprüft (siehe Anlage 3). Die Akzessionen gingen im Wesentlichen gleichmäßig auf und überwinterten im Rosettenstadium.

Alle Akzessionen hatten am 15.5.2017 den Blühbeginn erreicht. Die Krauternte erfolgte am 22.5.2018. Zu diesem Zeitpunkt waren weder Lager noch Befall durch Echten Mehltau festzustellen.

Mit Ausnahme von zwei Akzessionen, Cn7 und Cn8, zeigten sich beim Vergleich der Wuchshöhen zur Krauternte wenige Unterschiede. Interessanterweise wiesen diese beiden zunächst auffällig schwach wüchsigen Akzessionen zur Früchteernte Pflanzenlängen auf, die sich im Oberfeld beim Akzessionen-Vergleich befanden (hier nicht dargestellt). Die Kraut-Trockenmasseerträge bewegen sich in einem Schwankungsbereich von 63,2 bis 97,7 dt/ha. Den höchsten Ertrag erzielte Cn4. Die Cnicin-Gehalte im Kraut weisen, mit Ausnahme von Cn2, welche mit 1,75 % gegenüber dem Versuchsmittel von 1,17 % herausragt, relativ wenige Unterschiede auf. Die Cnicin-Erträge variieren erheblich im Bereich von 73,1 bis 140,1 kg/ha. Der Standard CB01 (Cn6) befindet sich mit 87,6 kg/ha im unteren Feld. Den Höchstertrag weist Cn2 auf. Der auch in diesem Jahr nur verhaltene Wiederaustrieb ließ keine Ernte zu.

Zusammenfassend soll festgehalten werden, dass im Rahmen der dreijährigen Untersuchungen an insgesamt 40 verschiedenen Herkunftsn (zuzüglich CB01 als Standard) folgende Akzessionen durch vergleichsweise hohe Cnicin-Gehalte und Trockenmasseerträge bzw. Cnicin-Erträge herausragten: Cn15/2015, Cn2/2015, Cn1/2016, Cn13/2016, Cn2/2017 und Cn3/2017. Unterschiede in der Exposition gegenüber Echtem Mehltau zeigten sich im relevanten Zeitraum bis zur Krauternte nur im ersten Untersuchungsjahr. Die hier stark befallenen Akzessionen Cn8/2015, Cn9/2015 und Cn13/2015 müssen diesbezüglich als bedenklich gelten. Einige Akzessionen zeigten einen gewissen Wiederaustrieb, aber auf Grund der geringen Wachstumsleistung scheint wohl im Allgemeinen keine zweite Ernte sinnvoll.

4.1.2 Prüfung von Akzessionen

Auf dem ökologisch bewirtschafteten Versuchsfeld Zappendorf wurde 2016/17 ein Feldversuch ($r=4$, vollständig randomisierte Blockanlage) zur Leistungsprüfung der 4 ausgewählten Akzessionen gegenüber CB01 als Standard (vergleiche Punkt 4.1.1) durchgeführt. Die wesentlichen Ergebnisse sind in Anlage 4 zusammengestellt.

Die Aussaat wurde am 22.9.2016 mit einer Bandkopf-Handsämaschine (Firma Haldrup), einheitlich mit 60 keimfähigen Körnern/m² durchgeführt. Der Aufgang erfolgte zügig und verhältnismäßig gleichmäßig. Lediglich Ak2 zeigte einen gewissen Abfall im Feldaufgang. Die Akzessionen überwinterten einheitlich in einem gut entwickelten Rosettenstadium. Die Bestände entwickelten sich ab Vegetationsbeginn 2017 bis zur Krauternte am 17.5.2017 gleichmäßig und wiesen zu diesem Zeitpunkt Blühbeginn (1. Ordnung blüht) auf. Zum äußeren Erscheinungsbild ist festzuhalten, dass Ak5 deutlich durch ein helleres Grün und durch eine „weichere“ Blattoberfläche auffiel, die ganz offensichtlich über eine dichtere Drüsenbehaarung verfügt. Keine der Akzessionen wies bis zur Krauternte Lager oder Befall durch Echtem Mehltau (oder andere Krankheiten und Schädlinge) auf. Die Akzessionen zeigten keine erheblichen Unterschiede in der Wuchshöhe. Im Trockenmasse-Krautertrag wiesen die Akzessionen, mit Ausnahme von Ak3 (76,2 dt/ha) nur geringfügige Unterschiede respektive ein relativ einheitliches Niveau im Bereich von 81,3-84,3 dt/ha auf. Die Akzessionen 2 bis 4 befinden sich im Cnicin-Gehalt Kraut im Bereich des Standards (Ak1). Sehr erfreulich ist die deutliche Abweichung von Ak5 mit einem Gehalt von 1,62 % bezogen auf Trockenmasse gegenüber dem Gehalt von 1,12 % im Standard CB01. Entsprechende Unterschiede zeigen sich im Cni-

cin-Ertrag. Herausragend ist Ak5 mit einem Cnicin-Ertrag von 131,6 kg/ha gegenüber dem Versuchsmittel von 98,7 kg/ha.

Bereits im Sortiment Ernte 2015 zeigte diese Akzession (Cn15) mit Abstand den höchsten Cnicin-Gehalt und -Ertrag, was im Rahmen dieses Versuches eindrücklich Bestätigung fand. Ein Zusammenhang mit der beobachteten dichteren Drüsenbehaarung erscheint naheliegend. Nähere Untersuchungen hierzu erfolgten allerdings noch nicht.

4.2 Pflanzenbau

4.2.1 Optimierung der Saatzeit

Im Rahmen des Vorhabens wurden in den ersten beiden Untersuchungsjahren insgesamt drei Feldversuche zur Optimierung der Aussaatzeit durchgeführt. Hier sollen die Ergebnisse an Hand von zwei Versuchen mit Ernte 2015 in Zappendorf (ökologisch bewirtschaftet) und Etzdorf (konventionelle Bewirtschaftung) besprochen werden. Die Ergebnisse dieser Feldversuche sind in den Anlagen 5 und 6 dargestellt.

In beiden Versuchen zeigte sich bei den jeweiligen Frühjahrsaussaaten ein höherer Feldaufgang gegenüber der bzw. den Herbstaussaaten. Ein möglicher Einfluss durch Keimruhe ist auszuschließen. Ein Vergleich der Zeiträume von der Aussaat bis zum Aufgang zwischen den Herbst- und den Frühjahrsaussaaten weist auf einen höheren Keimtemperatur-Anspruch von *Cnicus benedictus* hin. Eine Frühjahrsaussaat wäre unter den gegebenen Bedingungen Anfang April ausreichend gewesen. Kritisch ist noch anzumerken, dass bei dem Versuch in Etzdorf die Saatedichte der frühen Herbstaussaat von denen der folgenden trotz gleicher Maschineneinstellung abweicht, was wohl auf unterschiedliche Bodenbedingungen bei der Aussaat zurückzuführen ist.

Der Blühbeginn bzw. auch die Krauternte der Herbstaussaaten erfolgten etwa Anfang/Mitte Mai, während diese bei den Frühjahrsaussaaten erst etwa Mitte Juni möglich waren. In beiden Versuchen gab es bis zur Krauternte keinen oder nur wenig Befall durch Echten Mehltau und kein Lagern. In beide Saatzeitenversuche zeigte sich eine Überlegenheit im Kraut-Trockenmasseertrag bzw. im Cnicin-Ertrag der Herbstaussaat gegenüber der Frühjahrsaussaat.

An allen Feldversuchen erfolgten Beobachtungen bzw. Erhebungen zum Wiederaustrieb der beernteten Bestände. Überwiegend war dieser, auch in Abhängigkeit vom Standort und der Witterungslage, nur sehr gering und lohnte keine Beerntung. Die Pflanzen sind kaum noch massenwüchsig und kommen sehr zügig in die Blüte und zeigen stärkeren Befall durch Echten Mehltau oder sterben vorzeitige ab. Zu den wenigen Aufwüchsen von Wiederaustrieb, die eine Quantifizierung sinnvoll erscheinen ließen, gehörte die Herbstaussaat in Zappendorf Erntejahr 2015. Der Bestand wies einige Lücken auf, die zur Verunkrautung neigten. Die Wuchshöhe betrug im Mittel 36 cm. Es konnte ein Kraut-Trockenmasseertrag nach manueller Beerntung von 24,2 dt/ha ermittelt werden. Der Cnicin-Gehalt betrug 2,22 % und fiel damit erstaunlich hoch aus. Es ergibt sich ein rechnerischer Cnicin-Ertrag von immerhin 53,7 kg/ha. Der Wiederaustrieb der Frühjahrsaussaat fiel hingegen deutlich geringer aus (nur einzelne Pflanzen).

Festzuhalten sei noch, dass im Rahmen eines weiteren Feldversuches in Zappendorf 2015/16 (hier nicht dargestellt) bei der Variante frühe Herbstaussaat (10.9.2015) bedingt durch die lange Vegetationszeit 2015 die Pflanzen bis Ende Dezember bereits überwiegend das Rosettenstadium verlassen hatten und in die generative Entwicklung eingetreten sind (einsetzendes Streckungswachstum), was bekanntermaßen zu einer deutlich verminderten Winterfestigkeit führt. Die im Januar 2016 einsetzende Winterwitterung mit einer Tiefsttemperatur von -14°C führte zu Schädigungen an den Pflanzen, was im Frühjahr zu Fehlstellen, einem unausgeglichene Wuchs (teilweise gedrungene Pflanzen, Verdickungen bzw. Höhlungen in der Stängelbasis) und zu einem signifikant reduzierten Krautertag führte. Dieser Versuch machte deutlich, dass zeitige Herbstaussaaten von *Cnicus benedictus* um den 10.9. gefährdet sind, bei langanhaltenden herbstlichen Vegetationsbedingungen in die generative Entwicklung überzugehen und durch stärkere Fröste geschädigt zu werden.

Zusammenfassend soll festgestellt werden, dass Herbstaussaaten (überjährige Kultur) von *Cnicus benedictus* im Kraut- und Cnicin-Ertrag Frühjahrsaussaaten überlegen sind. Nach unseren derzeitigen Kenntnissen sind Aussaatzeiten um den 20. bis 25. September optimal.

4.2.2 Optimierung der Bestandesdichte

In allen drei Untersuchungsjahren erfolgten auf dem Julius-Kühn-Feld Halle Feldversuche zum Einfluss der Bestandesdichte von *Cnicus benedictus* auf den Ertrag und die Qualität des Erntegutes. Im Unterschied zu den meisten übrigen pflanzenbaulichen Versuchen, die mit Reihentfernungen von 50 cm Abstand zur mechanischen Pflege ins Feld gestellt wurden, erfolgte hierbei eine engreihige Aussaat (12 cm) unter weitgehendem Verzicht auf mechanische Pflege (mit Ausnahme einer manuellen Bereinigung), da die Jungpflanzen von *Cnicus benedictus* eine erhebliche Konkurrenzfähigkeit aufweisen. Es sollen hier die Ergebnisse der Versuche 2015/16 und 2016/17 diskutiert werden, welche in den Anlagen 7 und 8 zusammengestellt sind.

Die Ansaaten erfolgten mit einer herkömmlichen Universal-Sämaschine (Typ Amazone D8-30 Super, 3 m Arbeitsbreite) jeweils in vier Saatedichten: 20, 40, 60 und 80 keimfähige Körner/m².

Die Aussaaten der Versuche wurden am 18.9.2015 und am 19.9.2016 durchgeführt. Der Aufgang erfolgte jeweils zügig. Im Feldaufgang zeigten sich aber gewisse Unterschiede zum Nachteil des früheren Versuches, was mit dem größeren Saatbett 2015 zusammenhängt. In beiden Jahren überwinterten die Pflanzen im Rosettenstadium, allerdings unterschieden sich die Bestände gegen Ende der Vegetation deutlich in der Wüchsigkeit zugunsten des ersten Versuches (vgl. Deckungsgrade), was der sehr langen Vegetationszeit 2015 geschuldet ist. Es konnte kein Einfluss des verfügbaren Standraumes auf den Blühbeginn festgestellt werden.

Die Krauternten erfolgten zu Blühbeginn am 10.5.2016 bzw. 11.5.2017. Alle Bestandesdichtestufen waren zu diesem Zeitpunkt im Wesentlichen geschlossen. Die Varianten zeigten in beiden Jahren kaum Unterschiede in der Wuchshöhe. In keinem der Versuche trat bis zur Krauternte Lager oder Befall durch Echten Mehltau auf.

Im Erntejahr 2016 wurden bei den beiden höchsten Bestandesdichten mit 32,0 und 42,8 ertragswirksamen Pflanzen pro m² mit 75,7 und 75,8 dt Trockenmasse/ha die höchsten Erträge

erreicht, gegenüber 66,8 und 69,8 dt/ha bei 11,6 und 20,6 ertragswirksamen Pflanzen/m². Im Erntejahr 2017 zeigte sich eine ähnliche Tendenz zugunsten der höheren Bestandesdichten. Hier fällt allerdings lediglich die geringste Dichte mit einem Kraut-Trockenmasseertrag von 49,6 dt/ha gegenüber den höheren Bestandesdichten, mit Erträgen von ca. 60 dt/ha, ab. Die Cnicin-Gehalte weisen ein differenziertes Bild auf. In Ernte 2016 zeigte sich ein gegenläufiger Trend zur Bestandesdichte, was sich 2017 so nicht bestätigte. Hier ragt mit 1,85 % der der zweithöchsten Bestandesdichte gegenüber einem Versuchsmittel von 1,29 % heraus. Entsprechend stellen sich die Cnicin-Erträge dar (ohne ausgeprägten Trend Ernte 2016 und mit einem herausragenden Wert für die dritte Bestandesdichte mit 46,5 ertragswirksamen Pflanzen/m² 2017). Der in der Wüchsigkeit mäßige Wiederaustrieb ließ keine Beerntung sinnvoll erscheinen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Bestandesdichte unter den geprüften Bedingungen im Bereich von nominell 20-80 kKö/m² Einfluss auf den Kraut-Trockenmasseertrag hatte. Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen ist von einer optimalen Saatedichte im Bereich von 40-60 keimfähigen Körnern pro m² auszugehen.

4.2.3 Optimierung der Stickstoffernährung

Auf dem konventionell bewirtschafteten Julius-Kühn-Feld Halle (mittlere Bonität) wurden zwei Feldversuche zur Prüfung von N-Düngungsstufen (Ernte 2016 und 2017) durchgeführt. Die Versuche wurden als vollständig randomisierte Blockanlagen angelegt. Die Bemessung des Mineraldüngerstickstoffes erfolgte unter Einbeziehung des zu Vegetationsbeginn ermittelten pflanzenverfügbaren Stickstoffs im Boden.

Die Versuche wurden am 18.9.2015 und am 19.9.2016 angesät (50 bzw. 12 cm Reihenabstand). Die Bestände überwinterten gut entwickelt im Rosettenstadium. Der im Boden pflanzenverfügbare Stickstoff wies kaum Unterschiede zwischen beiden Jahren auf und betrug im zeitigen Frühjahr 2016 22 kg/ha und 2017 23 kg/ha. Die N-Düngungen erfolgten am 27.2.2016 und am 10.3.2017 als Einmalgabe in Form von Kalkammonsalpeter (27 % N). Die wesentlichen Versuchsergebnisse sind in den Anlagen 9 und 10 festgehalten.

Die Varianten bzw. Versorgungsstufen wurden mit 22 bzw. 23 (ungedüngt), 60, 90, 120 und 160 kg N/ha festgelegt. In beiden Jahren waren rein optisch Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten bis zur Krauternte festzustellen, insbesondere fielen die Teilstücke der ungedüngten Variante sehr deutlich durch ein helleres Grün und eine geringere Wüchsigkeit auf. Wir haben versucht, die Unterschiede zwischen den Varianten durch Messungen der Wuchshöhe und durch Biomasse-Boniturnoten zu quantifizieren. In beiden Merkmalen zeigten sich zur Krauternte entsprechende Unterschiede. Die Differenzierung war 2017 deutlicher als im Jahr 2016 ausgeprägt. 2016 konnte mit zunehmender N-Versorgung eine tendenzielle leichte Verzögerung des Blühbeginnes beobachtet werden. In beiden Untersuchungsjahren traten weder Lager noch Befall durch Echten Mehltau bis zur Krauternte auf. In beiden Jahren zeigte sich eine negative Korrelation zwischen der Höhe der N-Versorgung und dem Trockensubstanz-Gehalt (Korrelationskoeffizienten 2016: -0,89, 2017: -0,97). Die N-Düngung nahm in beiden Versuchen erwartungsgemäß wesentlich Einfluss auf den Kraut-Trockenmasseertrag. Der Effekt ist aber 2017 deutlicher ausgeprägt. Während offensichtlich 2016 ab einer Versor-

gung mit 60 kg/ha keine Mehrerträge mehr auftreten, sind 2017 Mehrerträge bis zu einer Versorgung von 120 kg/ha festzustellen. Die N-Düngung bzw. -Versorgung wirkt sich offensichtlich negativ auf den Cnicin-Gehalt aus (Korrelationskoeffizienten 2016: -0,31, 2017: -0,77). Bei der Betrachtung der Cnicin-Erträge ist auf Grund dessen in keinem Untersuchungsjahr eine positive Wirkung der N-Düngung zu erkennen. Interessant sind auch die Ergebnisse der Bestimmung des Stickstoff-Gehaltes im getrockneten Kraut (nach Kjeldahl). Die Pflanzen akkumulieren den dargebotenen Stickstoff im Kraut. In beiden Jahren bestand eine enge Korrelation zwischen N-Versorgung und Stickstoff-Gehalt im Kraut (Korrelationskoeffizienten 2016: 0,82, 2017: 0,80). Die Stickstoffernährung zeigte kaum einen Einfluss auf den Wiederaustrieb. Es erfolgte keine Beerntung des Wiederaustriebes.

Die Kraut-Trockenmasseerträge der ungedüngten Varianten liegen bei einem Versorgungsniveau von 22 bzw. 23 kgN/ha in den beiden vorliegenden Versuchen immerhin bei 72,4 bzw. 47,0 dt/ha. Bei den entsprechenden ermittelten N-Gehalten von 1,35 bzw. 1,24 % entspricht das einem Entzug von 58 bis 98 kg N/ha. Hieraus lässt sich schließen, dass *C. benedictus* in der Lage ist, weitere im Boden befindliche Stickstoffquellen zu erschließen. In diesem Zusammenhang soll auf das Korbblütler-typische tiefreichende Wurzelsystem hingewiesen werden (vergleiche Punkt 4.2.6 Wurzelgrabungen).

Angemerkt sei, dass wir in den Vorjahren an Hand unterschiedlicher Benediktenkraut-Aufwüchse N-Gehalte in der Kraut-Trockenmasse im Bereich von 0,9-1,3 % ermitteln konnten. Bei einem beispielhaft angestrebten Ertragsniveau von 60 dt/ha Trockenmasse entspricht das einem Entzug von 50 bis 80 kg N/ha (vergleichbar mit Düngeempfehlungen bei anderen Korbblütlern).

4.2.4 Optimierung des Erntezeitpunktes

Aus eigenen Voruntersuchungen war bekannt, dass die Jungpflanzen im Rosettenstadium kaum Cnicin bilden und sehr späte Entwicklungsstadien (Fruchtreife) nur noch geringe Gehalte aufweisen. Der Erntezeitpunkt wirkt sich auch auf den Masseertrag aus. Neben Erntezeiten-Feldversuchen haben wir in zwei Jahre fortlaufend Krautproben über einen längeren Zeitraum zur Cnicin-Analytik gezogen.

4.2.4.1 Fortlaufende Beerntungen zur Cnicin-Analytik

In den Jahren 2015 und 2016 erfolgten an Hand ausgewählter CB01-Bestände (Herbstaussaaten) in Zappendorf wöchentliche Beerntungen zur Ermittlung des Cnicin-Gehaltes in der Kraut-Trockendroge statt. Beide Untersuchungsjahre brachten ähnliche Ergebnisse.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit sollen die Ergebnisse an Hand des Untersuchungsjahres 2015 besprochen werden. Es erfolgten wöchentliche Beerntungen von Krautproben aus einem Bestand (Aussaat 17.9.2014) im Frühjahr nach einsetzender Streckung bzw. generativer Entwicklung bis zur beginnenden Fruchtreife im Zeitraum vom 15.4. bis 15.7.2015 mit dem Ziel, einen phänologischen Zeitraum möglichst hohen Gehaltes an Cnicin einzugrenzen. Aus Kos-

tengründen konnten nur Proben ausgewählter Erntezeitpunkte analysiert werden. Die Ergebnisse sind in Anlage 11 zusammengestellt.

Der Bestand war im gesamten Untersuchungszeitraum gesund (kein Befall an Echtem Mehltau). Lager setzte ab 3.6.2015 (2. Ordnung blüht) ein. Die Pflanzen zeigten ein erhebliches Massenwachstum (Pflanzenlänge am 15.7.2015 1,60 m). Der höchste Cnicin-Gehalt mit 1,05 % wurde am 27.5.2015 erreicht. Die Pflanzen wiesen zu diesem Zeitpunkt bereits vereinzelt Blüten der 2. Ordnung (3. Ordnung in Knospe) auf - vereinfacht lässt sich dieses Stadium als Beginn der Hauptblüte charakterisieren.

Cnicin-Gehalte über 0,8 % wurden im Rahmen dieser Untersuchung ab Knospe/Blühbeginn 1. Ordnung bis gegen Blühende (3./4. Ordnung blüht) ermittelt.

4.2.4.2 Erntezeitenversuche

Im Untersuchungszeitraum wurden zwei Erntezeitenversuche durchgeführt (Etzdorf Ernte 2015 und Zappendorf Ernte 2016, in vollständig randomisierter Blockanlage). Die Bepflanzungen erfolgten im Zeitraum von Blühbeginn bis gegen Blühende. Ein starker Massezuwachs in dieser Zeit sollte sich deutlich auf den Trockenmasseertrag auswirken. Nach eigenen Voruntersuchungen war aber auch von einem Einfluss auf den Cnicin-Gehalt auszugehen. Die wesentlichen Ergebnisse beider Versuche sind in den Anlagen 12 und 13 zusammengestellt. Beide Versuche sollen getrennt besprochen werden.

Der Erntezeitenversuch in Etzdorf (siehe Anlage 12) war am 7.9.2014 angesät worden (53 keimfähige Körner/m²). Der Bestand ging gleichmäßig am 15.9.2014 auf. Es wurde eine mittlere Aufgangsdichte von 34,9 Pflanzen/m² festgestellt. Die Pflanzen hatten zum Teil bereits das Rosettenstadium verlassen und sind in die generative Entwicklung eingetreten. Der Deckungsgrad betrug Mitte November 2014 ca. 50 %. Blühbeginn war am 2.5.2015. Es waren bis zu den Krauternten kein Lager und kein Befall durch Echten Mehltau oder andere Blattkrankheiten festzustellen. Der Bestand zeigte aber eine gewisse Ungleichmäßigkeit („Unruhe“) in der Pflanzenentwicklung, was sich in der entsprechenden Bonitur zur Krauternte („Mängel im Stand“) widerspiegelt. Bei näheren Untersuchungen wurden Höhlungen an der Stängelbasis und Haupttriebe, welche sich nicht weiterentwickelt hatten, festgestellt. Diese Erscheinungen sind als Folge von Frostschäden zu interpretieren (vergleiche auch Punkt 4.2.1 Optimierung der Saatzeit), was auf den frühen Aussaatzeitpunkt und das Eintreten in die generative Entwicklung vor Vegetationsschluss zurückzuführen ist. Die Krauternte erfolgte zu drei Terminen: erste Ernte: Knospen und erste Blüten der 1. Ordnung (29.4.2015), zweite Ernte: 1. Ordnung verblüht/2. Ordnung in Blühbeginn (18.5.2015), dritte Ernte: 1. Ordnung in Fruchtausbildung/2. Ordnung verblüht oder blüht (3.6.2015). Erwartungsgemäß bestanden erhebliche Unterschiede im Trockensubstanzgehalt des Erntegutes (14,7, 18,7 und 24,7 %), zugunsten der späteren Erntetermine. Die Trockenmasseerträge zeigten mit 54,1, 84,6 und 107,9 dt/ha - ebenfalls erwartet - wesentliche Differenzen zugunsten der späteren Ernten. Der Cnicin-Gehalt der Blätter hingegen weist mit 1,93; 1,50 und 1,41 % einen gegenläufigen Trend zugunsten der früheren Erntetermine auf. Die Cnicin-Erträge der beiden frühen Ernten zeigten keine Unterschiede, liegen aber deutlich unter dem des späten Erntetermins. Es erfolgten im Rahmen dieses Versuches auch Erhebungen zum Blatt-/Stängel-Verhältnis (10 Pflan-

zen je Wiederholung) mit getrennten Analysen zum Cnicin-Gehalt. Der Gehalt an Cnicin in den Stängeln ist sehr niedrig, was den Voruntersuchungen entspricht, und bewegt sich im Bereich von etwa 0,05-0,1 %. Die Blatt-Anteile lagen bei 64,6, 53,7 und 57,3 % und sind damit beim frühesten Erntetermin am höchsten. Diese Werte aus Herbstsaat entsprechen in der Größenordnung etwa dem Blattanteil der Frühjahrsaat (59,1 %, siehe 4.2.7 Morphologische Untersuchungen).

Im Rahmen dieses Versuches erfolgten ebenfalls Erhebungen zum Wiederaustrieb (in Anlage 12 nicht dargestellt). Es zeigten sich deutliche Unterschiede sowohl im Anteil wiederausgetriebener Pflanze von etwa 50 bis 10 %, wie auch in der Wuchleistung (25-15 cm Wuchshöhe) zugunsten des frühen Erntetermins. Eine Quantifizierung erschien nur nach dem ersten Erntezeitpunkt sinnvoll. Der hier erzielte Kraut-Trockenmasseertrag liegt in der gleichen Größenordnung wie bei der Beerntung des Wiederaustriebes Herbstsaat - Saatzeitenversuch Zappendorf (vergleiche Punkt 4.2.1) - und betrug im Mittel 23,2 dt/ha (Cnicin-Gehalt 1,35 %). Der Bestand war stark von Echem Mehltau befallen. Die Pflanzen gingen auch hier ohne wesentliche vegetative Entwicklung bereits früh in die generative Phase über.

Zum Erntezeitenversuch Zappendorf Ernte 2016 (Anlage 13): Die Aussaat erfolgte am 17.9.2015 (Aufgang 26.9.2015). Die Pflanzen überwinterten gut entwickelt im Rosettenstadium und zeigten im Frühjahr keinerlei Auswinterungsschäden.

Die Krauternte wurde analog 2015 zu drei Terminen durchgeführt (1.: Blühbeginn 1. Ordnung am 6.5.; 2.: Blühbeginn 2. Ordnung am 23.5. und 3.: Blühbeginn 3. Ordnung am 7.6.2016). Die entsprechenden Pflanzenlängen wurden mit 65, 101 und 122 cm ermittelt. Beim dritten Zeitpunkt war ein ausgeprägtes Lagern zu verzeichnen. Zu keinem Erntetermin konnte Echter Mehltau oder eine andere pilzliche Blatterkrankung festgestellt werden. Die Trockensubstanzgehalte der Frischmassen waren differenziert: 10,2, 10,8 und 14,5 %. Wie im Vorjahr fielen die Krauttrockenmasseerträge sehr unterschiedlich mit 65,7; 100,3 und hohen 136,2 dt/ha aus. Die entsprechenden Cnicin-Gehalte in der Krauttrockenmasse von 1,60; 1,69; 0,82 % zeigen einen deutlichen Abfall des letzten Erntezeitpunktes. Der Cnicin-Ertrag ist beim zweiten Erntezeitpunkt mit 169,6 am höchsten. Die ersten beiden Erntezeitpunkte zeigten Wiederaustrieb (39 und 12 Pflanzen/m²). Der Austrieb nach dem ersten Erntezeitpunkt erreichte knapp Bestandesschluss bzw. eine Wuchshöhe von 47 cm und wurde zu Blühbeginn am 15.6.2016 beerntet. Der Bestand war im Wesentlichen gesund, war aber nicht gleichmäßig (siehe Bonitur Mängel im Stand). Die Frischmasse erreichte einen Trockensubstanzgehalt von 13,1 % und es konnte ein Trockenmasseertrag von 35,6 dt/ha bei einem Cnicingehalt in der Trockenmasse von 1,71 % (Cnicin-Ertrag 60,9 kg/ha) erzielt werden - eine Größenordnung, die wohl entsprechende Ernteaufwendungen als ökonomisch erscheinen lässt.

Zusammenfassend soll festgehalten werden, dass im Zeitraum von Blühbeginn bis gegen Blühende der Krauttrockenmasse-Ertrag deutlich zunimmt. Die Entwicklung des Cnicin-Gehaltes zeigt hingegen eine gegenläufige Tendenz. Die Cnicin-Erträge können bis gegen Blühende zunehmen. Mit Hinblick auf den Cnicin-Gehalt im Kraut und mögliche Beeinträchtigungen der äußeren Qualität sollte die Krauternte im Zeitraum von Blühbeginn bis Hauptblüte erfolgen. Es besteht die Gefahr von Erntehinderungen durch eintretendes Lager oder Befall durch Echten Mehltau.

4.2.5 Makronährstoffgehalte

An Hand von Krautproben aus dem Erntezeitenversuch Zappendorf (Ernte 2016) erfolgten Untersuchungen zu Asche- und Makronährstoffgehalten (sowie ausgehend von weiteren pflanzenbaulichen Versuchen speziell zum Stickstoffgehalt). Diese Daten können u. a. der Kalkulation des Nährstoffentzuges aus dem Boden durch das Ernteprodukt dienen. Die Untersuchungen wurden von die ÖHMI Analytik GmbH Magdeburg durchgeführt. Bezogen auf die Trockenmasse konnten folgende Gehalte (Wertebereiche) ermittelt werden:

Stickstoff (Kjeldahl):	0,9 - 2,0 %
Asche (ASU F0014):	13,2 - 15,8 %
Phosphor (DIN EN ISO 11885):	3.400 - 4.430 mg/kg
Kalium (DIN EN ISO 11885):	33.260 - 43.100 mg/kg
Magnesium (DIN EN ISO 11885):	2.860 - 3.990 mg/kg

4.2.6 Wurzelgrabungen

Es erfolgten am 19.5.2016 zwei Wurzelgrabungen an CB01 im Bereich des Aussaatzeitenversuches, 2. Saatzeit (24.9.2015) etwa zu Blühbeginn auf unserem Versuchsfeld in Zappendorf sowie eine weitere am 26.6.2016 an einer anderen ebenfalls relativ wüchsigen Akzession zur Blüte 1. Ordnung (Frühjahrsaussaat, Isolierstelle „Lawekeacker“). Der Versuchsfeldstandort (Lö2 L/sL AZ 85) ist als leicht degradierte Löß-Schwarzerde, mit einem ausgeprägten A-Horizont (bis ca. 1 m Tiefe), zu charakterisieren. Der „Lawekeacker“ (A12 L AZ 84) ist ein Alluvialstandort von ähnlicher Bonität (A/B-Horizontierung, A-Horizont umfasst etwa den Bearbeitungsbereich bis ca. 30 cm Tiefe). Der Bereich zwischen 30 und 70 cm Tiefe wies Verdichtungen auf (Lehm/Ton, trocken). Ab 70 cm Tiefe setzte eine zunehmende Durchfeuchtung ein. Die Grabungen erfolgten zunächst als gerader Anschnitt parallel zur Reihe. Im Anschluss wurden Haupt- und Feinwurzeln mit feinerem Werkzeug freigelegt bzw. sichtbar gemacht. Beide Standorte wiesen etwa im Bereich von 1 m Tiefe eine starke Vernässung bzw. Wasserführung auf.

Im Ergebnis ist Folgendes festzuhalten: *Cnicus benedictus* bildet ein typisches Hauptwurzelsystem aus. Bei allen Grabungen bzw. auf beiden Standorten konnten Hauptwurzeln bis zu etwa zu 90 cm Tiefe freigelegt werden. Es werden auch Seitenwurzeln ausgebildet, die ebenfalls diese Tiefe erreichen können. Die oberen 10-30 cm werden sehr intensiv durchwurzelt (Seiten- und Feinwurzeln). Bis 90 cm Tiefe nimmt die Durchwurzlung kontinuierlich ab. Einzelne Feinwurzeln waren bis zu 1 m Tiefe zu finden. Da beiden Standorte starke Vernässungen in dieser Tiefe aufwiesen, kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese die Wurzelentwicklung begrenzt haben bzw. die Pflanzen keine tiefergehenden Wurzeln ausbilden mussten.

4.2.7 Morphologische Untersuchungen

Die Untersuchungen zur Morphologie wurden zum Vergleich von Herbst- und Frühjahrsaussaat (CB01, Aussaatzeitenversuch 2. und 3. Saatzeit Zappendorf) durchgeführt. Die Bestandesdichten an ertragswirksamen Pflanzen waren mit 68 und 66 Pflanzen/m² ähnlich. Es wur-

den hierzu jeweils 25 Einzelpflanzen etwa im gleichen Entwicklungsstadium nach Blühbeginn am 25.5. und 22.6.2016 untersucht.

Zusammengefasst lassen sich folgende Mittelwerte festhalten: Bei ähnlicher Pflanzenlänge von Herbst- und Frühljahrsaussaat von 91 und 89 cm zeigten sich gewisse Unterschiede in der Ausbildung von Seitentrieben. Bei der Herbstsaussaat wurden je Pflanze nur 7,2 Seitentriebe (2. Ordnung, Anmerkung: Terminalinfloreszenz entspricht 1. Ordnung) mit einer Länge von 40 cm ausgebildet, während bei der Frühljahrsaussaat 12,0 Seitentriebe von nur 21 cm Länge ausgebildet wurden. In dritter Ordnung wurden je Pflanze bei der Herbstsaussaat noch 3,8 Seitentriebe mit 13,6 cm Länge gebildet, gegenüber 1,0 Seitentrieb je Pflanze mit 9 cm Länge bei der Frühljahrsaussaat.

Cnicus benedictus-Pflanzen weisen nach einjährigen Untersuchungen gewisse Unterschiede in der Ausbildung von Seitentrieben nach Herbst- und Frühljahrsaussaat bei vergleichbaren Bestandesdichten auf.

Die Frühljahrsaussaat (CB01) vom Aussaatzeitenversuch in Etzdorf Ernte 2015 wurde im Rahmen der Krautente auch für Analysen des Blatt-/Stängel-Verhältnisses an den Pflanzen genutzt (10 Pflanzen je Wiederholung). Es wurde ein Blattanteil von 59,1 % ermittelt. Analoge Untersuchungen an Herbstsaussaaten (CB01) - mit ähnlichen Ergebnissen - erfolgten im Rahmen der Erntezeitenversuche Etzdorf, Ernte 2015 und Zappendorf, Ernte 2016 (siehe Punkt 4.2.4 Optimierung des Erntezeitpunktes).

4.3 Extraktion, Qualitätssicherung

4.3.1 Drogen-Lagerversuch

Am 7.7.2015 wurde ein Lagerversuch über 24 Monate mit *Cnicus benedictus*-Blattdroge zur Untersuchung des Einflusses von Temperatur, Luftfeuchte und Lagerzeit auf die Qualitätsentwicklung, insbesondere auf den Cnicin-Gehalt und unerwünschte mikrobiologische Prozesse (Anzahl aerober Keime), unter praxisnahen Bedingungen angelegt. Die Lagerung erfolgt in Papiertüten. Die Proben für die einzelnen Untersuchungszeitpunkte wurden separat eingetütet. An jedem der drei Lagerorte Büro (Zimmerbedingungen), Saatgutboden (unklimatisiert), Trockenraum (teilklimatisiert, gesteuerte Luftfeuchtigkeit 50-60 %), erfolgt eine separate Klimadokumentation (Datenlogger Voltcraft DL-2121TH und Luft Opus 10THC für Temperatur und Luftfeuchte). Die Untersuchungen wurden zunächst vierteljährlich, dann halbjährlich durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Anlage 14 zusammengestellt. Anlage 15 enthält vergleichende graphische Darstellungen der Klimadaten der drei Lagerorte.

Der Versuch zeigte nach 12-monatiger Lagerung unabhängig vom Lagerort bereits einen erheblichen Verlust an Cnicin - vom Ausgangsgehalt 1,63 % auf 0,93 bzw. 1,02 %. Das Lagerklima hat dabei offensichtlich kaum einen Einfluss. Die Untersuchungsergebnisse nach 18 Monaten zeigten unerklärliche Abweichungen im Cnicin-Gehalt beim Lagerort Saatgutboden und Trockenraum. Nach 24 Monaten wurden wiederum Cnicin-Gehalte im Bereich von 0,8-1,0 % gefunden (ähnlich denen nach 12 Monaten). Die Keimzahlen weisen eine leicht rückläufige Tendenz auf und sind wohl unbeeinflusst durch das Lagerklima. Die Droge zeigte

über den Lagerzeitraum von 24 Monaten nur wenige Veränderungen im äußeren Erscheinungsbild (Sensorik).

Die Untersuchungen lassen auf eine nur eingeschränkte Stabilität von Cnicin in der Rohdroge schließen. Das Lagerklima hat dabei offensichtlich kaum einen Einfluss.

4.3.2 Optimierung der Extraktion

Für eine Nutzung von Benediktenkraut in der Tierhaltung ist eine Applikation über das Tränkwasser einer Anwendung als Zusatz in der Trockenfutmischung vorzuziehen, da die Futteraufnahme - im Gegensatz zur Flüssigkeitsaufnahme - bei Ferkeln nach dem Absetzen in Folge der Umstellung häufig zunächst nur zögerlich erfolgt. Eine Anwendung über das Tränkwasser sichert eine zügigere Aufnahme. Eine Verabreichung in Form von Tee ist schwer unter Praxisbedingungen umzusetzen. Flüssigextrakte, wie „Dicksäfte“, werden bevorzugt. Im Rahmen von Voruntersuchungen konnten weitgehend homogene ethanolische Dicksäfte (Ethanol als Lösemittel, Einengung bis zur gewünschten TS) mit Trockensubstanzgehalten um 30 % und Gehalten an Cnicin von etwa 7 % aus Blättern hergestellt werden. Das Ziel einer weiteren Optimierung war es, einen normierten ethanolischen Dicksaft aus *Cnicus benedictus*-Krautdroge in einer Spezifikation, mit möglichst engem Zielbereich im Gehalt an Cnicin, herzustellen. In einem Laborversuch im Februar 2015 galt es, die Extraktionsbedingungen, die im Rahmen der Voruntersuchungen durchgeführten Extraktionen im Wesentlichen nur empirisch festgelegt wurden, zu optimieren.

Als Rohdroge wurden *Cnicus benedictus*-Blätter (Zappendorf, Frühjahrsaussaat E 2013) verwendet (Cnicin-Gehalt: 2,49 %). Es wurden jeweils 20 g Rohdroge eingesetzt. Außer bei der Soxhlet-Extraktion (400 ml Ethanol), wurden die Ansätze aller Varianten geschüttelt (Rundkolben; jeweils 4 x 400 ml Lösemittelmenge, 80 Hübe/min, Incubator Shaker Model G 25 New Brunswick Scientific Co. INC, USA). Geprüft wurden Ethanol/Wasser: 100/0, 90/10, 70/30 jeweils bei Raumtemperatur und bei 40°C (Ethanol Reinheit 99,8%, Wasser entionisiert in bidest-Qualität). Die Auszüge wurden anschließend vollständig mit dem Rotationsverdampfer (57°C) eingeengt bzw. im Trockenschrank nachgetrocknet (35-42°C). Die Ergebnisse sind in Anlage 16 dargestellt. Die erhaltenen Extraktmengen (konzentriertes Extrakt) bzw. -ausbeuten unterscheiden sich mit Werten von 5,7 bis 14,1 % bezogen auf die eingesetzte Rohdrogenmenge deutlich. Noch stärker differieren die Cnicin-Gehalte in den Extrakten von 11,38 bis 41,82 m%. Die Cnicin-Ausbeuten bewegen sich zwischen 54,1 % (Soxhlet - am ungünstigsten) und über 100 % (was sich wohl durch eine gewisse Inhomogenität der Rohdroge erklären lässt). Bei Betrachtung der geschüttelten Varianten wurden jeweils die höchsten Cnicin-Gehalte und -Ausbeuten durch Ethanol 100 erreicht. Man kann hier von einem vollständigen Auszug ausgehen. Es zeigen sich deutliche Abstufungen zu Ungunsten des eingesetzten Wasseranteiles. Die höhere Extraktionstemperatur von 40°C erweist sich als vorteilhaft für die Ausbeute gegenüber der Raumtemperatur.

Für die Pilotextraktionen bei Bell Flavors & Fragrances Leipzig wurden auf der Grundlage dieser Ergebnisse folgende Extraktionsbedingungen festgelegt: Ethanol 100 (aus technischen Gründen 96 vol.-%), unvergällt, Extraktionstemperatur 40°C. Die Einengung bzw. Aufkonzentrierung auf ca. 30-35 % TS sollte so schonend wie möglich erfolgen.

4.3.3 Pilotextraktionen

Im Untersuchungszeitraum wurde durch Bell Flavors & Fragrances GmbH Leipzig (BFF) in unserem Auftrag, wie geplant, 3 Pilotextraktion aus *Cnicus benedictus*-Blättern als Rohdroge (15 bis 23,5 kg lufttrocken, manuell separiert) durchgeführt. Die Extraktionen erfolgten mit 96%-igem unvergälltem Ethanol in einem Kleinextraktor (30-50 l-Industrieperkulator, Durchströmprinzip) mit zweifachem Auszug. Die Extraktionstemperatur lag bei 30-40°C. Das Verhältnis von Rohdrogenmenge zu eingesetzter Ethanol-Menge betrug 1:20. Die Einengung bzw. Einstellung des konzentrierten Extraktes auf die Zielgröße von 30-35 % Trockensubstanzgehalt erfolgte mittels Rotationsverdampfer (Thermostattemperatur 60°C). Die wesentlichen Qualitätsparameter für die gewonnenen ethanologischen Dicksäfte sind in Anlage 17 zusammengestellt.

Die Cnicin-Gehalte der eingesetzten Rohdrogen zeigten mit einer Spanne von 1,75 bis 2,3 % einen vertretbaren Schwankungsbereich.

Im Ergebnis der durchgeführten Pilotextraktionen muss bedauerlicherweise festgestellt werden, dass die erzielten Cnicin-Gehalte der Dicksäfte mit 6,6 %, 1,48 % und 4,42 % zu hohe Schwankungen aufweisen und insgesamt unbefriedigend ausfallen. Zu stark schwankend und insgesamt zu gering stellt sich auch die Cnicin-Ausbeute mit 52,2 %, 36,3% und 25,6 % dar. Die Ursache für die große Abweichung bei der Mengenausbeute der zweiten Extraktion, die auch im Zusammenhang mit dem extrem niedrigen Cnicin-Gehalt zu sehen ist, konnte nicht geklärt werden. Die Cnicin-Gehalte der ausgezogenen Drogen bewegten sich im Bereich von 0,006 % bis 0,033 % und sind als gering zu charakterisieren.

Die übrigen Qualitätsparameter zeigen gewisse Schwankungen, die aber gemessen an unseren Erfahrungen mit anderen Pflanzenextrakten nicht ungewöhnlich sind.

Die Möglichkeiten für eine weitere Prozessoptimierung bzw. Normierung erscheinen zunächst ausgeschöpft. Hierzu gab es außerdem eine Reihe von Bemühungen von Bell Flavors & Fragrances zu eigenen Lasten, durch weitere Laborextraktionen in unterschiedlichen Maßstäben und flankierende Untersuchungen. Die hohen Cnicin-Verluste bzw. die verhältnismäßig großen Schwankungen in der Cnicin-Ausbeute sind wohl auf mangelnde Stabilität zurückzuführen.

4.3.4 Extrakt-Lagerversuche

Zur Stabilität von Cnicin in konzentriertem Extrakt wurden mit einem ethanologischem Dicksaft (BFF-SP029618, Produktionsdatum 25.3.2015) zwei Lagerversuche zum Einfluss von Temperatur und Zeit (24 Monate) angelegt:

1. Beginn 2.4.2015; Varianten: Raumtemperatur (Büro, dunkel)/ ca. 4 °C (Laborkühlschrank)/ ca. 10 °C (Ölkühlschrank)
2. Beginn 7.5.2015; Varianten: ca. 4 °C (Laborkühlschrank)/ ca. -18 °C (Tiefkühltruhe)

Die Untersuchungen erfolgten zunächst vierteljährlich, dann halbjährlich. Die Proben sind für jeden Untersuchungszeitpunkt separat in braune 10-ml-Fläschchen (randvoll) abgefüllt worden. Auf eine Bestimmung von Keimzahlen, als Maß für die mikrobiologische Stabilität, wurde mit Hinblick auf den erheblichen Gehalt an Ethanol verzichtet.

Die vorliegenden Ergebnisse beider Lagerversuche sind den Anlagen 18 und 19 zu entnehmen.

Die Extrakte wiesen über die Lagerzeit hinweg eine tendenziell zunehmende Viskosität auf. Beide Lagerversuche zeigen deutliche Differenzierungen im Cnicin-Gehalt zugunsten der niedrigeren Lagertemperaturen. Die Raumtemperatur-Variante (1. Lagerversuch, Büro) liefert nach 24-monatiger Lagerung einen Wert von nur noch 1,11 % und damit bereits Verluste von mehr als 80 % in Bezug auf den Ausgangswert von 6,60 %. Ein Einfrieren (-18°C) bringt offensichtlich die besten Ergebnisse. Nach 23-monatiger Lagerung im 2. Versuch konnten bei der Variante Tiefkühltruhe noch 5,37 % gegenüber dem Ausgangswert von 5,73 % analysiert werden. Nach Lagerung unter den Bedingungen von 4°C konnte hier ein Gehalt von 4,80 % ermittelt werden, was immerhin noch etwas mehr als 80 % entspricht.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen eine eingeschränkte Stabilität von Cnicin in konzentrierten Extrakten sowie eine ausgeprägte Abhängigkeit der Haltbarkeit von der Lagertemperatur. Eine Kühlung des Produktes ist unbedingt erforderlich. Einfrieren sichert eine optimale Haltbarkeit. Eine Lagerung im Kühlschrank bei 4°C erscheint vertretbar.

4.4 Prüfung von *Cnicus benedictus*-Extrakten an Ferkeln

(Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg)

Versuch 1 und 2

Im Versuch 1 und 2 wurden die Tiere bereits mit 21 Tagen von der Sau abgesetzt und hatten daher ein mittleres Startgewicht von $7,5 \pm 0,6$ bzw. $7,6 \pm 0,5$ kg. Die Tränkperiode erstreckte sich im Versuch 1 über 8 Tage und erfolgte vom 6-14 Versuchstag. Am Tag 14 hatten die Tiere ein mittleres Endgewicht von $10,8 \pm 0,9$ kg und eine mittlere Zunahme von 234 ± 53 g (Tab. 4). Hier konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Durch die cnicinhaltige Tränke erhöhte sich der Futteraufwand in der zweiten Versuchswoche signifikant zur Kontrolle bzw. die Futterverwertung wurde signifikant gesenkt. Über die gesamte Tränkperiode zeigte sich dieser Effekt in der Tendenz ($P=0,092$). Keine Aussage kann in diesem Versuch zur Wasseraufnahme der Kontrollgruppe getroffen werden, da diese noch nicht erfasst werden konnte auf Grund begrenzter Verfügbarkeit der Fülltränken. Im Mittel nahmen die Tiere über die Fülltränken 1032 ml bzw. 1225 ml cnicinhaltige Tränke auf. In der Tendenz wurde sogar mehr Tränke mit der höheren Cnicindosierung aufgenommen. Am Ende der Tränkperiode konnten keine Unterschiede in der Kot Trockensubstanz (29,6%-31,5%) zwischen Kontroll- und Behandlungsgruppen festgestellt werden. Während dieser Zeit konnte auch kein Durchfall bei den Tieren beobachtet werden.

Nach dem Absetzen der cnicinhaltigen Tränke wurde die tägliche Zunahme in den Behandlungsgruppen signifikant verbessert (Tab. 5). Auch die Futterverwertung in der Gruppe mit einer Dosierung von 43mg/l Cnicin wurde gegenüber der Kontrollgruppe signifikant ($P=0,015$) verbessert. Über den gesamten Versuchszeitraum hatte jedoch diese kurzzeitige Leistungsverbesserung keinen Einfluss.

Im Versuch 2 erstreckte sich die Tränkperiode über 21 Tage und mit Cnicinkonzentrationen von 20 und 100 mg/l. Es wurde eine Verlängerung der Tränkperiode und eine Erhöhung der Cnicinkonzentration vorgenommen. Nach 21 Versuchstagen hatten die Tiere ein mittleres

Gewicht von $11,9 \pm 1,2$ kg bei einer mittleren Zunahme von 207 ± 49 g/Tag. In Bezug auf die Leistungsparameter tägliche Zunahme, Futteraufnahme und Futterverwertung konnten zwischen den Varianten keine Unterschiede ermittelt werden (Tab. 6). Über den gesamten Versuchszeitraum traten keine Durchfallerkrankungen auf. Die Kot Trockensubstanz-Untersuchungen am 14. und 21. Versuchstag lassen keine wesentlichen Unterschiede erkennen. In der Tendenz ist am 14. Tag in der Gruppe mit höchster Cnicindosierung der TS Gehalt im Kot am höchsten ($P < 0,1$). Im Zeitraum 7.-14. Tag ist auch die Tränkwasseraufnahme mit 1,7 Liter/Tag in dieser Versuchsgruppe signifikant erhöht. Auch in der folgenden Versuchswoche lag die Tränkwasseraufnahme in der hohen Cnicindosierung am höchsten. Dieser Befund war für uns unerwartet, weil die hohe Cnicinkonzentration einen erheblichen Bitterwert aufweist.

Nach der Tränkperiode konnte in der folgenden Woche der Futteraufwand in der Gruppe mit der hohen Cnicindosierung gegenüber der Kontrolle und geringen Cnicindosierung signifikant verbessert werden (Tab. 7). Dieser Befund deckt sich mit den Ergebnissen aus dem 1. Versuch. Dieser mögliche Behandlungseinfluss hatte jedoch keine Auswirkung auf die Leistungsparameter zum Versuchsende. Die mittlere Lebendmasse zu Versuchsende betrug $22,4 \pm 2,2$ kg. Cnicin führte bei den unbelasteten Tieren zu keinen signifikanten Verbesserungen der untersuchten Parameter.

Versuch 3

Die zootechnischen Parameter Lebendmassezunahme, Futteraufnahme und Futteraufwand zeigten im Versuch 3 in den ersten drei Versuchswochen keine signifikanten Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und den Versuchsgruppen (Tab. 8). Durch die cnicinhaltige Tränke konnten keine Unterschiede in der Tränkwasseraufnahme zur Kontrollgruppe festgestellt werden. Nach der ersten Versuchswoche ergaben die Bestimmungen der Kot-Trockensubstanz signifikant höhere TS-Gehalte durch die Anreicherung der Tränke mit Cnicin (Tab. 9). In der zweiten und dritten Versuchswoche konnten keine Unterschiede in der einmaligen Bestimmung der Kot-Trockensubstanz ermittelt werden. Die Auswertung der Diarrhöehäufigkeit unter Einbeziehung der Tage mit flüssiger Kotkonsistenz zeigte einen deutlich höheren Anteil in der Kontrollgruppe. Dieses höhere Auftreten von Diarrhöe in der Kontrollgruppe hatte jedoch keinen Einfluss auf die Futteraufnahme und Zunahme der Tiere. Im Vergleich zum Versuch 1 und 2 lagen die TS-Gehalte im Kot deutlich niedriger mit teilweise unter 20% Trockensubstanz. In allen Gruppen mussten einzelne Tiere (insgesamt 6) ab der zweiten Versuchswoche mit Antibiotikum (Baytril 2,5% über orale Applikation, 0,1 ml/kg Körpergewicht) behandelt werden, um Tierverluste durch *E. coli* Infektionen zu vermeiden und die tierschutzrechtlichen Anforderungen zu erfüllen. Obwohl das mittlere Startgewicht mit 9,2 kg um 1,6 kg höher lag gegenüber Versuch 1 und 2 nahmen die Tiere im Mittel im gleichen Versuchszeitraum nur $179 \pm 9,2$ g/Tag zu. Dies zeigt, dass die Tiere im Versuch 3 einem deutlich höheren Infektionsdruck ausgesetzt waren. Über die gesamte Tränkperiode trat ein Verlust in der Kontrollvariante auf. Dieses Tier wurde nach 14 Tagen aufgrund von längeren Durchfall und Gewichtsverlusten getötet und in der Auswertung der Leistungsdaten nicht berücksichtigt.

Auch nach dem Absetzen der cnicinhaltigen Tränke und der Fütterung eines einheitlichen Starterfutters traten über den Zeitraum 3-6 Woche keine signifikanten Leistungsunterschiede auf (Tab. 10). Eine Wirkung des Cnicinextraktes über die Tränkperiode hinaus konnte nicht nachgewiesen werden. In der zweiten Woche nach Absetzen des Cnicinextraktes erhöhte sich

der Futteraufwand sogar signifikant in der Gruppe mit niedrigem Cnicinextrakt gegenüber der Kontrollgruppe.

Die Bestimmungen der relativen mRNA Expressionen proinflammatorischer Zytokine in der Leber und Ileummukosa von jeweils 6 Tieren pro Versuchsvariante am Ende der Tränkperiode (Tag 21) im Versuch 3 zeigte keinen signifikanten Einfluss durch die Cnicinbehandlung (Tab. 11). In einer Arbeit von FIESEL u. a. (2014) konnte gezeigt werden, dass der Einsatz polyphenolhaltiger Produkte, wie Traubenkernextrakt, die proinflammatorischer Zytokine Interleukin 1B und Interleukin 8 im Duodenum, Ileum und Colon signifikant zu einer unbehandelten Kontrollgruppe reduzieren kann. Diese Messungen wurden an Proben von 16 Ferkeln je Behandlung durchgeführt. In unseren Untersuchungen mit nur 6 Tieren wurde eher IL8 durch die Behandlung hochreguliert und IL6 herunter reguliert.

Die Messungen der totalen antioxidativen Kapazität mit Hilfe des Sigma Antioxidant Kit führte zu Messwerten von $<0,015$ mmol und lag damit unter der Eichkurve, die eine Auswertung nicht ermöglichte.

Schlussfolgerungen

Die Anreicherung des Tränkwassers mit Cnicin in Konzentrationen von 8,6-100 mg/l hatte keinen Einfluss auf die tägliche Aufnahme an Tränkwasser. Ein Einfluss von Cnicin auf das Wachstum und die Kotkonsistenz war bei den offensichtlich gesunden Tieren im Versuch 1 und 2 nicht zu beobachten. Im Versuch 3 mit offensichtlich belasteten Tieren konnten trotz besserer Kot-TS in den ersten 7 Tagen durch die Behandlung mit Cnicin über den gesamten Versuchszeitraum der Gesundheitsstatus und die zootecnischen Parameter ebenfalls nicht verbessert werden. Da im Versuch 3 auch Tiere der Behandlungsgruppen eine bakteriell bedingte Erkrankung des Digestionstraktes aufwiesen, kann davon ausgegangen werden, dass eine cnicinhaltige Tränke bis zu 100 mg/l bei vorbelasteten Tieren keine weitere *E. coli* Infektion vermeiden bzw. einschränken kann.

Tabelle 4: Zootecnische Parameter, Tränkwasseraufnahme und Kottrockensubstanz während der Tränkphase im Versuch 1

Parameter	Kontrolle	Cnicin 8,6 mg/10 l	Cnicin 43 mg/10 l	SEM	P-Wert
LM Start (kg)	7,6	7,5	7,5	0,08	0,602
LM Tag 7 (kg)	9,3	9,0	9,0	0,09	0,227
LMZ Tag 1-7 (g/Tag)	238	211	214	9,3	0,441
Futter Tag 1-7 (g/Tag)	256	225	220	9,5	0,243
Futteraufwand Tag 1-7	1,13	1,07	1,05	0,04	0,601
LM Tag 14	11,1	10,6	10,7	0,12	0,174
LMZ Tag 7-14 (g/Tag)	258	236	246	8,06	0,561
Futter Tag 7-14 (g/Tag)	312	317	332	7,81	0,527
Futteraufwand Tag 7-14	1,28 ^a	1,43 ^b	1,48 ^b	0,02	0,003
LMZ Tag 1-14 (g/Tag)	248	223	230	7,08	0,355
Futter Tag 1-14 (g/Tag)	284	271	276	7,45	0,774
Futteraufwand Tag 1-14	1,15	1,21	1,22	0,01	0,092
Tränke Tag 6-14 (ml/Tag)		1032	1225	89,0	
Kot TS Tag 7 (%)	28,4	29,3	30,1	0,47	0,298
Kot TS Tag 14 (%)	31,5	31,1	29,6	0,55	0,300

SEM: standard error of means; Mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnete Werte unterscheiden sich signifikant voneinander (Tukey HSD-Test, $P < 0,05$).

Tabelle 5: Zootechnische Parameter nach Absetzen des Cnicinextraktes im Versuch 1

Parameter	Kontrolle	Cnicin		SEM	P-Wert
		8,6 mg/10 l	43 mg/10 l		
LM Tag 21 (kg)	13,1	12,9	13,1	0,14	0,870
LMZ Tag 14-21 (g/Tag)	278	328	344	8,67	0,003
Futter Tag 14-21 (g/Tag)	464	497	505	11,15	0,254
Futteraufwand Tag 14-21	1,69	1,54	1,48	0,03	0,015
LM Tag 29 (kg)	17,2	16,9	17,2	0,18	0,743
LMZ Tag 21-29 (g/Tag)	517	498	516	8,76	0,638
Futter Tag 21-29 (g/Tag)	714	704	745	10,47	0,260
Futteraufwand Tag 21-28	1,39	1,42	1,45	0,01	0,183
LM Tag 35 (kg)	20,7	20,4	20,6	0,24	0,867
LMZ Tag 29-35 (g/Tag)	587	585	563	13,35	0,712
Futter Tag 29-35 (g/Tag)	897	909	911	12,39	0,876
Futteraufwand Tag 28-35	1,56	1,58	1,62	0,02	0,485
LM Tag 42 (kg)	25,5	25,5	25,9	0,31	0,828
LMZ Tag 35-42 (g/Tag)	688	731	764	15,55	0,118
Futter Tag 35-42 (g/Tag)	1031	1059	1086	16,08	0,345
Futteraufwand Tag 35-42	1,52	1,45	1,44	0,02	0,163
LMZ Tag 1-42 (g/Tag)	426	430	440	7,05	0,704
Futter Tag 1-42 (g/Tag)	649	653	668	7,36	0,527
Futteraufwand Tag 1-42	1,54	1,52	1,53	0,01	0,888

SEM: standard error of means

Mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnete Werte unterscheiden sich signifikant voneinander (Tukey HSD-Test, P<0,05).

Tabelle 6: Zootechnische Parameter, Tränkwasseraufnahme und Kottrockensubstanz während der Tränkphase im Versuch 2

Parameter	Kontrolle	Cnicin		SEM	P-Wert
		20 mg/l	100 mg/l		
	n=19	n=19	n=17		
LM Start (kg)	7,5	7,7	7,6	0,07	0,587
LM Tag 7 (kg)	8,6	8,7	8,5	0,10	0,763
LMZ Tag 1-7 (g/Tag)	163	153	172	9,61	0,737
Futter Tag 1-7 (g/Tag)	165	161	176	8,74	0,781
Futteraufwand Tag 1-7	1,01	1,02	1,15	0,05	0,313
LM Tag 14	9,7	9,8	9,5	0,12	0,942
LMZ Tag 7-14 (g/Tag)	172	168	161	7,81	0,860
Futter Tag 7-14 (g/Tag)	303	295	288	7,20	0,719
Futteraufwand Tag 7-14	1,88	1,86	2,03	0,08	0,625
LM Tag 21	11,9	11,9	11,9	0,16	0,982
LMZ Tag 14-21 (g/Tag)	298	296	278	8,76	0,603
Futter Tag 14-21 (g/Tag)	417	417	400	11,0	0,784
Futteraufwand Tag 14-21	1,40	1,47	1,45	0,03	0,658
LMZ Tag 1-21 (g/Tag)	211	205	204	12,27	0,898
Futter Tag 1-21 (g/Tag)	295	291	288	14,48	0,942
Futteraufwand Tag 1-21	1,41	1,45	1,43	0,02	0,671
Tränke (Liter/Tag)	n=19	n=19	n=16		
Tag 1-7 ¹	0,9	1,0	1,1	0,06	0,132
Tag 7-14 ¹	1,4 ^{ab}	1,2 ^b	1,7 ^a	0,09	0,045
Tag 14-21	1,6	1,7	2,0	0,09	0,210
Kot TS Tag 14 (%) ¹	30,4	28,3	31,5	0,61	0,092
Kot TS Tag 21 (%)	28,0	28,9	29,6	0,53	0,446

SEM: standard error of means

Mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnete Werte unterscheiden sich signifikant voneinander (Tukey HSD-Test, P<0,05).

Tabelle 7: Zootechnische Parameter nach Absetzen des Cnicinextraktes im Versuch 2

Parameter	Kontrolle	Cnicin 20 mg/l	Cnicin 100 mg/l	SEM	P-Wert
	n=19	n=19	n=17		
LM Tag 28 (kg)	15,1	15,1	15,3	0,19	0,915
LMZ Tag 21-28 (g/Tag)	457	453	488	7,74	0,133
Futter Tag 21-28 (g/Tag)	676	676	663	12,7	0,904
Futteraufwand Tag 21-28	1,48 ^a	1,49 ^a	1,37 ^b	0,02	0,007
LM Tag 35 (kg)	17,8	17,8	17,8	0,24	0,997
LMZ Tag 28-35 (g/Tag)	385	388	358	11,6	0,534
Futter Tag 28-35 (g/Tag)	681	672	672	15,1	0,958
Futteraufwand Tag 28-35	1,79	1,77	1,90	0,03	0,178
LM Tag 42 (kg)	22,5	22,4	22,4	0,30	0,971
LMZ Tag 35-42 (g/Tag)	677	653	654	14,9	0,747
Futter Tag 35-42 (g/Tag)	1070	1075	1058	17,8	0,926
Futteraufwand Tag 35-42	1,61	1,66	1,62	0,02	0,593
LMZ Tag 21-42 (g/Tag)	507	498	500	8,86	0,916
Futter Tag 21-42 (g/Tag)	809	807	797	13,6	0,936
Futteraufwand Tag 21-42	1,60	1,62	1,59	0,01	0,476

SEM: standard error of means

Mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnete Werte unterscheiden sich signifikant voneinander. (Tukey HSD-Test, P<0,05).

Tabelle 8: Zootechnische Parameter und Tränkwasseraufnahme während der Tränkphase im Versuch 3

Parameter	Kontrolle	Cnicin 20 mg/l	Cnicin 100 mg/l	SEM	P-Wert
	n=17	n=18	n=18		
LM Start (kg)	9,2	9,3	9,3	0,14	0,968
LM Tag 7 (kg)	9,7	9,7	9,6	0,15	0,908
LMZ Tag 1-7 (g/Tag)	76	66	46	10,0	0,474
Futter Tag 1-7 (g/Tag) ¹	137	107	102	8,7	0,197
LM Tag 14	11,0	11,0	10,7	0,16	0,637
LMZ Tag 7-14 (g/Tag)	183	182	155	11,9	0,557
Futter Tag 7-14 (g/Tag)	300	310	277	13,2	0,605
LM Tag 21	13,1	13,0	12,9	0,23	0,952
LMZ Tag 14-21 (g/Tag)	294	293	318	11,9	0,557
Futter Tag 14-21 (g/Tag) ¹	482	502	465	13,8	0,582
LMZ Tag 1-21 (g/Tag)	181	180	173	9,2	0,882
Futter Tag 1-21 (g/Tag) ¹	306	306	281	10,7	0,638
Futteraufwand Tag 1-21 ¹	1,69	1,70	1,63	0,07	0,746
Tränke (Liter/Tag)					
Tag 1-7 ¹	0,93	0,78	0,96	0,05	0,324
Tag 7-14 ¹	0,87	0,69	0,75	0,03	0,088
Tag 14-21	1,63	1,43	1,30	0,08	0,204

¹ n=6

SEM: standard error of means

Tabelle 9: Trockensubstanzbestimmungen im Kot und Diarrhöehäufigkeit im Versuch 3

Parameter	Kontrolle	Cnicin 20 mg/l	Cnicin 100 mg/l	SEM	P-Wert
	n=18	n=18	n=18		
Kot TS Tag 7 (%)	16,5 ^a	22,1 ^b	21,4 ^{ab}	0,99	0,040
Diarrhöehäufigkeit (%) Tag 1-7	4,0	1,6	1,6		
	n=17	n=18	n=18		
Kot TS Tag 14 (%) ¹	21,2	23,5	22,9	0,85	0,535
Diarrhöehäufigkeit (%) Tag 7-14	19,0	4,0	15,9		
Kot TS Tag 21 (%)	21,9	20,9	19,9	0,68	0,503
Diarrhöehäufigkeit (%) Tag 14-21	27,0	9,5	12,7		

SEM: standard error of means

Mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnete Werte unterscheiden sich signifikant voneinander (Tukey HSD-Test, p<0.005)

Tabelle 10: Zootechnische Parameter nach Absetzen des Cnicinextraktes im Versuch 3

Parameter	Kontrolle	Cnicin 20 mg/l	Cnicin 100 mg/l	SEM	P-Wert
LM Tag 28 (kg) ¹	16,1	16,1	15,7	0,41	0,884
LMZ Tag 21-28 (g/Tag) ¹	473	481	400	19,9	0,194
Futter Tag 21-28 (g/Tag) ²	770	715	709	19,8	0,416
Futteraufwand Tag 21-28 ²	1,67	1,49	1,80	0,06	0,128
LM Tag 35 (kg) ¹	20,1	19,1	19,3	0,55	0,769
LMZ Tag 28-35 (g/Tag) ¹	571	432	518	25,8	0,076
Futter Tag 28-35 (g/Tag) ²	932	886	885	22,1	0,631
Futteraufwand Tag 28-35 ²	1,64 ^a	2,17 ^b	1,74 ^{ab}	0,09	0,037
LM Tag 42 (kg) ¹	24,9	23,9	24,0	0,65	0,792
LMZ Tag 35-42 (g/Tag) ¹	691	681	679	14,6	0,946
Futter Tag 35-42 (g/Tag) ²	1133	1119	1134	14,1	0,893
Futteraufwand Tag 35-42 ²	1,65	1,66	1,67	0,04	0,982
LMZ Tag 21-42 (g/Tag) ¹	578	531	532	9,9	0,081
Futter Tag 21-42 (g/Tag) ²	945	907	909	15,0	0,532
Futteraufwand Tag 21-42 ²	1,64	1,71	1,71	0,02	0,420

SEM: standard error of means

Mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnete Werte unterscheiden sich signifikant voneinander (Tukey HSD-Test, p<0.005)

¹ n=11 Kontrollgruppe, n=12 Versuchsgruppen² n=6

Tabelle 11: Relative mRNA Expression von proinflammatorischen Zytokinen

Relative mRNA Konzentration	Kontrolle	Cnicin 20 mg/l	Cnicin 100 mg/l	SEM	P-Wert
	n=6	n=6	n=6		
Ileum					
TNF	1,00	1,49	1,41	0,166	0,4607
IL6	1,00	0,65	0,72	0,168	0,6921
IL8	1,00	1,35	1,29	0,171	0,7142
GPX2	1,00	0,84	1,54	0,150	0,1364
NQO1	1,00	0,81	1,16	0,113	0,4796
Leber					
TNF	1,00	0,68	0,81	0,102	0,4550
IL6	1,00	1,09	0,81	0,087	0,4176
GPX2	1,00	0,69	0,92	0,117	0,5532
NQO1	1,00	1,13	1,16	0,073	0,6535

SEM: standard error of means

4.5 Vorstufe von Cnicin in der Pflanze

Cnicin liegt wohl genuin in *Cnicus benedictus* nur in sehr geringen Mengen vor. Vielfach wird in der Literatur Cnicin in glykosidisch gebundener Form als Vorstufe vermutet (vergleiche BLASCHEK (Hrsg.) 2016).

In erntefrischen oder auch eingefrorenen Pflanzenproben ist Cnicin, verglichen mit getrockneten Proben nur in sehr geringen Gehalten nachweisbar. Bei entsprechenden HPLC-gestützten analytischen Untersuchungen konnte Frau Dr. Jutta Kalbitz (BioSolutions Halle GmbH) an frischen und eingefrorenen Proben stattdessen ein dominantes nicht identifizierbares Signal mit einer Retentionszeit von 25 min feststellen (gegenüber Cnicin von 31,8 min), was auf eine polarere Substanz schließen lässt. Bei Lufttrocknung der Pflanzenproben verringert sich die Peakfläche des nichtidentifizierten Signales zugunsten der von Cnicin (nicht aber bei Gefrier-trocknung). Unter den Bedingungen für eine saure Hydrolyse (Extraktion bei pH=0,3, 1 Stunde 50 °C Ultraschallbad) bleibt die Peakfläche des 25 min-Signals unverändert, was auf eine nicht-glykosidische Struktur hindeutet.

Es muss sich bei der unbekanntem polareren Substanz um die genuine Vorstufe in der Pflanze handeln, welche offensichtlich durch einen „Fermentierungsprozess“ während der Trocknung an der Luft in Cnicin umgewandelt wird.

Auf unsere Bitte hin, erfolgten weiterführende Untersuchungen auf der Grundlage von HPLC-MS unter Leitung von Herrn Dr. Till Beuerle am Institut für Pharmazeutische Biologie (TU Braunschweig). Die Arbeiten wurden hier im Rahmen eines studentischen Praktikums (Protokoll von Daniela Meier und Laura Söhlke vom 3.3.2017) durchgeführt. Die massenspektroskopischen Untersuchungen (pos. ESI-MS und ESI-HR-MS) an der angereicherten unbekanntem Substanz ließen auf eine Molekularmasse schließen, die der von Salonitenolide oder Artemisiifolin entspricht (beide weisen eine identische Summenformel $C_{15}H_{20}O_4$ und Molmasse von 264,321 g/mol auf).

Eine abschließende Aufklärung war bisher nicht möglich. Eine glykosidische Struktur bzw. ein Cnicin-Glykosid als Vorstufe ist hiernach wohl aber auszuschließen.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Rahmen des Vorhabens konnte eine Reihe neuer Erkenntnisse gewonnen werden. Alle durchgeführten Untersuchungen waren gestützt durch eine quantitative Analytik des wesentlichen wirksamen Inhaltsstoffes Cnicin. Die Ergebnisse der pflanzenbaulichen Versuche bieten eine fundierte Grundlage für die Weiterentwicklung der Anbautechnologie für *Cnicus benedictus*. Es soll insbesondere auf die Vorteile der überjährigen Kultur verwiesen werden. Durch das Vorhaben konnte auch die Grundlage für eine inhaltsstoffbezogene analytikbasierte Züchtung von *Cnicus benedictus* gelegt werden. Es wurde eine Akzession mit guten pflanzenbaulichen Eigenschaften und herausragendem Cnicin-Gehalt und -Ertrag identifiziert.

Die anwendungsbezogenen Untersuchungen mit Hinblick auf eine Nutzung von *Cnicus benedictus*-Kraut bzw. Cnicin-haltigen Extrakten zur Einschränkung von Durchfallerkrankungen bei Ferkeln zeigten eine nur eingeschränkte Stabilität von Cnicin und eine unbefriedigende Reproduzierbarkeit des Cnicin-Gehaltes bei der Herstellung von Dicksäften im Pilotmaßstab. In den Fütterungsversuchen mit Ferkeln konnten, entgegen unseren Erwartungen, nur unzureichende bzw. keine entsprechenden Wirkungen festgestellt werden.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand erscheinen weitere Entwicklungsarbeiten an Cnicin-haltigen Produkten zur Einschränkung von Durchfallerkrankungen bei Ferkeln nicht zielführend.

Erfreulicherweise ist aber neuerlich in Deutschland die Entwicklung eines Marktes für *Cnicus benedictus*-Kraut als Bitterstoffdroge zu erkennen. Es ist denkbar, dass Benediktenkraut so auch Eingang in die Tierernährung findet. Die Exsemine GmbH wird die Züchtungsarbeiten an *Cnicus benedictus* vor diesem Hintergrund fortsetzen.

6 Öffentlichkeitsarbeit

Im Jahr 2016 erfolgte eine erste Veröffentlichung von Ergebnissen in Form eines Posters:

BAUR, A. C.; KLUGE, H.; HORN, G.; KALBITZ, J.; BREITENSTEIN, A.; STANGL, G.; 2016: „Prüfung eines cnicinhaltigen Extraktes aus *Cnicus benedictus* als Tränkwasserzusatz zur Stabilisierung der Darmgesundheit bei Absetzferkeln“, 15. BOKU-Symposium Tierernährung, Wien April 2016

Es ist vorgesehen, den vorgelegten Abschlussbericht, nach der Freigabe durch die DBU, interessierten Kreisen zugänglich zu machen. Wir beabsichtigen, den Bericht an den SALUPLANTA e. V. Bernburg zur Einpflege in deren Dokumentationen bzw. Öffentlichkeitsarbeit weiterzugeben. Die Exsemine GmbH ist Mitglied des SALUPLANTA e. V.

Wir sind bestrebt, die hier dargelegten Ergebnisse der pflanzenbaulichen Untersuchungen zu publizieren.

Danksagungen

Die Mitwirkenden möchten die Gelegenheit nutzen, der Deutschen Bundesstiftung Umwelt herzlich für die gewährte Zuwendung und die darüber hinaus gehende freundliche Unterstützung zu danken.

Einen herzlichen Dank möchten wir auch an Herrn Dr. Till Beuerle (Institut für Pharmazeutische Biologie, TU Braunschweig) für die analytischen Bemühungen zur Identifizierung der Cnicin-Vorstufe in der Pflanze richten.

Sehr dankbar sind wir auch der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG) Sachsen-Anhalt Bernburg für die beständige freundliche Unterstützung unserer Forschungsarbeiten durch die Übernahme der begleitenden Boden-Nährstoffanalytik.

Literatur

- ADEKENOV, S. M., 1995: Sesquiterpene lactones from Plants of the Family *Asteraceae* in the Kazakhstan flora and their Biological Activity. *Chemistry of Natural Compounds* 31, 1, 21-25
- ADEKENOV, S. M.; KADIRBELINA, G. M.; SADYKOVA, V. I.; KUPRIJANOVA, T. I.; KAGARLICKII, A. D., 1986: Biologically-active compounds of *Centaurea pseudomaculosa*. *Izvestija Akademii Nauk Kazachskoj SSR Nauka Kaz SSR, Serija chimitscheskaja* 3, 65-69
- ANONYM, 1987: Kommission E des BGA/BfArM. Aufbereitungsmongraphie Cnici benedicti herba, *Bundesanzeiger* 1987, Heft 193a
- ANONYM, 2006: Recommendations for energy and nutrients supply of pigs. herausgegeben von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, DLG-Verlag Frankfurt am Main.
- ANONYM, 2011: DART - Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie. Herausgeber: Bundesministerium für Gesundheit, Berlin, 112 S.
- ANONYM, 2013: Ausgewählte Produktbeispiele an Futterzusatzstoffen in der Ferkelfütterung. Internet-Seite der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen: <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/tierproduktion.../schweinehaltung/pdf/tabellen-futterersatzstoffe.pdf>; am 4.12.2013
- BACH, S. M.; FORTUNA, M. A.; ATTARIAN, R.; DE TRIMARCO, J. T.; CATALAN, C. A. N.; AV-GAY, Y.; BACH, H., 2011: Antibacterial and Cytotoxic Activities of the Sesquiterpene Lactones Cnicin and Onopordopicrin. *Natural Product Communications* 6 (2), 163-166
- BARRERO, A. F.; OLTRA, J. E.; ALVAREZ, M.; RASLAN, D. S.; SAÚDE, D. A.; AKSSIRA, M., 2000: New Sources and Antifungal Activity of Sesquiterpene Lactones. *Fitoterapia* 71, 60-64
- BFR 2013a: Fragen und Antworten zu den Auswirkungen des Antibiotika-Einsatzes in der Tierproduktion. auf der Internet-Seite des Bundesinstituts für Risikobewertung: http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_den_auswirkungen_des_antibiotika_einsatzes_in_der_tierproduktion-128153.html; am 27.11.2013
- BFR 2013b: Fragen und Antworten zu Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA). auf der Internet-Seite des Bundesinstituts für Risikobewertung: http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_methicillin_resistenten_staphylococcus_aureus__mrsa_-11172.html; am 27.11.2013
- BLASCHEK, W. (Hrsg.), 2016: Wichtl - Teedrogen und Phytopharmaka: ein Handbuch für die Praxis. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 186-187
- BLASCHEK, W.; HÄNSEL, R.; KELLER, K.; REICHLING, J.; RIMPLER, H.; SCHNEIDER, G., 1998: Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis, Folgeband 2, Drogen A-K. Springer Berlin-Heidelberg, 387-393
- BLUM, H.; KARTE, T.; SCHOCKERT, K., 2005: Netzwerk zum Versuchswesen im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau. Schlussbericht zum Vorhaben, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum- Rhein-Pfalz, auf der Internet-Seite: http://orgprints.org/13234/1/13234-02OE635-dlr-rlp-blum-2006-netzwerk_gewuerzpflanzen.pdf, am 20.11.2013

- BRUNO, M.; ROSSELLI, S.; MAGGIO, A.; RACCUGLIA, R. A.; BASTOW, K. F.; WU, CH.-CH.; LEE, K.-H., 2005: Cytotoxic Activity of Some Natural and Synthetic Sesquiterpene Lactones. *Planta Medica* 71 (12), 1176-1178
- BRUNO, M.; ROSSELLI, S.; MAGGIO, A.; RACCUGLIA, R. A.; NAPOLITANO, F.; SENATORE, F., 2003: Antibacterial Evaluation of Cnicin and Some Natural and Semisynthetic Analogues. *Planta Medica* 69 (3), 277-281
- BÜHRING, U., 2011: *Praxis-Lehrbuch der modernen Heilpflanzenkunde: Grundlagen - Anwendung - Therapie*. Haug Stuttgart, 230
- BVL, 2013: Zweite Datenerhebung zur Antibiotikaabgabe in der Tiermedizin. auf der Internetseite des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: http://www.bvl.bund.de/DE/08_PresseInfothek/01_FuerJournalisten/01_Presse_und_Hintergrundinformationen/05_Tierarzneimittel/2013/2013_11_11_pi_Abgabemengen.html; am 27.11.2013
- CANSARAN, A.; DOGAN, N. M.; ÖZTEKIN, M.; ACAR, G., 2010: Antimicrobial Activity of Various Extracts of *Centaurea cankiriense* A. Duran and H. Duman. *African Journal of Microbiology Research* 4 (8), 608-612
- EHLINGER, M., 2007: *Phytogene Zusatzstoff in der Tierernährung*. Dissertation am Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung der Ludwig-Maximilians-Universität München
- EREL, S. B.; KARAALP, C.; BEDIR, E.; KAEHLIG, H.; GLASL, S.; KHAN, S.; KRENN, L., 2011: Secondary Metabolites of *Centaurea calolepis* and Evaluation of Cnicin for Anti-inflammatory, Antioxidant, and Cytotoxic Activities. *Pharmaceutical biology*, 49 (8), 840-849
- FALBE, J.; REGITZ, M. (Hrsg.), 1997: *Römpp-Lexikon Chemie*, Bd. 2: Cm - G. Thieme Stuttgart, 142
- FIESEL, A.; GESSNER, D. K.; MOST, E.; EDER, K., 2014: Effects of dietary polyphenol-rich plant products from grape or hop on pro-inflammatory gene expression in the intestine, nutrient digestibility and faecal microbiota of weaned pigs. *BMC Veterinary Research*, 10, 196-207
- FRANZ, CH., 2005: Status Quo Analyse: Einsatz funktioneller Pflanzeninhaltsstoffe in der Veterinärmedizin. Projekt Netzwerk zum Versuchswesen im ökologischen Heil- und Gewürzpflanzenanbau, Teilbereich A, Institut für Angewandte Botanik der Veterinärmedizinischen Universität Wien: auf der Internetseite: http://orgprints.org/13234/2/02OE635_A_funktionelle_pflanzeninhaltsstoffe.pdf; am 20.11.2013
- GfE, 2006: *Gesellschaft für Ernährungsphysiologie - Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen*. DLG-Verlag, Frankfurt (Main)
- HAUSEN, B. M.; VIELUF, I. K., 1997: *Allergiepflanzen, Handbuch und Atlas*. ecomed Landsberg/ München, 104-105
- HEEGER, E. F., 1956: *Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaues: Drogengewinnung*. Deutscher Bauernverlag, S. 355-358
- HEGI 1987: *Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Spermatophyta, Band VI Angiospermae Dicotyledonen, Teil 4*, Paul Parey Berlin, Hamburg, 991
- HEINZE, A.; RICHTER, G.; MUBLICK, M.; MÜLLER, J., 2004: *Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Ferkelproduktion*. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena
- HOPPE, B. (Hrsg.), 2012: *Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus Band 4 (A-K)*, Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V. Bernburg, 256-264
- HORN, G.; KUPFER, A.; RADEMACHER, A.; KLUGE, H.; KALBITZ, J.; EIBNER, H.; DRÄGER, B., 2015: *Cnicus benedictus* as a potential low input oil crop. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117(4), 561-566
- JÄGER, E. J. (Hrsg.), 2011: *Rothmaler-Exkursionsflora von Deutschland*. Spektrum Heidelberg, 792
- JUGL-CHIZZOLA, M.; CHIZZOLA, R.; ZITTERL-EGELSEER, K.; FRANZ, CH., 2003: Funktionelle Pflanzenstoffe: Möglichkeiten ihres Einsatzes in der Nutztierhaltung. *Ländlicher Raum* 1, 1-7
- JUNGHANNS, W., 2017, Dr. Wolfram Junghanns, persönliche Mitteilung
- KATSUDA, K. M.; KAWASHIMA, K.; TSUEMITSU, H., 2006: Frequency of enteropathogen detection in suckling and weaned pigs with diarrhea in Japan. *J. Vet. Diagn. Invest.* 18 (4), 350-354
- KEMPER, K. J., 1999: *Blessed Thistle (Cnicus Benedictus)*. Longwood Herbal Task Force, Center for Holistic Pediatric Education and Research, auf der Internet-Seite: <http://www.longwoodherbal.org/blessedthistle/blessedthistle.pdf>; am 20.11.2013
- LANDAU, I.; MÜLLER-SCHÄRER, H.; WARD, P. I., 1994: Influence of Cnicin, a Sesquiterpene Lactone of *Centaurea maculosa* (Asteraceae), on Specialist and Generalist Insect Herbivores. *Journal of Chemical Ecology*, 20, 4, 929-942

- MEUSEL, H.; JÄGER, E. (Hrsg.); BRÄUTIGAM, S.; KNAPP, H.-D.; RAUSCHERT, ST.; WEINERT, E., 1992: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora, Bd. 3 Karten. G. Fischer Jena, Stuttgart, New York
- OBAFEMI, C. A.; SULAIMON, T. O.; AKINPELU, D. A.; OLUGBADE, T. A., 2006: Antimicrobial Activity of Extracts and a Germacranolidetype Sesquiterpenelactone from *Tithonia diversifolia* Leaf Extract. African Journal of Biotechnology 5 (12), 1254-1258
- PANAGOULEAS, C.; SKAL TSA, H.; LAZARI, D.; SKALTSOUNIS A. L.; SOKOVIC, M. 2003: Antifungal Activity of Secondary Metabolites of *Centaurea raphanina* ssp. *mixta*, Growing Wild in Greece. Pharmaceutical Biology 41, 4, 266-270
- PFÄFFL, M. W. 2001: A new mathematical model for relative quantification in real-time RT-PCR. Nucleic Acids Research 29, 691-702
- PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. H.; WILLIAMS, J. H., 1997: Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. Livestock Prod. Science 51, 215-236
- RADTKE J., GEISSLER, ST.; SCHUTKOWSKI, A.; BRANDSCH, C.; KLUGE, H.; DURANTI, M. M.; KELLER, S.; JAHREIS, G.; HIRCHE, F.; STANGL G. I. 2014: Lupin protein isolate versus casein modifies cholesterol excretion and mRNA expression of intestinal sterol transporters in a pig model. Nutrition & Metabolism 11, 9-20
- REGEL, C. VON, 1940: In Mitteleuropa wildwachsende und angebaute Ölpflanzen. Angew. Botanik 22, 400-413
- REICHLING, J.; GACHNAN-MIRTSHEVA, R.; FRATER-SCHRÖDER, M.; SALLER, R.; RABINOVICH, M. I.; WIDMAIER, W., 2008: Heilpflanzenkunde für die Veterinärpraxis. Springer Berlin, Heidelberg, 329 S.
- SAMEK, Z.; HOLUB, M.; HEROUT, V.; ŠORM, F. 1969: Revision of the Structure of Cnicin. Tetrahedron Letters 34, 2931-2934
- SAROGLU, V.; KARIOTI, A.; DEMETZOS, C.; DIMAS, K.; SKAL TSA, H., 2005: Sesquiterpene Lactones from *Centaurea spinosa* and Their Antibacterial and Cytotoxic Activities. Journal of Natural Products 68, 1404-1407
- SAVAGE, D. C., 1977: Microbial ecology of the gastrointestinal tract. Annu. Rev. Microbiol. 31, 107-133.
- SCHLIEPHAKE, W.; GARZ, J.; SCHMIDT, L. 1999: Exkursionsführer zu den Dauerversuchen auf dem Julius-Kühn-Versuchsfeld in Halle. Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung der Martin-Luther-Universität Halle/Saale
- SCHNEIDER, G.; LACHNER, I., 1987: Beitrag zur Analytik und Wirkung von Cnicin. Planta Medica 53, 247-251
- SCHWAKE-ANDUSCHUS; CHR.; LANGENKÄMPER, G.; GROTE, M; NIEHAUS, K., LINDHAUER, M. G., 2012: Uptake of Tetracycline Antibiotics into Cereals. Vortrag bei Antibiotics in Food Chain, Max-Rubner-Conference 8.-12.10.2012 Karlsruhe
- SELLERBERG, U., 2013: Benediktenkraut - Mit Bitterstoffen den Magen anregen. pta-Forum online, Govi-Verlag, auf der Internet-Seite: <http://ptaforum.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=911> am 28.11.2013
- SHAM'YANOV, I. D.; AKHMEDOV, U. A.; SAIDKHODZHAEV, A. I., 1998: Sesquiterpene Lactones and other Components of *Centaurea iberica*. Chemistry of Natural Compounds 34, 3, 339-340
- TEUSCHER, E.; MELZIG, M. F.; LINDEQUIST, U., 2004 : Biogene Arzneimittel. Wiss. Verl.-Ges. Stuttgart
- VANHAELEN, M.; VANHAELEN-FASTRÉ, R., 1975: Lactonic Lignans from *Cnicus benedictus*. Phytochemistry 14, 2709
- VANHAELEN-FASTRÉ, R., 1972: Activités Antibiotique et Cytotoxique de la Cnicine, isolée de *Cnicus benedictus* L. Journal de Pharmacie de Belgique 27, 6, 683-688
- VANHAELEN-FASTRÉ, R., 1973: Constitution et Propriétés Antibacteriennes de L'huile Essentielle de *Cnicus benedictus*. Planta Medica 24, 165-175
- WAGNER, F.; PREDIGER, G.; TIGGEMANN, B.; SCHMIDT, I, 2007: Der Feldversuch – Durchführung und Technik. Selbstverlag Fritz Wagner Bad Hersfeld
- WESTENDARP, H., 2006: Zur Wirkung von Gerbstoffen in der Tierernährung = Auswirkungen der Tannine in der Tierernährung. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 113, 7, 264-268
- WIELER, L. H.; ILIEFF, A.; HERBST, W.; BAUER, C.; VIELER, R.; BAUERFEIND, R.; FAILING, K.; KLOS, H.; WENGERT, D.; BALJER, G.; ZAHNER, H., 2001: Prevalence of enteropathogens in suckling and weaned piglets with diarrhoea in southern Germany. J.Vet. Med. B. Infect. Dis. Vet. Public Health 48(2): 151-159

Anlage 1: *Cnicus benedictus* - Sortiment, Julius-Kühn-Feld Halle, Ernte 2015

Aussaat am 16.9.2014, Handsaat
 Reihenlänge 6,0m; Reihenabstand 0,5m
 Kornabstand ca.10cm, 20 Früchte/m²
 5 Rh pro Parzelle
 15m² Anlagefläche/Prüfglied

14.10.14 Zwischenreihenfräse
 20.10.14 Handhacke
 1.3.14 Zwischenreihenfräse
 4.3.15 Bodenprobe, 27kg/ha pflanzenverfügbarer N
 12.3.15 N-Düngung, auf 70kgN/ha aufgedüngt
 24.3.15 Handhacke
 20./21.5.15 Krauternte 4,5m² Erntefäche/Prüfglied

Bon(1-9)=Boniturnote 1 bis 9 (1-ohne, 5-mittel, 9-sehr stark)

Parzellen-Nr.	Aufgangsdichte	Blühbeginn	Bestandesdichte	Wuchshöhe	Echter Mehltau	Blattfarbe	Lager	Krautertrag Frischmasse	Krautertrag Trockenmasse	Cnicin-gehalt Kraut	Cnicin-ertrag	Wieder-austrieb nach Krauternte
.../15	Pfln/m ²	Datum	Pfln/m ²	cm	Bon(1-9)		Bon(1-9)	dt/ha	dt/ha	% in TM	kg/ha	Pfln/m ²
	9.10.14	2015	zur Krauternte	zur Krauternte	zur Krauternte	zur Krauternte	zur Krauternte					8.6.15
Cn1	16,0	11.5	15,1	65	3	dunkelgrün	1	871	109	0,93	102	14,2
Cn2	16,3	6.5	16,4	81	3	hellgrün	1	819	119	1,14	135	0,4
Cn3	8,8	6.5	7,1	64	5	mittelgrün, bläulich	1	506	79	0,97	77	2,0
Cn4	17,0	8.5	15,8	78	5	mittelgrün	1	797	119	0,92	110	0,0
Cn5	16,8	6.5	15,3	81	6	mittelgrün	1	692	99	1,27	125	0,0
Cn6	18,0	6.5	16,9	77	5	mittelgrün	1	753	108	0,95	102	4,2
Cn7 Std CB01	18,0	6.5	17,1	79	6	mittelgrün	1	732	106	0,84	89	3,1
Cn8	16,5	8.5	16,7	70	7	hellgrün	1	708	106	1,24	132	0,0
Cn9	14,3	8.5	13,8	58	8	mittelgrün	1	550	75	0,89	67	4,0
Cn10	16,8	9.5	16,4	65	4	dunkelgrün	1	643	89	0,86	77	12,2
Cn11	15,0	6.5	13,1	78	6	mi. bis hellgrün	1	699	102	1,01	104	0,0
Cn12	14,8	6.5	15,3	79	6	mittelgrün	1	681	105	0,97	102	0,2
Cn13	14,7	30.4	13,1	72	7	dunkelgrün	1	720	125	0,76	95	0,2
Cn14	18,0	6.5	17,1	86	4	mittelgrün	1	730	105	1,06	112	0,0
Cn15	15,5	9.5	12,7	86	5	hellgrün	1	782	111	1,52	169	0,0
Versuchsmittel	15,8	6.5	14,8	75	5,3		1,0	712	104	1,02	106,5	2,7
Minimum	8,8	30.4	7,1	58	3		1	506	75	0,76	67,1	0,0
Maximum	18,0	11.5	17,1	86	8		1	871	125	1,52	169,0	14,2
Standardabweichung	2,20		2,53	8,2				91,7	13,4	0,190	25,3	4,38

Anlage 2: *Cnicus benedictus* - Sortiment, Julius-Kühn-Feld Halle, Ernte 2016

Aussaat	am 22.9.2015, Handsaat	19.2.16	Bodenprobe, 22kg/ha pflanzenverfügbarer N
	Reihenlänge 6,0m; Reihenabstand 0,5m	27.2.16	N-Düngung, auf 70kgN/ha aufgedüngt
	Kornabstand ca.10cm, 20 Früchte/m ²	11.3.16	Zwischenreihfräse
	5 Rh pro Parzelle	14.3.16	Handhacke
	15m ² Anlagefläche/Prüfglied	5.4.16	Handhacke
		26.5.16	Krauternte 4,5m ² Erntefäche/Prüfglied

Bon(1-9)=Boniturnote 1 bis 9 (1-ohne, 5-mittel, 9-sehr stark)

Parzelle-Nr.	Aufgang	Blattfarbe	Bestandesdichte	Wuchshöhe	Echter Mehltau	Lager	Kraut-ertrag Frischmasse	Kraut-ertrag Trockenmasse	Cnicin-gehalt Kraut	Cnicin-ertrag	Wieder-austrieb nach Krauternte
.../16	Pfln/m ²		Pfln/m ² zur Krauternte	cm zur Krauternte	Bon(1-9) zur Krauternte	Bon(1-9) zur Krauternte	dt/ha	dt/ha	% in TM	kg/ha	Pfln/m ²
Cn1	14,9	hellgrün	15,6	95	1	3	837	109,1	1,17	127,7	1,7
Cn2	13,2	mittelgrün	11,4	90	1	2	854	90,5	1,07	96,9	0,0
Cn3	16,0	hellgrün/rötlich	14,3	80	1	4	760	82,9	1,07	88,7	2,3
Cn4	13,2	dunkler mittelgrün	13,1	80	1	3	787	67,4	1,14	76,9	2,7
Cn5 Std CB01	12,7	mittelgrün	10,9	85-90	1	3	770	94,1	1,09	102,6	1,0
Cn6	12,7	dunkler mittelgrün	12,4	75-80	1	2	823	84,9	1,22	103,6	4,6
Cn7	14,4	mittelgrün	15,0	80-90	1	3	812	92,5	0,78	72,1	3,4
Cn8	16,2	mittelgrün	16,6	95	1	5	865	97,8	1,14	111,5	2,1
Cn9	3,0	mittelgrün, rötlich	5,5	40-50	1	2	423	50,0	1,44	72,0	3,6
Cn10	5,2	hellgrün	5,3	30-40	1	2	449	67,5	1,01	68,2	1,0
Cn11	4,1	hellgrün	6,1	45-65	1	3	527	74,8	1,50	112,3	3,4
Cn12	4,9	hellgrün	5,5	60	1	2	456	55,4	1,02	56,6	0,8
Cn13	14,3	hellgrün	13,0	90	1	3	789	100,4	1,22	122,5	0,2
Cn14	17,3	hellgrün	16,2	90-95	1	3	786	93,3	1,22	113,8	0,4
Cn15	12,1	mittelgrün	13,0	90-100	1	2	810	92,9	0,86	79,9	0,2
Versuchsmittel	11,6		11,6		1,0	2,8	716	83,6	1,13	93,7	1,8
Minimum	3,0		5,3		1	2	423	50,0	0,78	56,6	0,0
Maximum	17,3		16,6		1	5	865	109,1	1,50	127,7	4,6
Standardabweichung	4,64		3,94				156,2	16,48	0,18	21,14	1,42

Anlage 3: *Cnicus benedictus* - Sortiment, Julius-Kühn-Feld Halle, Ernte 2017

Aussaat am 20.9.2016, Handsaat
 Reihenlänge 6,0m; Reihenabstand 0,5m
 Kornabstand ca. 10cm, 20 Früchte/m²
 5 Rh pro Parzelle
 15m² Anlagefläche/Prüfglied

6.3.17 Bodenprobe, 23kg/ha pflanzenverfügbarer N
 10.3.17 N-Düngung, auf 70kgN/ha aufgedüngt
 10.3.17 Handhacke
 13.4.17 Handhacke
 25.4.17 Handhacke
 22.5.17 Krauternte 4,5m² Erntefäche/Prüfglied

Bon(1-9)=Boniturnote 1 bis 9 (1-ohne, 5-mittel, 9-sehr stark)

Parzelle-Nr.	Aufgang	Best.-dichte	Wuchshöhe	Echter Mehltau	Blattfarbe	Lager	Kraut-ertrag Frischmasse	Kraut-ertrag Trockenmasse	Cnicin-gehalt Kraut	Cnicin-ertrag	Wieder-austrieb nach Krauternte
... /17	Pfln/m ² 4.10.16	Pfln/m ² zur Kraut-ernte	cm zur Kraut-ernte	Bon(1-9) zur Kraut-ernte	zur Kraut-ernte	Bon(1-9) zur Kraut-ernte	dt/ha	dt/ha	% in TM	kg/ha	Pfln/m ² 15.6.17
Cn1	14,3	6,9	76	1	mittelgrün	1	572	85,5	0,98	84,0	1,6
Cn2	9,9	6,0	77	1	heller mittelgrün	1	650	80,1	1,75	140,1	1,6
Cn3	12,8	7,1	86	1	mittelgrün	1	621	92,1	1,34	123,4	1,0
Cn4	14,0	6,5	83	1	mittelgrün	1	663	97,7	1,02	99,9	0,1
Cn5	14,8	8,2	75	1	mittelgrün	1	572	85,4	1,13	96,5	0,7
Cn6 Std CB01	16,4	7,8	73	1	mittelgrün	1	529	84,8	1,03	87,6	2,6
Cn7	11,4	7,9	47	1	dunkler mittelgrün	1	472	63,2	1,16	73,1	6,0
Cn8	12,8	7,5	54	1	mittelgrün	1	563	73,3	1,21	88,7	6,2
Cn9	12,2	6,4	68	1	mittelgrün	1	483	79,2	1,18	93,4	1,5
Cn10	11,1	8,1	82	1	hellgrün	1	541	79,7	1,24	98,8	0,8
Cn11	13,9	7,6	81	1	mittelgrün, rote Adern	1	539	84,4	1,02	86,2	0,3
Cn12	14,3	7,9	79	1	hellgrün	1	525	77,4	1,10	85,0	0,0
Cn13	13,6	7,0	81	1	mittelgrün	1	551	81,9	1,03	84,1	0,1
Versuchsmittel	13,2	7,3	74	1,0		1,0	560	81,9	1,17	95,4	1,7
Minimum	9,9	6,0	47	1		1	472	63,2	0,98	73,1	0,0
Maximum	16,4	8,2	86	1		1	663	97,7	1,75	140,1	6,2
Standardabweichung	1,67	0,68	10,99				55,1	8,12	0,20	17,26	2,00

Anlage 4: *Cnicus benedictus* - Akzessionsversuch Versuchsfeld Zappendorf, Ernte 2017

Vorfrucht	Einjähriges Weidelgras	29.10.16	Zwischenreihenfräse
Aussaat	22.9.2016, Hand-Bandkopf-Sämaschine	4.11.16	Handhacke
	50cm Reihenabstand, 60kKö/m ²	6.3.17	Bodenprobe, Analytik: 69kgN/ha
	25,0 m ² Saatfläche/Teilstück	28.3.17	Zwischenreihenfräse
	Blockanlage, r=4	4.4.17	Handhacke
Aufgang	30.9.2016	Kräuternte am 17.5.17 mit Motorsense 12,75 m ² Erntefäche/Teilstück	

Bon(1-9)=Boniturnote 1 bis 9 (1-ohne, 5-mittel, 9-sehr stark)

Sign=Signifikanz im Mittelwertvergleich (t-test, Bezugsbasis: Ak1 CB01, * $\alpha=5\%$, ** $\alpha=1\%$)

Nr.	r	Aufgangs-	Stadium	Lager	Wuchs-	Echter	Be-	Kraut-	Trocken-	Kraut-	Cnicin-	Cinicin-
		dichte										
.../17		Pfln/m ² Sign		Bon(1-9)	cm Sign	Bon(1-9)	Pfln/m ² Sign	dt/ha	%	dt/ha Sign	% in TM	kg/ha Sign
		4.10.16	zur	zur	zur	zur	zur		zur			
			Kraut-	Kraut-	Kraut-	Kraut-	Kraut-		Kraut-			
			ernte	ernte	ernte	ernte	ernte		ernte			
Ak1 CB01	a	48,0	1. Ordn blüht	1	89	1	40	933	9,4	87,9	1,12	98,7
	b	54,3		1	89	1	48	880	9,5	83,2		93,4
	c	56,7		1	89	1	45	863	10,2	87,8		98,6
	d	45,3		1	77	1	40	598	11,2	67,2		75,5
	Mittel	51,1		1,0	86	1,0	43	819	10,1	81,5		91,6
Ak2	a	30,0	1. Ordn blüht	1	79	1	30	879	9,5	83,1	1,14	94,7
	b	42,7		1	80	1	35	892	9,8	87,2		99,4
	c	38,0		1	77	1	27	796	10,2	81,3		92,6
	d	33,0		1	74	1	27	787	10,3	80,9		92,1
	Mittel	35,9 **		1,0	77 **	1,0	30 **	839	9,9	83,1		94,7
Ak3	a	51,0	1. Ordn blüht	1	78	1	36	783	9,7	76,1	1,08	82,3
	b	45,0		1	82	1	41	883	9,3	82,2		88,9
	c	42,3		1	78	1	32	725	10,3	74,9		80,9
	d	36,3		1	75	1	31	704	10,2	71,5		77,3
	Mittel	43,7		1,0	78 **	1,0	35 **	774	9,9	76,2		82,3 *
Ak4	a	42,3	1. Ordn blüht	1	82	1	43	861	10,3	88,4	1,11	98,0
	b	52,7		1	85	1	47	879	9,8	85,7		95,1
	c	45,7		1	81	1	40	712	11,3	80,1		88,9
	d	35,3		1	79	1	35	843	9,8	82,8		91,9
	Mittel	44,0		1,0	82 *	1,0	41	824	10,3	84,3		93,5
Ak5	a	40,0	1. Ordn blüht	1	82	1	46	1000	8,8	88,1	1,62	142,8
	b	50,3		1	79	1	49	737	10,6	77,9		126,2
	c	36,7		1	77	1	45	882	9,3	82,3		133,5
	d	50,3		1	73	1	48	723	10,6	76,5		124,1
	Mittel	44,3		1,0	78 **	1,0	47 *	835	9,8	81,2		131,6 **
Versuchs-		43,8		1,0	80	1,0	39	818	10,0	81,3	1,2	98,7
Grenz-	$\alpha=5\%$	8,65			3,27		3,67			nicht		8,80
	$\alpha=1\%$	12,12			4,58		5,14			signifikant		12,33

Anlage 6: *Cnicus benedictus* - Aussaatzeitenversuch, Versuchsstation Eitzdorf, Ernte 2015

Vorfrucht	Winterweizen	24.9.14	Fusilade 2l/ha gegen Getreidedurchwuchs	4.3.15	Bodenprobe, 72kg/ha pflanzenverfügbarer N
Aussaart	Handsämaschine	28.9.14	Zwischenreihenfräse AZV E1	18.3.15	Handhacke AZV E2+3
	50cm Reihenaabstand	29.9.14	Handhacke AZV E2	22.4.15	Zwischenreihenfräse AZV E1
Saatgut	CB01, E.2011 Kühnfeld Halle	6.10.14	Handhacke AZV E2+3	30.4.15	Handhacke AZV E1
Ernte	Frontmäher	15.10.14	Zwischenreihenfräse AZV E2+3	12.5.15	Zwischenreihenfräse AZV E1
	20m ² Erntefläche/Teilstück				

Bon(1-9)=Boniturnote 1 bis 9 (1-ohne, 5-mittel, 9-sehr stark)

Sign=Signifikanz im Mittelwertvergleich (t-test, Bezugsbasis: AZV E1, * $\alpha=5\%$, ** $\alpha=1\%$)

Nr.	r	Aussaart	Saatfläche	Saatstärke	Saatedichte	Aufgang	Aufgangsdichte	Wuchshöhe	Wuchshöhe	Blühbeginn	Ernte	Echter Mehltau	Bestandesdichte	Trocken-substanzgehalt	Kraut-ertrag	Cnicin-gehalt	Cnicin-ertrag
...	15	Datum	m ²	kg/ha	kkÖ/m ²	Datum	Pfln/m ² nach Aufgang	cm	cm	Datum	Datum	Bon(1-9) zur Kraut-ernte	Pfln/m ² zur Kraut-ernte	% zur Kraut-ernte	dt/ha	% in TM	kg/ha
AZV E1	a							67				2	53	13,1	58,5		62,0
	b	11.3.2015	328	28,8	72	11.4.2015	68	63			2	67	15,6	62,2			66,0
	c							69	20.4.15	11.6	15.6	1	68	15,2	66,5	1,06	70,5
	d							71				1	62	15,0	65,6		69,5
	Mittel							68				1,5	62,6	14,7	63,2		67,0
AZV E2	a							60				1	21	16,1	76,1		92,0
	b	7.9.2014	246	21,2	53	15.9.2014	28	55				1	28	17,4	73,6		89,0
	c							59	25-35	2.5	15.5	1	16	16,1	79,9	1,21	96,7
	d							63				1	23	17,9	86,5		104,7
	Mittel							59 **				1,0	21,8 **	16,9	79,0 **		95,6 **
AZV E3	a							76				1	36	12,5	79,0		75,1
	b	23.9.2014	287	29,3	73	4.10.2014	37	77				1	51	14,7	86,0		81,7
	c							77	35-45	6.5	15.5	1	30	12,3	87,3	0,95	82,9
	d							85				1	40	13,0	101,2		96,1
	Mittel							78 **				1,0	39,0 **	13,1	88,4 **		84,0 **
Versuchsmittel								68,4				1,2	41,1	14,9	76,9	1,08	82,2
Grenz-differenzen								3,22					9,72		6,97		6,78
								4,88					14,73		10,56		10,27

Anlage 7: *Cnicus benedictus* - Standraumversuch, Julius-Kühn-Feld Halle, Ernte 2016

Vorfucht	Hafer	44.KW 2015	Handhacke
Aussaat	18.9.2015, 3m-Drillmaschine	11./14.3.16	Beikrautreinigung per Hand
	12cm Reihenabstand	19.2.16	Bodenprobe, 22kg/ha pflanzenverfügbare N
Saatgut	CB01, E.15 Zappendorf	27.2.16	N-Düngung auf 70kgN/ha
Aufgang	30.9.2015	10.5.16	Krauternte, Frontmäher, 14,04 m ² Erntefläche/Teilstück

Bon(1-9)=Boniturnote 1 bis 9 (1-ohne, 5-mittel, 9-sehr stark)

Sign=Signifikanz im Mittelwertvergleich (t-test, Bezugsbasis: StrV1, * $\alpha=5\%$, ** $\alpha=1\%$)

Nr.	r	Saat-dichte	Saat-stärke	Saat-fäche	Auf-gangs-dichte	Deck-ungs-grad <i>Cnicus</i>	Büh-beginn	Wuchs-höhe	Lager	Echter Mehl-tau	Bestandes-dichte	Kraut-ertrag	Kraut-ertrag	Cnicin-gehalt	Cinici-n-ertrag	Wieder-aus-trieb	DG
...	16	kKö/m ²	kg/ha	m ²	Pfln/m ²	%	Datum	cm	Bon(1-9)	Bon(1-9)	Pfln/m ²	Frisch-masse	Trocken-masse	% in TM	kg/ha	Pfln/m ²	%
					26.10.15	30.12.15	2016	zur Kraut-ernte	zur Kraut-ernte	zur Kraut-ernte	zur Kraut-ernte	dt/ha	dt/ha				
StrV 1	a						2016	67	1	1	10,2	569	65,1		106,1		14.6.16
	b							63	1	1	12,7	588	67,6		110,1		
	c	20	7,0	165	12,7	10	10.5	71	1	1	12,2	553	67,5	1,63	110,0	6,7	15
	d							70	1	1	11,4	559	66,9		109,0		
	Mittel							68	1,0	1,0	11,6	567	66,8		108,8		
StrV 2	a							71	1	1	20,8	580	62,8		89,1		
	b							71	1	1	21,6	669	77,5		110,1		
	c	40	14,0	165	29,1	30	10.5	68	1	1	21,4	595	69,8	1,42	99,1	13,6	30
	d							73	1	1	18,6	576	69,0		97,9		
	Mittel							71	1,0	1,0	20,6 **	605	69,8		99,1		
StrV 3	a							72	1	1	26,6	670	82,3		120,2		
	b							72	1	1	29,4	681	77,5		113,1		
	c	60	21,1	165	41,1	70	10.5	70	1	1	31,4	619	71,5	1,46	104,3	16,1	40
	d							68	1	1	40,4	586	71,7		104,7		
	Mittel							70	1,0	1	32,0 **	639	75,7 *		110,6		
StrV 4	a							68	1	1	44,0	664	73,4		90,2		
	b							73	1	1	43,2	677	84,6		104,0		
	c	80	28,2	165	52,6	80	10.5	74	1	1	45,6	619	75,2	1,23	92,5	21,9	40
	d							76	1	1	38,2	596	70,2		86,4		
	Mittel							73	1,0	1	42,8 **	639	75,8 *		93,3 **		
Versuchsmittel					33,9	48	10.5	70	1,0	1,0	26,7	613	72,0	1,44	102,9	14,6	31
Grenz-differenzen		$\alpha=5\%$						nicht			6,21		7,18		9,96		
		$\alpha=1\%$						signifikant			8,92		10,31		14,31		

Anlage 8: *Cnicus benedictus* - Standraumversuch, Julius-Kühn-Feld Halle, Ernte 2017

Vorfrucht	Sommerweizen	14.-17.10.16	Handhacke
Aussaat	19.9.2016, 3m-Drillmaschine	11.10.16	abranden, 45 m ² Anlagefläche/Teilstück
	12cm Rh.abst	6.3.17	Bodenprobe, 23kg/ha pflanzenverfügbare N
Saatgut	CB01, E.15 Zapp.	10.3.17	N-Düngung auf 70kgN/ha
Aufgang	28.9.16	11.5.17	Krauterte, Frontmäher, 17,55 m ² Erntefläche/Teilstück

Bon(1-9)=Boniturnote 1 bis 9 (1-ohne, 5-mittel, 9-sehr stark)

Sign=Signifikanz im Mittelwertvergleich (t-test, Bezugsbasis: StrK1, * $\alpha=5\%$, ** $\alpha=1\%$)

Nr.	Saatdichte kKö/m ²	Saatstärke kg/ha	Saatfäche m ²	Aufgangsdichte Pfln/m ²	r	Deckungsgrad <i>Cnicus</i> %	Deckungsgrad <i>Cnicus</i> %	Blühbeginn Datum	Wuchshöhe cm zur Kraut- ernte	Lager Bon(1-9) zur Kraut- ernte	Echter Mehltau Bon(1-9) zur Kraut- ernte	Bestandesdichte Pfln/m ² zur Kraut- ernte	Kraut- ertrag Frisch- masse dt/ha	Kraut- ertrag Trocken- masse dt/ha	Cnicin- gehalt Kraut % in TM	Cnicin- ertrag kg/ha	Wieder- aus- trieb Pfln/m ²	Biomasse Wieder- aus- trieb Bon(1-9)
.../17						22.11.16	29.3.17	2017		Bon(1-9)	Bon(1-9)						9.6.17	14.6.17
StrK1	20	7,0	225	18,1		5	25		62	1	1	10,9	417	51,0		62,9	8,9	3
					a	5	20		60	1	1	15,7	411	50,0		61,6	7,8	2
					b	8	30	11.5	63	1	1	13,3	392	44,1	1,23	54,3	13,3	2
					c	5	15		59	1	1	14,7	446	53,4		65,8	10,4	3
					Mittel	6	23		61	1,0	1,0	13,7	416	49,6		61,2	10,1	2,5
StrK2	40	14,0	225	31,2		12	40		61	1	1	30,6	485	62,0		64,1	13,5	3
					a	12	30		62	1	1	28,5	464	61,2		63,2	13,0	3
					b	15	40	11.5	59	1	1	31,8	503	63,7	1,03	65,8	14,6	3
					c	15	30		60	1	1	26,8	449	54,0		55,8	15,1	3
					Mittel	14	35		61	1,0	1,0	29,4 **	475	60,2 **		62,2	14,1	3,0
StrK3	60	21,1	225	52,8		20	60		63	1	1	45,1	508	61,5		113,7	21,9	3
					a	20	50		61	1	1	39,8	495	64,1		118,6	24,0	3
					b	25	60	11.5	58	1	1	52,5	423	56,5	1,85	104,4	21,1	2
					c	20	50		58	1	1	48,7	429	57,5		106,4	21,1	3
					Mittel	21	55		60	1,0	1,0	46,5 **	464	59,9 **		110,8 **	22,0	2,8
StrK4	80	28,2	225	61,5		40	70		60	1	1	67,4	477	60,1		61,6	28,6	3
					a	35	70		58	1	1	60,2	481	63,2		64,8	28,6	3
					b	35	70	11.5	58	1	1	55,4	487	61,6	1,03	63,2	27,6	3
					c	30	60		60	1	1	63,4	476	59,4		60,8	26,6	2
					Mittel	35	68		59	1,0	1,0	61,6 **	480	61,1 **		62,6	27,9	2,8
Versuchsmittel					19	45	11.5	60	1,0	1,0	37,8	459	57,7	1,29	74,2	18,5	2,8	
Grenzdifferenzen		$\alpha=5\%$						nicht signifikant				7,08	5,66		7,37			
		$\alpha=1\%$										10,17	8,14		10,59			

Anlage 9: *Cnicus benedictus* - N-Düngungsversuch, Julius-Kühn-Feld Halle, Ernte 2016

Vorfrucht Hafer
 Ausaat 18.09.2015, Handsämaschine
 50cm Rh.abst, 40,6kg/ha, 115kkö/m²
 Saatgut CB01, Zappendorf E.15

Aufgang 30.9.15, Aufgangsdichte 70,6Pflanzen/m²
 11.10.15 Zwischenreihenfräse
 44.KW15 Handhacke
 19.2.16 Bodenprobe

26.2.16 Ablanden, Anlagefläche 32m²/Teilstück
 27.2.16 N-Düngung
 12.5.16 Krauternote, mit Motorsense,
 Erntefläche 16,0m²/Teilstück

Bon(1-9)=Boniturnote 1 bis 9 (1-ohne, 5-mittel, 9-sehr stark)

Sign=Signifikanz im Mittelwertvergleich (t-test, Bezugsbasis: Dg1, * α=5%, ** α=1%)

Nr.	r	Dün- gung	verfü- barer Stickstoff	Blüh- beginn	Wuchs- höhe	Bio- masse	Lager	Echter Mehl- tau	Be- standes- dichte	Kraut- ertrag	Trocken- substanz- gehalt	Kraut- ertrag	N-Gehalt Kraut	Cnicin- gehalt Kraut	Cinicin- ertrag	Wieder- aus- trieb
.../16		kgN/ha	kgN/ha	Datum	cm	Bon(1-9)	Bon(1-9)	Bon(1-9)	Pfln/m ²	Frisch- masse dt/ha	% zur Kraut- ernte	Trocken- masse dt/ha	% in TM	% in TM	kg/ha	Pfl/m ²
Dg1	a			9.5	65	4	1	1	58	544	12,9	70,4			142	13,0
	b			9.5	70	7	1	1	54	595	12,9	76,9			154	13,5
	c	0	22	9.5	68	5	1	1	60	526	13,7	72,1	1,35	2,01	145	13,5
	d			9.5	69	5	1	1	71	515	13,7	70,3			141	17,0
	Mittel			9.5	68	5,3	1,0	1,0	60,6	545	13,3	72,4			146	14,3
Dg2	a			11.5	72	6	1	1	58	625	12,0	74,9			112	13,0
	b			9.5	70	6	1	1	54	675	12,5	84,7			126	16,3
	c	38	60	10.5	72	6	1	1	56	589	12,8	75,4	1,43	1,49	112	17,3
	d			9.5	71	7	1	1	57	633	13,6	86,2			128	13,3
	Mittel			9.5	71 *	6,3	1,0	1,0	56,0	631	12,7	80,3			120 **	14,9
Dg3	a			11.5	76	7	1	1	54	656	11,1	73,0			131	10,5
	b			11.5	76	8	1	1	56	701	11,1	78,0			140	17,8
	c	68	90	11.5	70	5	1	1	49	636	11,6	73,8	1,76	1,79	132	18,0
	d			11.5	73	7	1	1	50	644	13,5	86,7			155	12,5
	Mittel			11.5	74 **	6,8	1,0	1,0	52,2	659	11,8 **	77,9			139	14,7
Dg4	a			11.5	75	6	1	1	51	679	12,1	81,9			159	15,5
	b			11.5	71	7	1	1	65	606	12,2	73,7			143	17,0
	c	98	120	10.5	73	7	1	1	57	675	11,9	80,3	1,98	1,94	156	19,5
	d			10.5	74	6	1	1	44	640	12,1	77,2			150	16,8
	Mittel			10.5	73 **	6,5	1,0	1,0	54,3	650	12,0 **	78,3			152	17,2
Dg5	a			12.5	73	6	1	1	58	704	11,8	82,7			132	15,8
	b			11.5	71	6	1	1	49	706	11,6	81,6			131	19,0
	c	138	160	11.5	70	6	1	1	58	644	11,9	76,5	1,78	1,60	122	19,3
	d			10.5	75	6	1	1	51	674	11,9	80,5			129	12,5
	Mittel			11.5	72 *	6,0	1,0	1,0	54,2	682	11,8 **	80,3			129 *	16,6
Versuchsmittel			10.5	72	6,2	1,0	1,0	55,4	633	12,3	77,8	1,66	1,77	137	15,5	
Grenzdifferenzen				3,30						0,75	nicht signifikant			12,30		
				4,63						1,05				17,25		

Anlage 10: *Cnicus benedictus* - N-Düngungsversuch, Julius-Kühn-Feld Halle, Ernte 2017

Vorfrucht Sommerweizen Aufgang 29.9.16 6.3.17 Bodenprobe
 Aussaat 19.9.16 mit 3m-Drillmaschine Aufgangsdichte 44,5 Pfln/m² 10.3.17 N-Düngung
 Saatgut 12cm Reihenabstand, 21,1kg/ha=60kKö/m² manuelle Beikrautbereinigung Krauternte am 15.5.2017, Frontmäher
CB01, Zappendorf E.15 Ablanden, Anlagefläche 45m²Teilstück Erntefläche 17,55m²Teilstück

Bon(1-9)=Boniturnote 1 bis 9 (1-ohne, 5-mittel, 9-sehr stark)
 Sign=Signifikanz im Mittelwertvergleich (t-test, Bezugsbasis: Dg1, * α=5%, ** α=1%)

Nr.	r	Dün- gung kgN/ha 10.3.17	verfü- barer Stick- stoff kgN/ha 10.3.17	Sta- dium zur Kraut- ernte	Lager Bon(1-9) zur Kraut- ernte	Bio- masse Bon(1-9) zur Kraut- ernte	Echter Mehl- tau Bon(1-9) zur Kraut- ernte	Wuchs- höhe cm zur Kraut- ernte	Be- standes- dichte Pfln/m ² zur Kraut- ernte	Kraut- ertrag Frisch- masse dt/ha	Trocken- substanz- gehalt % zur Kraut- ernte	Krautertrag Trocken- masse dt/ha	N-Ge- halt Kraut % in TM	Cnicin- gehalt Kraut % in TM	Cinicin- ertrag kg/ha	Sign	Wieder- austrieb Pfl/m ²																																																						
																		Sign																																																					
Dg1	a				1	2	1	51	49	323	14,4	46,4			82,2		21,6																																																						
	b				1	3	1	57	43	362	14,3	51,8			91,9		17,7																																																						
	c	0	23		1	2	1	52	45	293	14,6	42,8	1,24	1,77	75,8		21,1																																																						
	d				1	2	1	57	41	294	16,0	47,0			83,3		21,4																																																						
	Mittel				1,0	2,3	1,0	54	44,3	318	14,8	47,0			83,3		20,4																																																						
Dg2	a				1	3	1	64	48	489	12,9	63,0			80,5		18,5																																																						
	b				1	4	1	62	53	451	13,8	62,1			79,3		21,4																																																						
	c	37	60		1	3	1	63	45	479	12,8	61,3	1,66	1,28	78,3		14,1																																																						
	d				1	4	1	67	45	502	14,2	71,3			91,0		20,3																																																						
	Mittel				1,0	3,5	1,0	64	47,7	480	13,4	64,4			82,3		18,6																																																						
Dg3	a				1	4	1	74	49	639	11,0	69,9			79,0		16,9																																																						
	b				1	7	1	70	45	611	12,3	75,1			84,8		20,8																																																						
	c	67	90		1	6	1	69	43	594	12,0	71,0	1,85	1,13	80,2		18,5																																																						
	d				1	5	1	70	51	612	11,9	72,6			82,1		17,4																																																						
	Mittel				1,0	5,5	1,0	70	47,3	614	11,8	72,2			81,5		18,4																																																						
Dg4	a				1	6	1	80	45	733	10,6	77,5			51,8		15,1																																																						
	b				1	7	1	74	44	692	11,6	80,2			53,6		15,1																																																						
	c	97	120		1	7	1	76	44	646	11,4	73,3	1,89	0,67	49,0		15,9																																																						
	d				1	6	1	73	46	666	12,3	81,9			54,7		19,3																																																						
	Mittel				1,0	6,5	1,0	76	44,7	684	11,5	78,2			52,3	**	16,3																																																						
Dg5	a				1	7	1	75	44	799	9,9	79,2			85,7		16,1																																																						
	b				1	7	1	71	40	739	10,9	80,7			87,3		13,0																																																						
	c	137	160		1	7	1	81	41	749	10,8	80,5	1,81	1,08	87,0		13,5																																																						
	d				1	7	1	75	45	735	10,8	79,1			85,5		21,6																																																						
	Mittel				1,0	7,0	1,0	76	42,4	755	10,6	79,9			86,4		16,1																																																						
Versuchsmittel																																																																							
1. Ordnung blüht meist (off), 2. Ordnung blüht noch nicht																																																																							
Grenz- differenzen																																																																							
	α=5% α=1%																																																																						
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:15%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5,03</td> <td></td> <td>45,3</td> <td>570</td> <td>0,64</td> <td>68,3</td> <td>1,69</td> <td>1,19</td> <td>77,2</td> <td>5,81</td> <td>18,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>7,05</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,89</td> <td>5,97</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8,15</td> <td></td> </tr> </table>																																											5,03		45,3	570	0,64	68,3	1,69	1,19	77,2	5,81	18,0								7,05				0,89	5,97				8,15	
							5,03		45,3	570	0,64	68,3	1,69	1,19	77,2	5,81	18,0																																																						
							7,05				0,89	5,97				8,15																																																							

Anlage 11: *Cnicus benedictus* - Krautproben - wöchentliche Beerntungen 2015

aus Bestand CB01, Zappendorf, an den Weiden

Aussaart: 17.9.2014

50 cm Reihenabstand

mehrere Pflanzen per Hand geschnitten und im Trockenraum getrocknet

Ernte- datum	Stadium	Pflanzen- länge cm	Wuchs- höhe cm	Echter Mehltau Bon(1-9)	Lager Bon(1-9)	Cnicin- gehalt % in TM
15.4.15	in Streckung, Nebentriebe gebildet	40	40			0,71
22.4.15	weitere Streckung	50	50		1	
29.4.15	Knospe	55-65	55-65		1	0,65
6.5.15	Knospe	70	70		1	
13.5.15	Knospe bis Blühbeginn, (zT blüht 1.Ordn)	85	85		1	0,85
20.5.15	1.Ordn blüht, 2.Ordn Knospe, untere Blä absterbend	100	100	1	1	0,87
27.5.15	1. Ordn blüht, 2.Ordn blüht vereinzelt, 3.Ordn Knospe	105	105	1	1	1,05
3.6.15	2.Ordn blüht, 3.Ordn Knospe, untere Blä absterbend, unten leicht mulmig	120	52-80	1	6	0,80
10.6.15	meist blüht 2.Ordn, untere Blä trocken	120	75-105	1	6	
17.6.15	2.Ordn verblüht, 3. Ordn blüht od verblüht, untere Blä trocken	140	70-75	1	7	0,87
24.6.15	2.Ordn verblüht, 3.Ordn blüht od verblüht, untere Blä bis halbe Trieblänge trocken	145	62-80	1	8	
1.7.15	3. u 4.Ordn blüht, 3.Ordn teils verblüht, untere Blä bis ca 70cm trocken, oben grün, daher grüner Eindruck des Bestandes	155	60-70	1	7	0,88
9.7.15	nach Sturm u Starkregen, noch Blüten an 3. u 4.Ordn, oben meist grün, untere Blä bis ca 90cm abgestorben, durch Nässe teils schmierig	150	60	1	8	
15.7.15	4. u 5.Ordn blüht noch, in 1. u 2.Ordn einsetzende Fruchtereife, Bestand oben hellgrün, untere Blä bis ca 100cm abgestorben, meist schmierig, fauliger Geruch	160	60	1	8	0,46

Bon(1-9) = Boniturnote 1 bis 9 (1-ohne, 5-mittel, 9-sehr stark)

Anlage 12: *Cnicus benedictus* - Erntezeitenversuch, Versuchsstation Etzdorf, Ernte 2015

Vorfrucht	Winterweizen	24.9.14	Fusilade 2/ha gegen Getreidedurchwuchs	4.3.15	Bodenprobe, 72kg N/ha pflanzenverfügbar
Aussaart	am 7.9.2014, Handsämaschine	28.9.14	Zwischenreihenfräse	18.3.15	Handhacke
	gesamt 780 m ² Saatfläche, 50cm Reihenabstand	29.9.14	Handhacke	22.4.15	Zwischenreihenfräse
	21,2 kg/ha = 53 kKÖ/m ²	6.10.14	Handhacke	30.4.15	Handhacke
Saatgut	CB01, E.11 Kühnfeld	15.10.14	Zwischenreihenfräse	12.5.15	Zwischenreihenfräse
Ernte	Motorsense, Harke, 20m ² Erntefläche/Teilstück				

Bon(1-9)=Boniturnote 1 bis 9 (1-ohne, 5-mittel, 9-sehr stark)

Sign=Signifikanz im Mittelwertvergleich (t-test, Bezugsbasis: EZV1, * α=5%, ** α=1%)

Nr.	r	Ernte	Stadium	Lager	Echter Mehltau	Mängel im Stand	Wuchshöhe	Bestandesdichte	Kraut-ertrag Frischmasse kg/Tst	Kraut-ertrag Frischmasse dt/ha	Trocken-substanz-gehalt	Kraut-ertrag Trockenmasse dt/ha	Anteil Blätter trocken	Cnicin-gehalt Blätter	Cnicin-gehalt Stängel	Cnicin-ertrag
...	15	Datum	zur Kraut-ernte	Bon(1-9) zur Kraut-ernte	Bon(1-9) zur Kraut-ernte	cm zur Kraut-ernte	Pfln/m ² zur Kraut-ernte	dt/ha	dt/ha	% zur Kraut-ernte	% in TM	dt/ha	%	% in TM	% in TM	kg/ha
EZV 1	a			1	1	5	44	24,8	69,4	347	14,3	49,7	64,0			63,3
	b			1	1	6	43	19,8	72,3	361	15,4	55,6	62,6			69,5
	c	29.4.15	Knospe, erste Blüten	1	1	5	39	24,6	78,0	390	14,6	56,8	64,7	1,93	0,11	73,2
	d			1	1	4	38	26,8	74,6	373	14,5	54,2	67,0			72,0
	Mittel			1,0	1,0	5,0	41	24,0	73,6	367,8	14,7	54,1	64,6			69,5
EZV 2	a			1	1	5	63	30,8	97,6	488	15,7	76,6	53,7			63,4
	b			1	1	6	60	21,2	97,0	485	18,0	87,5	53,7			72,5
	c	18.5.15	1.Ordn verblüht, 2.Ordn Blühbeginn	1	1	6	61	23,8	85,4	427	20,5	87,6	52,0	1,50	0,048	70,4
	d			1	1	4	54	25,4	84,5	423	20,5	86,5	55,2			73,5
	Mittel			1,0	1,0	5,3	59 **	25,3	91,1	455,7	18,7 **	84,6 **	53,7			69,9
EZV 3	a			1	1	4	69	23,4	103,4	517	21,0	108,8	58,0			91,3
	b			1	1	5	65	30,0	80,8	404	26,1	105,4	57,4			87,5
	c	3.6.15	1.Ordn in Fruchtausbildung, 2.Ordn meist verblüht oder untere blühen, kaum Blüten oder Knospen der 3. Ordn	1	1	6	63	25,8	80,9	405	26,3	106,2	56,7	1,41	0,05	87,1
	d			1	1	5	64	27,4	87,7	439	25,3	111,1	57,1			91,8
	Mittel			1,0	1,0	5,0	65 **	26,7	88,2	441,1	24,7 **	107,9 **	57,3			89,4 **
Versuchsmittel																
1,0																
5,1																
55,2																
19,4																
82,2																
58,5																
1,61																
0,07																
76,3																
Grenz-differenzen	α=5%															
	α=1%															
3,22																
4,88																
2,48																
3,75																
6,12																
9,27																

Anlage 13: *Cnicus benedictus* - Erntezeitenversuch, Versuchsfeld Zappendorf, Ernte 2016

Vorfrucht Wintererbse 5.-9.10.15 Handhacke 19.2.16 Bodenprobe, 105kg N/ha pflanzenverfügbar
 Aussaat am 17.9.2015, Handsämaschine 12.10.15 Zwischenreihenfräse 17.3.16 Zwischenreihenfräse
 ges. 480 m² Saatfläche, 50cm Reihenabstand 27.10.15 Zwischenreihenfräse 29.3.-8.4.16 Handhacke
 36,2 kg/ha = 99 kKö/m² 2.11.15 Zwischenreihenfräse
 Saatgut CB01, E.15, Zappendorf 12.11.15 Zwischenreihenfräse

Aufgang 26.09.2015; 56,2 Pflanzen/m²
 Ernte Motorsense

19m² Erntefläche/Teilstück; bei Wiederaustrieb 9,5m²

Bon(1-9)=Boniturnote 1 bis 9 (1-ohne, 5-mittel, 9-sehr stark)

Sign=Signifikanz im Mittelwertvergleich (t-test, Bezugsbasis: EZV1, * α=5%, ** α=1%)

Nr.	r	Ernte	Datum	Stadium	Wuchs- höhe	Pflanzen- länge	Lager	Echter Mehl- tau	Bestan- des- dichte	Kraut- ertrag Frisch- masse	Trocken- substanz- gehalt	Kraut- ertrag Trocken- masse	Anteil Blätter trocken	Cnicin- gehalt Kraut	Cnicin- ertrag	Bestan- des- dichte Wieder- austrie	Ernte Wieder- austrieb	Wuchs- höhe Wieder- austrieb	Mängel im Stand	Trocken- subs- tanz	Kraut- ertrag Wieder- austrie TM	
					cm	cm	Bon(1-9)	Bon(1-9)	Pfln/m ²	dt/ha	%	dt/ha	%	% in TM	kg/ha	Pfln/m ²	Datum	cm	Bon(1-9)	%	dt/ha	
				zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	zur Kraut- ernte	
EZV 1	a		69	67	1	1	1	38,5	714	9,6	57,0	68,2	57,0		109,1	16,0		46	6	13,9	40,8	
	b		66	62	1	1	50,0	660	660	10,1	56,8	66,7	56,8		106,7	18,4		51	6	11,6	32,1	
	c	6.5.16	62	65	1	1	53,9	631	631	9,9	56,0	62,2	56,0	1,60	99,6	22,4	15.6	51	6	12,8	37,3	
	d		63	64	1	1	36,4	585	585	11,2	51,9	65,6	51,9		105,0	20,0		42	7	14,0	32,1	
	Mittel		65	65	1,0	1,0	44,7	647,4	647,4	10,2	55,4	65,7	55,4		105,1	19,2		47	6,3	13,1	35,6	
EZV 2	a		100	105	2	1	49,3	1036	1036	10,3	45,4	106,9	45,4		180,6	7,8						
	b		98	104	1	1	38,0	934	934	10,8	46,9	100,4	46,9		169,7	3,3						
	c	23.5.16	98	102	1	1	43,8	935	935	10,7	45,7	100,2	45,7	1,69	169,3	4,8						
	d		92	95	1	1	56,3	827	827	11,4	48,9	93,9	48,9		158,7	10,7						
	Mittel		97 **	101 **	1,3	1,0	46,9	933,3	933,3	10,8	46,7	100,3 **	46,7		169,6 **	6,7						
EZV 3	a		51	131	7	1	36,3	979	979	13,2	38,3	129,1	38,3		105,8	-						
	b		55	123	7	1	47,2	956	956	14,4	44,2	137,6	44,2		112,8	-						
	c	7.6.16	60	120	7	1	37,3	946	946	15,2	46,2	143,5	46,2	0,82	117,7	-						
	d		61	116	7	1	45,0	881	881	15,3	46,6	134,8	46,6		110,5	-						
	Mittel		57 *	122 **	7,0	1,0	41,5	940,6	940,6	14,5 **	43,8	136,2 **	43,8		111,7	-						
Versuchsmittel			72,8	96,1	3,1	1,0	44,3	840,4	840,4	11,8	48,7	100,8	48,7		128,8							
Grenz- differenzen		α=5%	7,97	5,62						0,72		9,55			11,85							
		α=1%	12,07	8,52						1,09		14,47			17,96							

keine Ernte

keine Ernte

Anlage 14: *Cnicus benedictus* -Blätter - Drogen-Lagerversuch

Material: Blätter von CB01
 Zappendorf, E. 7.5.2015
 getrocknet auf Kaltbelüftung
 vorbereitet am 3.7.2015

Beginn: 7.7.2015

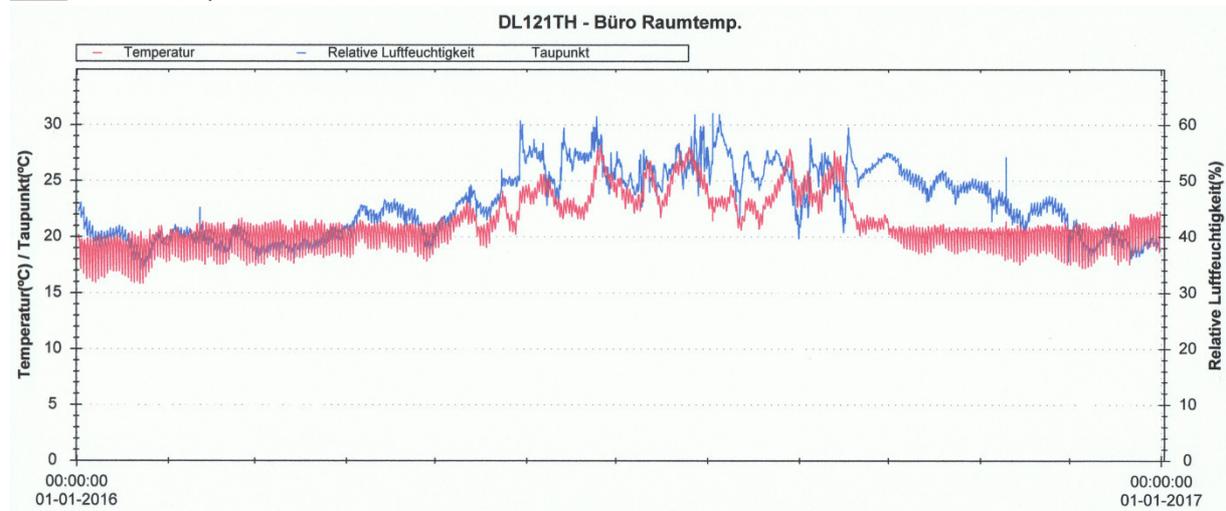
	Lagerort		Büro	Saatgutboden	Trockenraum
	Lagerbedingungen		Raumtemperatur / -bedingungen	unklimatisiert	teilklimatisiert (trocken)
Eingangsuntersuchung 6.7.2015	Cnicingehalt (% in TS)		1,63		
	Keimzahl (KBE/g)		4,36 x 10 ⁷		
nach 2,5 Monaten 25.9.2015	Cnicingehalt (% in TS)		1,51	1,97	1,91
	Keimzahl (KBE/g)		2,36 x 10 ⁷	3,56 x 10 ⁷	3,90 x10 ⁷
nach 6 Monaten 15.1.2016	Cnicingehalt (% in TS)		1,21	1,43	1,64
	Sensorik		grün/braun, schwach arteigener Geruch	gräulich grün/braun, schwach arteigener Geruch	grün/braun, schwach arteigener Geruch
	Keimzahl (KBE/g)		1,15 x 10 ⁷	2,75 x 10 ⁷	8,5 x10 ⁶
nach 12 Monaten 11.7.2016	Cnicingehalt (% in TS)		1,02	1,02	0,93
	Sensorik		graugrün/braun, schwach arteigener Geruch	graugrün/braun, schwach arteigener Geruch	graugrün/braun, etwas grüner, schwach arteigener Geruch
	Keimzahl (KBE/g)		3,95 x 10 ⁶	1,15 x 10 ⁶	8,65 x10 ⁶
nach 18 Monaten 4.1.2017	Cnicingehalt (% in TS)		0,98	1,84	1,25
	Sensorik		graugrün/braun, schwach arteigener Geruch	graugrün/braun, etwas grauer, schwach arteigener Geruch	graugrün/braun, schwach arteigener Geruch
	Keimzahl (KBE/g)		2,0 x 10 ⁶	1,8 x 10 ⁶	4,6 x10 ⁶
nach 24 Monaten 16.8.2017	Cnicingehalt (% in TS)		0,83	1,00	0,97
	Sensorik		graugrün/braun, schwach arteigener Geruch	graugrün/braun, etwas grauer, schwach arteigener Geruch	graugrün/braun, schwach arteigener Geruch
	Keimzahl (KBE/g)		1,7 x 10 ⁶	7,5 x 10 ⁵	2,1 x10 ⁶

Anlage 15: *Cnicus benedictus* - Drogen- und Extraktlagerversuche

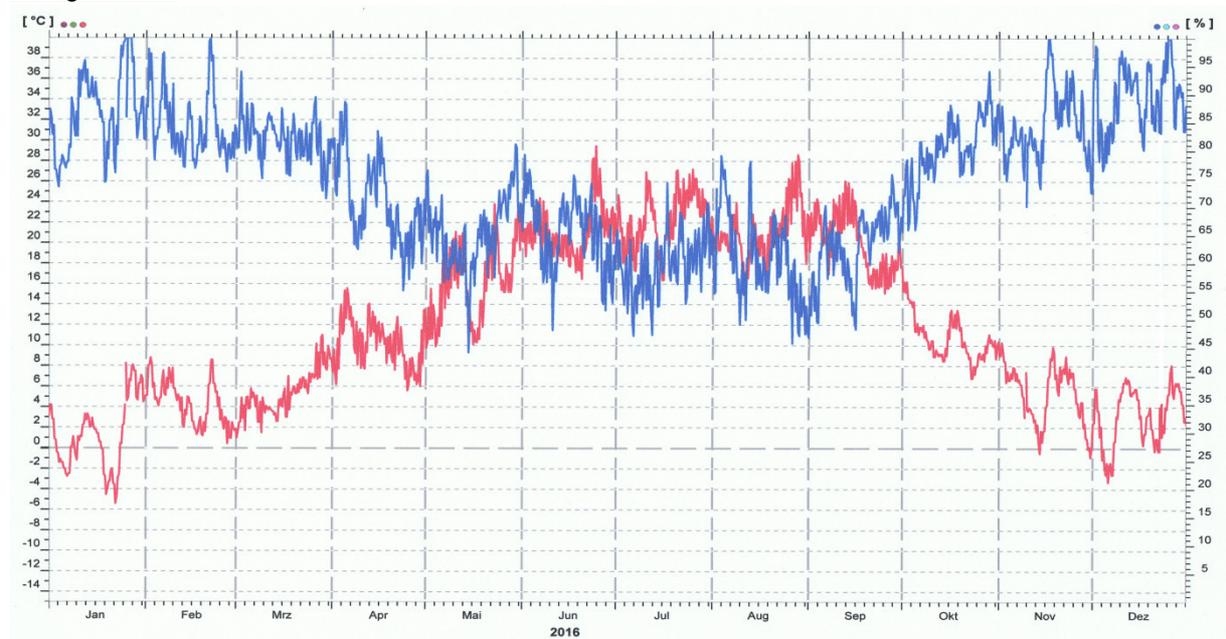
Lagerklima-Diagramme von Lagerorten im Jahresverlauf 2016

rot: Temperatur, blau: Luftfeuchtigkeit

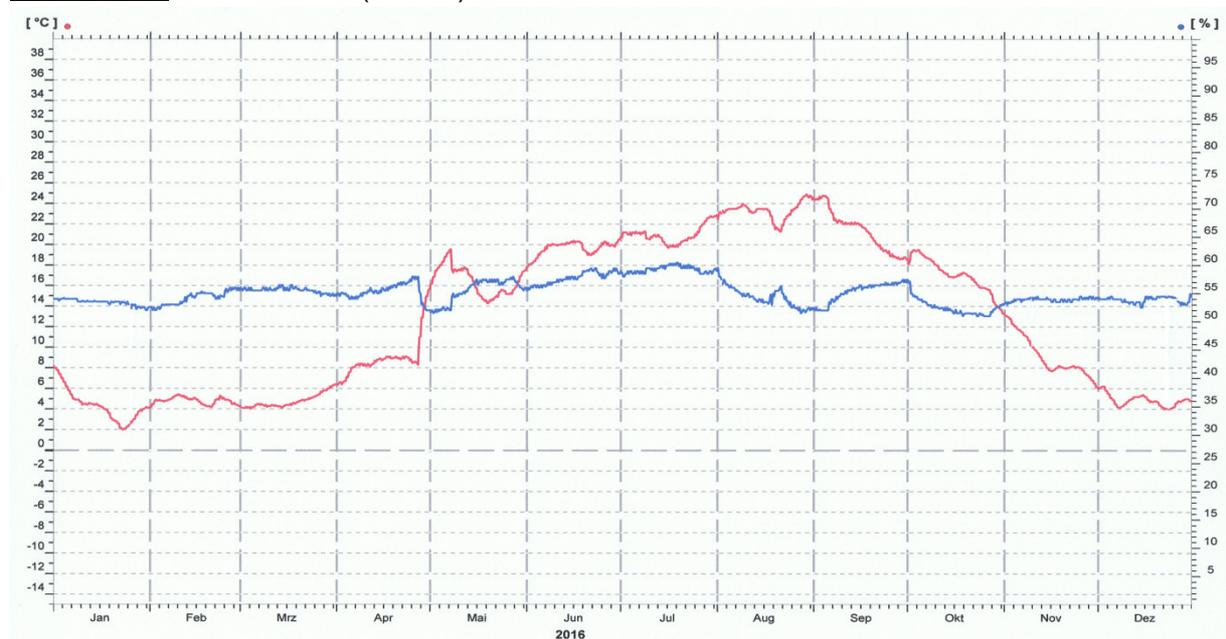
Büro - Raumtemperatur



Saatgutboden - unklimateiert



Trockenraum - teilklimateiert (trocken)



Anlage 16: *Cnicus benedictus* - Optimierung der Extraktion, Laborextraktion

Versuchsdurchführung: Februar 2015

Rohdroge: Blätter von *Cnicus benedictus*,
Frühjahrsansaat Zappendorf, Ernte 10.7.2013, Kaltbelüftung
jeweils 20g

Cnicingehalt Rohdroge: 2,49%, entspricht 0,498g in 20g Rohdroge

Variante	Verwendetes Lösungsmittel				erhaltene Extraktmenge		Cnicin-Gehalt Extrakt	erhaltene Cnicin-Menge	Cnicin-Ausbeute
	Ethanol		Wasser						
	ml	%	ml	%	g	%	m%	g	%
Soxhlet	400	0	0	0	2,1	10,5	12,83	0,27	54,1
Raumtemperatur 100/0	1.600	0	0	0	1,2	6,0	41,82	0,50	100,8
Raumtemperatur 90/10	1.440	90	160	10	1,14	5,7	34,85	0,40	79,8
Raumtemperatur 70/30	1.120	70	480	30	2,08	10,4	13,86	0,29	57,9
40°C 100/0	1.600	0	0	0	1,6	8,0	36,52	0,58	117,3
40°C 90/10	1.440	90	160	10	1,74	8,7	25,05	0,44	87,5
40°C 70/30	1.120	70	480	30	2,82	14,1	11,38	0,32	64,4

Anlage 17: *Cnicus benedictus* - Pilot-Extraktionen bei Bell Flavors & Fragrances Leipzig

Parameter	Methode	Einheit	Benediktenkraut-Extrakt		
			vom 25.3.2015 Chargen-Nr. SP029618	vom 20.7.2015 Chargen-Nr. GS-2031965-BFF	vom 11.4.2016 Chargen-Nr. GS-2050936-BFF
Ausgangsmaterial			Bätter, Frühjahrsansaat Zapp E.13, Aufbereitung Febr.2015	Bätter, Frühjahrsansaat Zapp E.13, Aufbereitung 16.6.- 1.7.15	Bätter, Frühjahrsansaat Zapp E.24.6.15, Aufbereitung 25.2.- 13.3.16
Menge Ausgangsmaterial		kg	15	23,5	15
Cnicin-Gehalt Ausgangsmaterial	HPLC	m% in OS	2,19	1,75	2,3
Lösungsmittel			Ethanol 96%	Ethanol 96%	Ethanol 96%
Extraktions- temperatur		°C	35-40	30-40	30-40
Menge Extrakt		kg	2,6	10,1	2,0
Cnicin-Gehalt Extrakt	HPLC	m%	6,6	1,48	4,42
Mengen-Ausbeute		%	17,3	43,0	13,3
Cnicin-Ausbeute		%	52,2	36,3	25,6
Cnicin-Gehalt ausgezogene Droge	HPLC	m% in TS	0,0165	0,006	0,033
Brechungsindex bei 20°C	Ph.Eur.2.2.6_ nD20		1,4120	1,4120	1,4070
Relative Dichte bei 20°C	Ph.Eur.2.2.5_ d20		0,943	0,999	0,966
Gesamtkeimzahl	LFGB §64 L00.00-88	KBE/ml	< 100	< 100	< 1000
Ethanol-Gehalt	Destillation_ Vol%	Vol%	67,7	54,0	56,0
Trockensubstanz 160°C	IR-Trockner	%	32,0	33,4	30
Wasser-Gehalt	Karl Fischer	%	9,5	15,0	16,2
Aussehen			dickflüssig	dickflüssig	dickflüssig
Farbe			dunkelgrün - braun	dunkelgrün - braun	dunkelgrün - braun
Geruch			entspricht Standard	entspricht Standard	entspricht Standard

Anlage 18: *Cnicus benedictus* - 1. Extrakt-Lagerversuch

Extrakt-Charge: Benediktenkraut-Extrakt von Bell-Flavors & Fragrances Leipzig
Charge SP029618, Produktion 25.3.2015

Beginn: 2.4.2015

	Lagerort	<u>Büro</u>	<u>Labor-Kühlschrank</u>	<u>Öl-Kühlschrank</u>
	Lagerbedingungen	Raumtemperatur	4°C	10°C
Eingang- untersuchung 30.3.2015	Cningehalt (m%)	6,60		
	Sensorik (BFF)	Aussehen: dickflüssig; Farbe: dunkelgrün - braun; Geruch: entspricht Standard		
nach 1 Monat 4.5.2015	Cningehalt (m%)	5,75	6,54	6,15
nach 3 Monaten 1.7.2015	Cningehalt (m%)	5,20	6,91	6,42
nach 5,5 Monaten 25.9.2015	Cningehalt (m%)	3,53	6,06	5,62
nach 9,5 Monaten 18.1.2016	Cningehalt (m%)	2,84	5,89	5,31
	Sensorik	dunkelgrün-braun, dickflüssig mit festen Partikeln	dunkelgrün-braun, dickflüssig mit festen Partikeln, etwas stärkere Sedimentation	dunkelgrün-braun, dickflüssig mit festen Partikeln
nach 13 Monaten 26.4.2016	Cningehalt (m%)	2,28	5,54	4,86
	Sensorik	kein Unterschied zwischen den Extrakten, etwas viskoser im Vergleich zur letzten Prüfung		
nach 18 Monaten 19.10.2016	Cningehalt (m%)	1,49	5,40	4,49
	Sensorik	Farbe u Sedimentation unverändert, etwas viskoser als vorher u scheinbar geringfügig viskoser als die anderen	Farbe u Sedimentation unverändert, etwas viskoser als vorher	Farbe u Sedimentation unverändert, etwas viskoser als vorher
nach 24 Monaten 10.04.2017	Cningehalt (m%)	1,11	5,34	4,12
	Sensorik	Farbe, Viskosität und allgemeine Konsistenz sind unverändert		

Anlage 19: Cnicus benedictus - 2. Extrakt-Lagerversuch

Extrakt-Charge: Benediktenkraut-Extrakt von Bell-Flavors & Fragrances Leipzig
Charge SP029618, Produktion 25.3.2015

Beginn: **07.05.2015**

	Lagerort	<u>Labor-Kühlschrank</u>	<u>Tiefkühltruhe</u>
	Lagerbedingungen	4°C	-18°C
Eingangsuntersuchung 4.5.2015	Cnicingehalt (m%)	5,73	
nach 2 Monaten 1.7.2015	Cnicingehalt (m%)	6,03	6,02
nach 4,5 Monaten 25.9.2015	Cnicingehalt (m%)	5,26	5,58
nach 8,5 Monaten 18.1.2016	Cnicingehalt (m%) Sensorik	5,34 dunkelgrün-braun, dickflüssig mit festen Partikeln	5,94 dunkelgrün-braun, dickflüssig mit festen Partikeln
nach 12 Monaten 26.4.2016	Cnicingehalt (m%) Sensorik	4,81 kein Unterschied zwischen den Extrakten, etwas viskoser im Vergleich zur letzten Prüfung	5,31
nach 17 Monaten 19.10.2016	Cnicingehalt (m%) Sensorik	4,73 Farbe u Sedimentation unverändert, etwas viskoser als vorher	5,45
nach 23 Monaten 10.04.2017	Cnicingehalt (m%) Sensorik	4,80 Farbe, Viskosität und allgemeine Konsistenz sind unverändert zum letzten Versuch	5,37

Fotoanhang



Foto 1: Julius-Kühn-Feld Halle, Mai 2015, Sortiment
Stand nach Blühbeginn



Foto 2: Julius-Kühn-Feld Halle, Mai 2015, Sortiment
unterschiedliche Typen der Akzessionen nach Blühbeginn



Foto 3: Julius-Kühn-Feld Halle, Oktober 2016, Sortiment
Aussaatdatum 20.9.2016, handgelegt



Foto 4: Julius-Kühn-Feld Halle, April 2017, Sortiment



Foto 5: Julius-Kühn-Feld Halle, April 2017, Sortiment



Foto 6: Versuchsfeld Zappendorf, Oktober 2016, Akzessionsversuch
Aussaatdatum 22.9.2016



Foto 7: Versuchsfeld Zappendorf, Mai 2017, Akzessionsversuch
vor der Ernte



Foto 8: Versuchsstation Etzdorf, Mai 2015, CB01, Aussaatzeitenversuch nach der Krauternte der zwei Prüfglieder mit Herbstansaat



Foto 9: Versuchsfeld Zappendorf, Oktober 2015, CB01, Aussaatzeitenversuch Ansaaten im Herbst zu zwei Terminen



Foto 10: Versuchsfeld Zappendorf, Ende April 2016, CB01, Aussaatzeitenversuch



Foto 11: Julius-Kühn-Feld Halle, Anfang November 2016, CB01, Standraumversuch
Aussaatdatum 19.9.2016, von links nach rechts erhöhte Saaddichten



Foto 12: Julius-Kühn-Feld Halle, Mai 2017, CB01, Standraumversuch
Ernte mit Frontmäher



Foto 13: Julius-Kühn-Feld-Halle, Mai 2016, CB01, Stickstoffdüngungsversuch, nach der Ernte (jeweils die 4 mittleren Reihen der Parzellen)



Foto 14: Julius-Kühn-Feld Halle, Anfang November 2016, CB01, Stickstoffdüngungsversuch
Aussaatdatum 19.9.2016



Foto 15: Julius-Kühn-Feld Halle, April 2017, CB01, Stickstoffdüngungsversuch



Foto 16: Versuchsstation Eitzdorf, Mai 2015, CB01, Erntezeitenversuch nach der Kräuternte der ersten zwei Prüfglieder, Pflanzen der ersten Erntezeit (links) treiben wieder aus; rechts ungeernteter Bestand



Foto 17: Versuchsfeld Zappendorf, 7.6.2016, CB01, Erntezeitenversuch nach der Ernte, deutlicher Wiederaustrieb der Pflanzen vom ersten Erntezeitpunkt



Foto 18: Versuchsfeld Zappendorf, Juli 2015, CB01, Saatgutvermehrung