

Abschlussbericht

Großer Odermennig (*Agrimonia procera* WALLR.) als Quelle für Catechingerbstoffe und deren Nutzung zur Tiergesunderhaltung

Aktenzeichen DBU 27074-34

- Bewilligungsempfänger: Exsemine GmbH
Am Wehr 4
06198 Salzatal OT Zappendorf
- Projektleitung: Dipl. agr. Ing. Gert Horn
Tel.: 034609 20251
Fax.: 034609 21963
E-Mail: g.horn@exsemine.de
unter Mitarbeit von Dipl. agr. Ing. Astrid Kupfer
- Kooperationspartner: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Dr. agr. Holger Kluge
Tel.: 0345 5522706
Fax.: 0345 5527124
E-Mail: holger.kluge@landw.uni-halle.de
unter Mitarbeit von Dipl. agr. Ing. Tobias Gräber
- Verfasser: Gert Horn, Tobias Gräber
- Laufzeit: 1.1.2010 bis 30.9.2013

Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abkürzungsverzeichnis	3
1 Zusammenfassung	4
2 Einführung	5
2.1 Pflanze, Inhaltsstoffe, pharmakologische Aspekte	5
2.2 Aspekte der Tiergesundheit (Schwein)	7
3 Zielstellungen	9
4 Material und Methoden	9
4.1 Feldversuche	9
4.2 Gerbstoffanalytik	11
4.3 Bestimmung der Keimzahl	11
4.4 In-vitro-Untersuchungen zur antibakteriellen Aktivität	12
4.5 Prüfung von <i>Agrimonia procera</i> -Herba als Futtermittelzusatz (Schwein)	12
5 Ergebnisse und Diskussion	14
5.1 Determination von Wildakzessionen/Selektionszüchtung	14
5.2 Pflanzenbau	17
5.2.1 Untersuchungen zur Brechung von Hartschaligkeit/Keimruhe	17
5.2.2 Prüfung von Herbst- bzw. Frühjahrsansaat und Pflanzung	17
5.2.3 Einfluss von Schnittmaßnahmen im Ansaatjahr	18
5.2.4 Optimierung der Reihenentfernung	19
5.2.5 Optimierung des Standraumes	19
5.2.6 Optimierung der Pflege	21
5.2.7 Optimierung der Stickstoffversorgung	22
5.2.8 Optimierung des Erntezeitpunktes	24
5.2.9 Untersuchungen zu ernte- und trocknungstechnischen Aspekten	25
5.2.10 Nutzungsdauer	26
5.2.11 Vergilbungssymptome	27
5.2.12 Untersuchung zur Wurzelentwicklung	27
5.3 Prüfung von <i>Agrimonia procera</i> -Herba als Futtermittelzusatz (Schwein)	28
5.4 Sonstige Untersuchungen	30
5.4.1 Antibakterielle Effekte von <i>Agrimonia procera</i> -Krautauszug	30
5.4.2 Lagerversuch <i>Agrimonia procera</i> -Trockendroge	30
5.4.3 Entkeimung durch Gamma-Bestrahlung	31
6 Ausblick	31
7 Öffentlichkeitsarbeit	32
Danksagung	32
Literatur	32
Anlagenverzeichnis	35
Anlagen	
Verzeichnis der Fotografien	
Fotoanhang	

Abkürzungen

Anz	Anzahl
AP	Agrimonia procera
APE	Ethanolextrakt von Agrimonia procera
AZ	Ackerzahl
Blä	Blätter
D	Diluvialboden
DAC	Deutscher Arzneimittel Codex
EG	Endgewicht
FA	Futterraufnahme
Fe	Eisen
FM	Frischmasse
FV	Futterverwertung
IL-10	Interleukin-10
IL-1 β	Interleukin-1 β
kbA	kontrollierter biologischer Anbau
KBE	koloniebildende Einheit
L	Bodenart Lehm
LMZ	Lebendmassezunahme
Lö	Lößboden
LPS	Lipopolysaccharide
IS	Bodenart lehmiger Sand
N	Stickstoff
PBMC	mononukleäre Zellen aus dem peripheren Blut
PBS	phosphatgepufferte Salzlösung
PCA	Plate count Agar
r	Wiederholung/en
sL	Bodenart sandiger Lehm
Stä	Stängel
TAE	Trolox-Äquivalente
TEAC	TROLOX [®] Äquivalent antioxidative Kapazität
TKM	Tausendkornmasse
TM	Trockenmasse
TNF- α	Tumornekrosefaktor- α
TS	Trockensubstanz
Tst	Teilstück

1 Zusammenfassung

Der Große Odermennig (*Agrimonia procera* WALLR.) ist eine ausdauernde krautige Pflanze aus der Familie der Rosengewächse mit Verbreitungsschwerpunkt Nord- und Mitteleuropa. Odermennigkraut wird als Gerbstoff-Teedroge verwendet. Im Vergleich zum ebenfalls einheimischen Kleinen Odermennig (*A. eupatoria*) ist der Große Odermennig wesentlich wüchsiger und erreicht Pflanzenlängen von mehr als 2 m. Das Vorhaben verfolgte die Zielstellung einer Selektionszüchtung und Anbauoptimierung von *Agrimonia procera* zur Gewinnung der Krautdroge sowie deren Nutzung als Futtermittelzusatz zur Tiergesunderhaltung, vornehmlich im Bereich des ökologischen Landbaues. Das besondere Interesse war dabei auf die Einschränkung bakterieller Durchfallerkrankungen von Ferkeln nach dem Absetzen gerichtet.

Zur Aufnahme einer Selektionszüchtung erfolgten Untersuchungen zur natürlichen Variabilität an Hand einer größeren Anzahl von Akzessionen von *Agrimonia procera* und vergleichend anderer *Agrimonia*-Arten. Es konnten erhebliche Differenzierungen in der Wüchsigkeit und im Gesamt-Polyphenol- bzw. Gerbstoffgehalt sowie in der Anfälligkeit gegenüber pilzlichen Blattkrankheiten festgestellt werden.

Für die mehrjährige Kultur von Großem Odermennig sollten gut versorgte Lehm-, nach Möglichkeit höherwertige Löss-Lehm-Standorte, genutzt werden. Die Etablierung eines Bestandes von Großem Odermennig erfolgt durch Herbstaussaat zum Vegetationsschluss. Die Pflanzen gehen im Frühjahr des Folgejahres auf. Angestrebt wird eine Bestandesdichte von etwa 12-16 Pflanzen/m². Pflegemaßnahmen erfolgen mechanisch. Die Stickstoff-Düngung orientiert sich am Entzug durch das Ernteprodukt (N-Gehalt der Krautdroge 1,56% in der TM) und ist zu teilen. Die Krauternte - zu Blühbeginn bis spätestens Blühende (Juni/Juli) - ist ab dem zweiten Vegetationsjahr möglich. Geerntet wird jährlich ein Aufwuchs. Die Frischmasse (ganze Pflanzen) wird auf Flächenbelüftungsanlagen getrocknet. Der Biomasseertrag von *Agrimonia procera* ist sehr hoch. Auf besseren Standorten werden mehr als 10 t Trockenmasse und Gerbstoffträge von 300-350 kg/ha erreicht. Bestände vom Großen Odermennig sind sehr ausdauernd. Mehr als 5 Nutzungsjahre sind möglich. Die Gerbstoffe sind in der Trockendroge lagerungsstabil.

Im Rahmen von In-vitro-Untersuchungen mit wässrigen Auszügen von *Agrimonia procera*-Krautdroge konnte u. a. an *Escherichia coli*- und *Salmonella enterica* ssp. *typhimurium*-Stämmen eine ausgeprägte antibakterielle Aktivität festgestellt werden.

Es erfolgten Untersuchungen mit *Agrimonia procera*-Krautdroge als Futtermittelzusatz an Ferkeln. Odermennigkraut verfügt nach In-vitro-Untersuchungen über ein antioxidatives und antiinflammatorisches Potenzial. Eine tendenzielle Erhöhung der antioxidativen Kapazität (TEAC) durch *Agrimonia procera* konnte auch in-vivo im Rahmen eines Fütterungsversuches an Hand von Untersuchungen an Blutplasma festgestellt werden. In allen 4 Versuchen mit Futtersupplementierung konnten durch *Agrimonia procera*-Zulage (äquivalent 20 ppm Gerbstoff) die Futtermittelaufnahme und die Tageszunahme der Ferkel tendenziell erhöht werden. Im Rahmen eines weiteren Versuches mit Applikation von wässrigen Auszügen von Odermennigkraut (Tränkwasser) konnte eine signifikante Erhöhung beim Trockensubstanzgehalt des Kotes nachgewiesen werden.

2 Einführung

2.1 Pflanze, Inhaltsstoffe, pharmakologische Aspekte

Der Große oder auch Wohlriechende Odermennig (*Agrimonia procera* WALLR., syn. *A. odorata* (GOUAN) MILL.¹) ist eine ausdauernde krautige Pflanze und gehört zur Familie der Rosengewächse. Im Gegensatz zum Kleinen Odermennig (*A. eupatoria*), der auf halbtrockenen Standorten (ROTHMALER 1976) in Deutschland weit verbreitet ist, bevorzugt der deutlich wüchsiger aromatisch duftende² Große Odermennig feuchtere bzw. schattige Standorte und ist vergleichsweise selten (HEGI 1923, SCHLOSSER u. a. 1991, BENKERT u. a. 1996). Beide Arten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in Europa, *A. procera* eher in Mittel- und Nordeuropa (MEUSEL u. a. 1965). Die Gattung ist auf der gesamten Norderdhalbkugel beheimatet. Die „klettenartigen“ Scheinfrüchte der Odermennig-Arten werden epizoochor verbreitet.

Agrimonia-Arten werden wohl schon seit der Zeit der Antike als Heilpflanzen verwendet (PAHLOW 2001). Odermennigkraut (Herba Agrimoniae) wird insbesondere als Teedroge genutzt. Nach HEEGER (1956), WICHTL (1997) und PAHLOW (2001) gilt neben *Agrimonia eupatoria* auch *A. procera* als Stammpflanze. Die Europäische Pharmakopöe (ANONYM 2002) gibt allerdings lediglich *A. eupatoria* als Stammpflanze an. Beide Arten weisen eine große morphologische Ähnlichkeit bzw. eine relativ hohe Plastizität bei unterscheidungsrelevanten Merkmalen auf, was ein sehr enges Verwandtschaftsverhältnis nahelegt. Als einziges nichtquantitatives Unterscheidungsmerkmal gilt die Rückkrümmung der Stacheln des Kelchbeckers beim Großen Odermennig. Der Vergleich der Chromosomenzahlen, für *A. eupatoria* $2n=28$ und für *A. procera* $2n=56$ (SKALICKÝ 1962), lässt eine Entstehung von *A. procera* aus *A. eupatoria* durch Autopolyploidie vermuten (WITTMANN u. a. 1987).

Als Indikationen für Herba Agrimoniae, das zu den Gerbstoffdrogen³ gezählt werden kann, werden von WICHTL 1997 (entsprechend Deutschem Arzneibuch) angegeben: mildes Adstringenz (innerlich und äußerlich), Rachenentzündungen, Gastroenteritis und Darmkatarrhe. Die Droge ist auch Bestandteil weniger Kombinationspräparate aus der Gruppe der Urologica. Die wesentlichsten Inhaltsstoffe von Odermennigkraut sind nach WICHTL (1997): Catechingerbstoffe (in den Blättern von *A. eupatoria* 4-10%) neben Ellaggerbstoff und Spuren von Gallotanninen, daneben Triterpene, darunter Ursolsäure; Kieselsäure; Flavonoide, darunter Luteolin-, Apigenin- und Kampherolglykoside. Nach dem Deutschen Arzneimittel-Codex (DAC, ANONYM 1986) werden mindestens 5,5% mit Hautpulver fällbare Gerbstoffe in der Droge gefordert, die entsprechende Mindestanforderung im neueren Europäischen Arzneibuch (ANONYM 2002) liegt hingegen mit 2,0% deutlich niedriger.

Odermennigkraut und andere gerbstoffhaltige Tees oder Zubereitungen finden bei unspezifischen Durchfallerkrankungen Verwendung und gelten als Antidiarrhoika. Entsprechende traditionelle Nutzungen sind auch aus der Tierheilkunde bekannt (REICHLING u. a. 2008). Eine der Wirkungen scheint nach RIMPLER u. a. (1999) die Hemmung der krankhaft erhöhten Elektrolyt- und Wassersekretion in das Darmlumen zu sein. Hierbei sind sicher adstringierende Effekte beteiligt, die allgemein auf weniger stabile Ionen- oder Wasserstoffbrückenbindungen zwischen Gerbstoff und Protein zurückgeführt werden. WAGNER (1999) beschreibt die antisekretorische bzw. antiperistaltische Wirkung von Gerbstoffen darüber hinaus als mögliche Wechselwirkung mit bakteriellen Diarrhoetoxinen und/oder einer Kontraktionshemmung der glatten Kolonmuskulatur. So ist bekannt, dass Extrakte aus Schwarzem Tee (*Camellia sinensis*) und aus Rinde von *Guazuma ulmifolia*, einer mexikanischen Heilpflanze, Choleratoxin inaktivieren, welches

¹ von HEGI (1923) als ssp. *odorata* (GOUAN) HOOKER von *A. eupatoria* geführt

² Über die Zusammensetzung des in Drüsenhaaren gebildeten ätherischen Öles ist uns bisher nichts Näheres bekannt geworden.

³ Gerbstoffe = wasserlösliche Verbindungen, die tierische Haut in Leder überführen können

als Exotoxin eine massive Elektrolytsekretion in das Darmlumen auslöst (vgl. RIMPLER u. a. 1999⁴). Bedeutsam sind in diesem Zusammenhang auch antimikrobielle Effekte von Gerbstoffen. Wirkungen gegen grampositive und -negative Bakterien (explizit auch für Catechingerbstoffe enthaltenden Schwarzen Tee), sowie antivirale Effekte sind nach WAGNER (1999) bekannt. Auch für *Agrimonia*-sp.-Extrakte liegen Hinweise auf antibiotische Effekte gegenüber beiden Bakteriengruppen durch Untersuchungen von PÉTER (1969) vor (vgl. auch BAE u. a. 2005). KWON u. a. (2005) wiesen antivirale Effekte gegenüber Hepatitis B von Auszügen aus verschiedenen *Agrimonia*-Arten nach.

Weitere pharmakologisch relevante Wirkungen von Gerbstoffdrogen allgemein sind nach WAGNER (1999): antiinflammatorische, antiexsudative, antiallergische⁵ sowie antioxidative und antitumorale. Für Gerbstoffe aus Betelnuss und Schwarzem Tee ist eine Inaktivierung der Glucosyltransferase des in der Mundhöhle vorkommenden *Streptococcus mutans*-Bakteriums bekannt, die so die Entstehung von Zahnplaque hemmen. Gerbstoffe und gerbstoffhaltige Drogen werden auf Grund ihrer antiinflammatorischen Wirkungen zur Behandlung von Entzündungen des Mund- und Rachenraumes aber auch bei Entzündungen im Bereich des Magen-Darm-Traktes verwendet. Spezielle Hinweise auf antioxidative Wirkungen bzw. Radikalfängereigenschaften von Extrakten aus *Agrimonia eupatoria* und *A. procera* geben VENSKUTONIS u. a. (2007 und 2008) und KUBÍNOVÁ u. a. (2012). Bekannt ist ebenfalls die Verwendung von Gerbstoffdrogen (z. B. Schwarzer Tee) als Antidot bei Alkaloid- und Schwermetallvergiftungen (WAGNER 1999).

Von besonderem Interesse für uns ist eine (erste) Human-Interventionsstudie mit *Agrimonia eupatoria*-Tee von IVANOVA u. a. 2013 (Medizinischen Universität Varna, Bulgarien). Es konnten hier nach 30-tägiger Teekonsumption eine signifikante Erhöhung von HDL-Cholesterol und der antioxidativen Kapazität (TAC) sowie eine signifikante Verringerung von proinflammatorischen Cytokinen (IL-6) im Blutplasma festgestellt werden.

Gerbstoffe sind bei systemischer Anwendung relativ toxisch und schädigen in größeren Mengen vor allem die Leber. Bei oraler Aufnahme werden sie allerdings kaum resorbiert (RIMPLER u. a. 1999).

Catechingerbstoffe sind polyphenolische Pflanzeninhaltsstoffe mit Catechin (Flavan-3-ol) als Grundbaustein. Sie sind als Catechinoligomere aufzufassen und gehören auf Grund von C-C-Bindungen zu den nichthydrolysierbaren Gerbstoffen. Synonyme sind „kondensierte Gerbstoffe“ oder „kondensierte Proanthocyanidine“. Sie sind wasser- und bis zu einem gewissen Kondensationsgrad auch in reinem Ethanol löslich, was für die Arzneimittelherstellung von Bedeutung ist.

In der Literatur lassen sich mehrere Hinweise auf vergleichende Untersuchungen zum Gerbstoffgehalt im Kraut von *Agrimonia*-Arten finden (PÉTER u. a. 1973, SKALICKÝ u. a. 1969, BUČKOVÁ u. a. 1971, CARNAT u. a. 1991, ČERNAJ u. a. 1993). Es wurden zum Teil unterschiedliche Methoden verwendet. Für uns unerwartet konnten wir im Rahmen von Voruntersuchungen deutlich höhere Gerbstoffgehalte bei *Agrimonia procera* im Vergleich zu *A. eupatoria* nachweisen. Von SKALICKÝ u. a. (1969) liegen analog Angaben zum Gerbstoffgehalt für *A. procera* von 6,74 % gegenüber Gehalten dreier Herkunftse von *A. eupatoria* in Höhe von 3,1 bis 4,2 % vor. BUČKOVÁ u. a. (1971) stellten an Hand photospektrometrischer Absorptionskurven

⁴ RIMPLER u. a. (1999) vermuten, dass das auch auf das Enterotoxin aus pathogenen *Escherichia coli*-Stämmen zutrifft, welche häufige Erreger von Reisediarrhoe sind, und dem Cholera toxin strukturell und in der Wirkung sehr ähnlich ist.

⁵ als Wirkorte werden von WAGNER (1999) Enzyme zur Histaminfreisetzung oder des Arachidonsäurestoffwechsels vermutet

im UV-Lichtbereich Vergleiche an und schlossen daraus, dass die Gerbstoffzusammensetzung in den geprüften Odermennig-Arten ähnlich ist.

Für *Agrimonia eupatoria* liegen einige jüngere HPLC-gestützte analytische Untersuchungsbe-funde vor (CORREIA u. a. 2006, MØLLER u. a. 2009, KUBÍNOVÁ u. a. 2012, GRANICA u. a. 2013). MØLLER u. a. (2008) kalkulierten nach Ihren Untersuchungen für getrocknete *A. eupatoria*-Droge folgende Gehalte an Gerbstoff-aktiven Polyphenolen: 0,549 % Proanthocyanidine, 0,258 % Catechin, 0,164 % Epicatechin, 0,296 % Ellagsäure, 0,028 % Gallussäure. GRANICA u. a. (2013) bestimmten an Hand von mehreren *A. eupatoria*-Akzessionen eine größere Anzahl von Polyphenol-Hauptkomponenten (darunter die wesentlichen Flavone - Luteolin- und Api-genin-Glykoside -, Catechin und Catechinoligomere, das Gallus- bzw. Ellagsäure-Oligomer Agrimoniin sowie Phenylpropansäuren). Die Ergebnisse zeigen eine gewisse Variabilität. Für Catechin werden Gehaltsangaben (nach UV-Detektion) von 1,53-1,96 mg/g, für Procyanidin B3 (Catechin-Dimer) von 1,42-2,51mg/g, für Procyanidin(Catechin)-Trimer von 0,58-1,3 mg/g und für Agrimoniin von 2,63-5,39 mg/g gemacht (alles bezogen auf *A. eupatoria*-Kraut-Trocken-droge). Für *Agrimonia procera* liegen uns keine entsprechenden analytischen Untersuchungen vor. Lediglich bei KUBÍNOVÁ u. a. (2012) finden sich qualitative Angaben für einige Flavonoi-de.

Nach HEEGER (1956) gilt *Agrimonia eupatoria* züchterisch als „so gut wie noch nicht bearbei-tet“. Kulturen sind eher selten. Er weist auf eine Gruppensorte „Erfurter Spätblühender Oder-mennig“ vom Typ *Agrimonia odorata* hin. HEEGER beschreibt eine starke „Verhärtung“ der Scheinfrüchte⁶, die die Wasseraufnahme erschwert und empfiehlt eine Aussaat im Herbst bzw. ein Anritzen. Als Empfehlung für die Ernte des Krautes gilt nach HEEGER (1956) ein Zeitpunkt kurz vor oder während der Blütezeit. Als wesentliche Krankheitsbilder sind Rost sowie Echter und „Falscher“ Mehltau anzusehen.

Gerbstoffdrogen stehen seit einiger Zeit auch im Blickpunkt der Wirkstoff-Forschung in der Kosmetikindustrie. Präparate, welche Extrakte aus Schwarzem Tee enthalten, befinden sich bereits auf dem Markt.

2.2 Aspekte der Tiergesundheit (Schwein)

Durchfallerkrankungen führen bei Nutztieren zu erheblichen Leistungsminderungen, häufig auch zu Tierverlusten und sie verringern die Nährstoffausnutzung des dargebotenen Futters. Darüber hinaus erhöhen sie die Anfälligkeit gegenüber weiteren Infektionskrankheiten. Eine stärkere Gefährdung besteht stets in Zeiten von Futterumstellungen.

In der Schweinehaltung ist die Gefahr von Durchfallerkrankungen in besonderem Maße in der Phase nach dem Absetzen der Ferkel gegeben. Durch die abrupte Umstellung von Muttermilch auf ein Aufzuchtfutter sowie durch die plötzliche Trennung vom Muttertier, die Umstallung und Neugruppierung (Rangkämpfe) sind die Ferkel erheblichem physischen und psychischen Stress unterworfen, was zu Belastungen des Immunsystems führt. Im Darm kommt es zudem zu umfangreichen Umbauvorgängen und entzündlichen Reaktionen an der Mukosa mit der Folge, dass die Barrierefunktion des Epithels deutlich gestört ist (SPREEUWENBERG 2001). Überbelas-tungen der Verdauungskapazität und mangelnde Durchsäuerung führen zu vermehrtem Keim-wachstum, wobei ein großer Teil der bisherigen Mikrobiota zurückgedrängt und die Ansiedlung von Krankheitserregern erleichtert wird (SAVAGE 1977). Nach dem Absetzen besteht zudem

⁶ Es handelt sich botanisch nicht um eine Frucht, sondern um eine „Scheinfrucht“, da neben dem Fruchtknoten weitere Blütenbestandteile am Aufbau beteiligt sind. Die Scheinfrucht von *Agrimonia*-Arten enthält 1-2 Samen.

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 2006). Die Durchfälle gehen mit Verkürzung der Darmzotten und Vertiefung der Darmkrypten einher. Zudem wird die Reifung und Differenzierung des Darmes nachhaltig durch die Besiedlung mit bestimmten Mikroorganismen beeinflusst. Der überwiegende Teil aller Ferkeldurchfälle ist auf pathogene *E. coli* und deren massive Vermehrung im Dünndarm und 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 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.

Nicht erst seit dem Verbot leistungsfördernder Antibiotika in der Europäischen Union im Jahr 2006 wird nach alternativen Möglichkeiten gesucht. Nach HEINZE u. a. (2004) sind vor allem Säuren, Probiotika und Enzyme als Alternativen für antibiotische Leistungsförderer anzusehen.

In der Literatur wird eine Vielzahl von Möglichkeiten des Einsatzes funktioneller Pflanzenstoffe in diesem Bereich diskutiert: Die von JUGL-CHIZZOLA u. a. (2003) gegebene Übersicht unterscheidet Bitterstoffdrogen (appetitanregend, sekretionsfördernd), ätherische Öldrogen/Aromatika (sekretions-, motilitätsfördernd, antiinflammatorisch), Schleim- bzw. Quellstoffdrogen, Flavonoiddrogen (spasmolytisch, membranstabilisierend, antiinflammatorisch, antioxidativ) und Gerbstoffdrogen. Gerbstoffe halten die Autoren bezüglich ihrer Wirkung bei Durchfallerkrankungen für interessant. Als mögliche Quellen werden Eichenrinde, Frauenmantelkraut, Heidelbeerfrüchte, Odermennigkraut, Syzygiumrinde, Tormentillwurzelstock und Uzarawurzel genannt. Als weitere Übersichtsarbeiten sind zu nennen BLUM u. a. (2005), EHRLINGER (2007).

WESTENDARP (2006) diskutiert die Möglichkeiten eines Einsatzes von kondensierten und hydrolysierbaren Gerbstoffen in der Tierernährung unter den Aspekten bekannter pharmakologischer Wirkungen zur Behandlung von Durchfallerkrankungen bzw. von Entzündungen im Mund- und Rachenraum und verweist u. a. auf wurmabtötende Wirkungen von kondensierten Gerbstoffen. Auch könnten Studien mit Wiederkäuern zufolge denaturierende Eigenschaften von Gerbstoffen zu einer Verbesserung der Proteinaufnahme führen. Der Autor hält weitere Untersuchungen für erforderlich, da hohe Gerbstoffkonzentrationen einen Rückgang der Leis-

tungsfähigkeit bewirken können. Gerbstoffe führen bekanntermaßen in höheren Konzentrationen zur Hemmung proteolytischer Enzyme bzw. können zu Depressionen bei der Futteraufnahme führen und gelten gemeinhin als antinutritive Substanzen (vgl. auch ZENTEK u. a. 2007).

Die Verwendung phytogener Zusatzstoffe in der Tierernährung wird durch die EU-Verordnung Nr. 1831/2003 (Futtermittelzusatzstoff-Verordnung) geregelt. Es befindet sich eine Reihe von Produkten auf der Grundlage unterschiedlicher Kräutermischungen auf dem Markt. Übersichten geben FRANZ (2005), EHRLINGER (2007) und ANONYM (2008). Es dominieren solche, die ätherische Öle oder Drogen mit ätherischen Ölen enthalten. Einige Produkte enthalten auch Gerbstoffe (z. B. *Quercus robur*).

3 Zielstellungen

Das Vorhaben verfolgt die Zielstellung der Aufnahme einer Selektionszüchtung von Großem Odermennig mit Hinblick auf hohe und stabile Krauterträge bei gleichzeitig hohem Polyphenol- bzw. Gerbstoffgehalt, der Entwicklung eines Anbauverfahrens sowie der Nutzung der gerbstoffhaltigen Krautdroge als Futtermittelzusatzstoff zur Einschränkung von Durchfallerkrankungen bei Schweinen. Bakterielle Durchfallerkrankungen führen bei Ferkeln nach dem Absetzen zu erheblichen Leistungsminderungen und Tierverlusten, die die therapeutische Behandlung ganzer Tierbestände mit Antibiotika notwendig machen. Die betreffenden Untersuchungen können als Modell für andere monogastride Nutztiere dienen. Mit dem Vorhaben soll ein Beitrag zur Verringerung des Einsatzes von Antibiotika in der Tierhaltung und den damit verbundenen negativen Folgeerscheinungen geleistet werden.

Das Vorhaben zielt zunächst auf eine Umsetzung unter den Bedingungen des kontrollierten biologischen Landbaues. Es bestehen weitere Nutzungspotenziale für die gerbstoffhaltige Krautdroge.

4 Material und Methoden

4.1 Feldversuche

Die Feldversuche wurden im Zeitraum von 2010 bis 2013 auf Versuchsflächen von mittlerer und hoher Bodenbonität (diluviale und Löss-Lehmstandorte D5, Lö2, Lö1; 1S, 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. Die Mehrzahl der Feldversuche wurde auf langjährig biologisch-organisch bewirtschafteten Flächen (Lö2, kontrolliert biologischer Anbau - kbA), des Landwirtschaftsbetriebes Gert Horn in Zappendorf, westlich von Halle/S., durchgeführt. Ein Sortiment zur Prüfung von Wildakzessionen und ein konventioneller N-Düngungsversuch von *Agrimonia procera* wurden auf dem „Julius-Kühn-Versuchsfeld“ Halle (D5) sowie ein Aussaatvarianten-, ein Standraum- und ein weiterer N-Düngungsversuch wurden auf Flächen der Versuchsstation Etdorf (Lö1) der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg angelegt. Weiterhin wurde eine

Reihe von Isolierstellen für *Agrimonia procera* unterhalten, die eine größere Bandbreite von Standorttypen repräsentieren.

Auf allen Versuchsstandorten erfolgte eine Erfassung der wesentlichen meteorologischen Daten. So lagen auf dem Julius-Kühn-Feld Halle die Lufttemperaturmittelwerte und die Jahresniederschlagshöhe 2010 bei 8,4 °C und 761,0 mm, 2011 bei 10,5 °C und 491,7 mm bzw. 2012 bei 10,0 °C und 489,0 mm. Das erste Versuchsjahr muss als kühl und deutlich zu nass im Vergleich zum langjährigen Mittel charakterisiert werden. Während die beiden Folgejahre als warm und standorttypisch trocken beschrieben werden können.

Die Feldversuche zur Optimierung pflanzenbaulicher Faktoren wurden unter Verwendung ausgewählter Akzessionen (als AP01, AP02 und AP03 bezeichnet) als Exaktversuche in einfaktorieller Blockanlage mit 4 Wiederholungen, wenn möglich vollständig randomisiert, ins Feld gestellt. Die überwiegende Anzahl dieser Versuche wurde entsprechend dem Charakter von *Agrimonia procera* als ausdauernde Pflanze mehrjährig prüfgliedidentisch durchgeführt (hier über drei Erntejahre). Die Sortimente an Akzessionen mussten auf Grund der geringen verfügbaren Saatgutmengen ohne Wiederholung angelegt werden.

Bei den geprüften Akzessionen handelte es sich, mit Ausnahme weniger Zuchtmaterialien, um Wildherkünfte, im Wesentlichen aus Mittel-, West- und Nordeuropa. Neben *Agrimonia procera* enthielten die Sortimente auch eine Reihe von Vertretern von *A. eupatoria* sowie einige andere Arten dieser Gattung (*A. repens*, *A. pilosa*, *A. striata*) zum Vergleich.

Die Feldversuche wurden nach den Grundsätzen von WAGNER u. a. (2007) durchgeführt. Es werden alle technologischen Daten festgehalten. Neben den Bonituren und Erhebungen der Prüfmerkmale erfolgen phänologische und phytopathologische Kontrollen. Notwendige Saatgutprüfungen bzw. die Untersuchungen zu „Hartschaligkeit“ und Keimruhe wurden in Anlehnung an entsprechende ISTA-Vorschriften⁷ durchgeführt.

Die Aussaat der Feldversuche von *Agrimonia procera* wurde in der Regel als Spätherbstansaat mit Hinblick auf die erschwerte Wasseraufnahme der verhärteten Scheinfrüchte durchgeführt (der Aufgang setzt erst im darauf folgenden Frühjahr ein). Die Etablierung der *Agrimonia*-Sortimente an Akzessionen erfolgte nach Herbstansaat und Vorkultur in Pflanzpaletten (Töpfchengröße 6(Ø)x5 cm) unter Freilandbedingungen durch Pflanzung je nach Entwicklung im Frühjahr bis Frühsommer. Die Stickstoff-Düngung wurde auf konventionellen Flächen in Form von Kalkammonsalpeter (KAS) vorgenommen und in den einzelnen Jahren in Abhängigkeit vom pflanzenverfügbaren Stickstoff im Boden zu Vegetationsbeginn festgelegt. Die Stickstoffzuführung auf den biologisch-organisch bewirtschafteten Flächen wurde durch den Anbau von Perserklee zur Gründüngung und über die Zufuhr organischer Masse in Form von Presskuchen unterschiedlicher Ölfrüchte (nach Ermittlung des N-Gehaltes) gewährleistet. Die Pflege der Sortimente und der pflanzenbaulichen Versuche wurde mechanisch durchgeführt (Zwischenreihenfräse, Handhacke).

Die Grünmasseernte der Parzellen erfolgte von Hand unter Zuhilfenahme von Heckenscheren (bei kleinmaßstäbiger Produktion mit Einachstraktor und Frontmäher mit Doppelfingermähwerk). Notwendige Separationen von Blatt- und Stängelmaterial mussten ebenfalls manuell vorgenommen werden. Zu Ermittlung des Blatt-Stängel-Verhältnisses wurde 6 Trieben je Teilstück verwendet. Die Sortimente und pflanzenbauliche Versuche flankierende Probetrocknung für analytische Zwecke erfolgte in Trockenschränken bis 40°C sowie in Trockenräumen. Die Ermittlung des Wassergehaltes wurde mittels Trockenschrank (bei 103°C bis zur Massekonstanz) durchgeführt. Die in größerem Umfang zu werbenden Krautdroge wurde als Ganzpflanze auf Kaltbelüftungsflächen getrocknet.

⁷ ISTA=International Seed Testing Association, Internationale Vereinigung für Saatgutprüfung

Zur Untersuchung des Verhaltens von gemahlener Krautdroge (Schneidemühle, Sieb 1 mm) wurde ein Lagerversuch angelegt. Ziel war es dabei, den Einfluss des Lagerklimas auf den Gerbstoffgehalt und die Entwicklung der Keimzahl zu untersuchen.

Zur Saatgutgewinnung wurden üblicherweise Handerntten vorgenommen. Die gewonnene Rohware wurde soweit notwendig auf einer Kaltbelüftung nachgetrocknet. Die Aufbereitung erfolgte mit einem Labor-Saatenreifer (zur Entfernung der hakigen Stacheln der Scheinfrüchte) und Saatenreinigungsanlage vom Typ „Mini-Petkus“ (Windsichter, Sieb, Zellenausleser). Es wurde generell in geriebener Form ausgesät. Festgehalten sei, dass auch eine Mähdruschernte technisch problemlos möglich ist.

Es wurden einige weitere, teils flankierende Untersuchungen durchgeführt, deren Methoden hier nicht ausgeführt werden sollen, die aber bei der Darlegung der entsprechenden Ergebnisse angegeben sind.

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 unter Zuhilfenahme des multiplen bzw. Fisher t-Test. Ausgewählte Zusammenhänge wurden korrelationsanalytisch betrachtet.

4.2 Gerbstoffanalytik

Zur Bestimmung des Gerbstoffgehaltes der geernteten und luftgetrockneten Krautdroge wurde der „Hautpulvertest“ angewendet. Diese dem DAC (ANONYM 1986) bzw. der Vorschrift 2.814 zur Bestimmung des Gerbstoffgehaltes pflanzlicher Drogen (Europäisches Arzneibuch, 5. Ausgabe 2005, S. 278) entlehnte Methode gibt die Menge enthaltener Gerbstoffe wieder - als Differenz aus den photometrisch erfassten „Gesamtphenolen“ (Blaufärbung mittels Molybdat-Wolfram-Reagenz) und den nach Ausfällung der Gerbstoffe mittels Hautpulver durch Zweitmessung bestimmten nichtausgefällten phenolischen Verbindungen (Kalibration mit Pyrogallol).

Diese Methode ist bekanntermaßen in ihrer Reproduzierbarkeit bzw. Genauigkeit limitiert, sie gilt aber in der Pharmazie immer noch als „Methode der Wahl“ im Vergleich zu anderen indirekten, meist biologischen Verfahren. Echte Alternativen bestehen nur in „direkten“ quantitativen Analysemethoden für die einzelnen Gerbstoff-aktiven Komponenten. Die Methode ist andererseits sehr aufwendig. Aus Kapazitäts- und Kostengründen stand dementsprechend ein begrenzter Untersuchungsumfang in den einzelnen Jahren zur Verfügung. Es wurden möglichst viele Proben verschiedener Akzessionen analysiert. Bei den pflanzenbaulichen Versuchen wurden Mischproben für einzelnen Prüfglieder, jedoch nicht die einzelnen Wiederholungen untersucht. Die betreffenden Untersuchungen führte das Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der MLU durch.

4.3 Bestimmung der Keimzahl

Die Bestimmungen von Keimzahlen (aerobe Keime) erfolgten in Fremdleistung nach der Methode LFGB L 00.00-88 und flankierten pflanzenbauliche Versuche, Aufbereitungs- 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.

4.4 In-vitro-Untersuchungen zur antibakteriellen Aktivität

Die betreffenden Untersuchungen zur antibakteriellen Aktivität von *Agrimonia procera*-Kraut (AP03, Ernte 2011, Zappendorf) wurden in unserem Auftrag von der BioSolutions Halle GmbH durchgeführt. Getestet wurde gegenüber einer Kontrolle ein wässriger Auszug (Tee): 150 mg feingeschnittene Droge mit 150 ml kochendem Wasser übergossen und 5 min ziehen gelassen; entsprechend 1 mg/ml. Sie umfassten drei unterschiedliche Stämme von *Escherichia coli* (DSM 1103, DSM 6895, DSM 8703, gramnegativ) sowie je ein Stamm von *Salmonella enterica* ssp. *typhimurium* (gramnegativ) - als Vertreter von Darmpathogenen -, *Lactobacillus casei* (grampositiv) und *Pediococcus pentosaceus* (grampositiv) - die beiden letzten als typische Vertreter von Milchsäurebakterien. Es erfolgten Flüssigkultivierungen unter Verwendung entsprechender Nährmedien in Schüttelkolben bei 30 bzw. 37°C. Die Bestimmung des Bakterienwachstums bzw. der antibakteriellen Aktivität erfolgte durch optische Dichtemessung bei 600 nm.

4.5 Prüfung von *Agrimonia procera*-Herba als Futtermittelzusatz (Schwein) - In-vivo- und In-vitro-Untersuchungen - (Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der MLU)

Versuchsaufbau

In-vivo-Versuche

Im Rahmen des Vorhabens wurden im Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Versuchszentrum Merbitz vier Fütterungsversuche und ein „Teeversuch“ durchgeführt. Zum Einsatz kamen Ferkel der Kreuzung (DExDL)xPi, welche nach vier Wochen abgesetzt wurden. Die Tiere wurden abhängig vom Versuchsdesign aufgestellt (Anlage 13, Tabelle 1) und erhielten eine bedarfsgerechte Ferkelration (ANONYM 2006). Verfüttert wurde eine Standard-Futtermischung basierend auf Weizen, Gerste, Mais und Sojaextraktionsschrot, weitere Rationskomponenten waren Molkepulver, Weizengrießkleie, pflanzliches Fett, freie Aminosäuren, Mineralstoffe sowie Vitamine (Anlage 13, Tabelle 2). *Agrimonia procera* (AP) wurde abhängig vom Gerbstoffgehalt im Austausch zu Weizen dem Futter in der jeweiligen Konzentration beigemischt (äquivalent 10, 20 und 200 ppm Gerbstoff). Die Versuchsdauer betrug in den letzten drei Versuchen 6 und im ersten 5 Wochen. In den ersten 14 Tagen erhielten die Tiere ein Prestarter und in den restlichen 4 Wochen wurde ein Starterfutter vorgelegt. Futter- und Wasseraufnahme erfolgten ad libitum. Die Temperatur wurde von 28°C schrittweise auf 22°C herabgesenkt und die Luftfeuchtigkeit betrug 55-60%. Die Futteraufnahme und die Gewichte der Tiere wurden wöchentlich erfasst. Basierend auf diesen Daten konnten die durchschnittlichen Lebendmassezunahmen (LMZ), Futteraufnahmen (FA) und die Futtermittelverwertung (FV) berechnet werden.

Im Teeversuch wurden 60 Ferkel auf drei Gruppen zu je 10 Tieren pro Abteil (Gruppenflattedeck) verteilt. In den ersten zwei Wochen wurde den Ferkeln der beiden Behandlungsgruppen anstelle von Tränkwasser Tee (Teeaufguss 1 g bzw. 10 g AP/l Wasser) über eine Fülltränke (10 l) mit Tränkbecken angeboten. Das Prestarterfutter der Gruppen war identisch (Anlage 13, Tabelle 2) und die Haltungsbedingungen glichen den der Fütterungsversuche. Zum 15. Versuchstag wurde die Kottrockensubstanz der Tiere bestimmt und Blutproben genommen.

Die verwendete *Agrimonia procera*- Trockendroge kam in gemahlener Form (Schneidemühle, ≤ 1 mm zur Anwendung. Für die ersten drei Fütterungsversuche wurde Blattdroge von AP01 und für den vierten Fütterungsversuch sowie für den Teeversuch wurde AP03 - Ganzpflanze - verwendet. die Gerbstoffgehalte sind Anlage 13, Tabelle 1 zu entnehmen.

Bilanzperiode

Im dritten Versuch wurden am 28 Tag fünf männliche Tiere pro Gruppe in Bilanzkäfige überführt um die Stickstoffretention zu bestimmen. Während dieser Periode erhielten die Ferkel zweimal täglich eine bestimmte Menge an Futter (07:30/15:00). Nach einer Adaptionszeit von 24h wurden über einen Zeitraum von fünf Tagen die Kot- und Harnmengen quantitativ erfasst.

TROLOX® Äquivalent antioxidative Kapazität (TEAC)

Der TEAC-Wert wurde im Blutplasma der Tiere bestimmt. Die Messung basiert auf der Methodenbeschreibung von MILLER u. a. (1993), modifiziert durch WANG u. a. (2004.). Metmyoglobin induziert in Gegenwart von H_2O_2 und ABTS die Bildung des Radikalkations Diamoniumsalz 2,2'-Azino-di(3-ethylbenzthiazolin)-6-sulfonsäure(ABTS*). Die Konzentration des ABTS Radikals kann mit dem Plattenreader photometrisch gemessen werden. In Gegenwart von Antioxidantien wird diese Reaktion gehemmt. Als Referenzsubstanz dient Trolox, ein synthetisches, wasserlösliches Vitamin E-Analogon. Die antioxidative Kapazität der Proben wird in mmol/l Trolox-Äquivalenten (TAE) angegeben.

In-vitro-Versuche (Zellkultur)

Zunächst wurde ein Ethanolextrakt von *Agrimonia procera* (APE) hergestellt, hierfür wurden 200 mg an Probematerial in 1 ml Ethanol (99%, Roth, Karlsruhe, Deutschland) gelöst. Daraufhin wurde die Lösung 30 min bei 75°C in einem Schüttelwasserbad inkubiert und im Anschluss daran zentrifugiert, der Überstand abgenommen und bei -20°C gelagert.

Isolation der mononukleären Zellen aus dem peripheren Blutes (PBMC) von Ferkeln

Um den Effekt von APE auf die pro- bzw. antiinflammatorischen Zytokine zu untersuchen wurden PBMC von unbehandelten Ferkeln (ca. 18 kg) gewonnen. Durch Punktion der Halsvene wurde den Tieren Blut abgenommen und entsprechend der Herstelleranweisung auf Histo-paque®-1077 (Sigma-Aldrich, Steinheim, Deutschland) 1:1 geschichtet und 30 min bei Raumtemperatur zentrifugiert. Im Anschluss daran wurde die PBMC gewonnen, mit Phosphatgepufferter Salzlösung (PBS) gewaschen und in RPMI 1640 Nährmedium (Life Technologies, Darmstadt, Deutschland), ergänzt mit 5% hitzeinaktiviertes Kälberserum (Life Technologies, Darmstadt, Deutschland), resuspendiert.

Durchführung des Zellexperimentes

Die PBMC wurde in 24 Wellplatten (Greiner Bio-One, Frickenhausen, Deutschland) zu je 2 x 10⁶ ausgebracht und mit bzw. ohne 1 µg/ml Lipopolysaccharide (LPS, *Escherichia coli* 0127:B8, Sigma-Aldrich) zur Stimulation inkubiert. Im ersten Experiment wurden eine Konzentration von 0,1% APE geprüft und die Zellen für eine bzw. sechs Stunden bei 37°C und 5% CO₂ inkubiert. Im zweiten Experiment wurden die Konzentrationen 0,05-0,2% APE unter den gleichen Konditionen über einen Zeitraum von 20 Stunden geprüft. Nach den Behandlungen wurden die PBMC separiert und für die Bestimmung der relativen mRNA Konzentrationen der proinflammatorischen Zytokine Tumornekrosefaktor- α (TNF- α) und Interleukin-1 β (IL-1 β) sowie des antiinflammatorischen Zytokins Interleukin-10 (IL-10) mittels RT-PCR genutzt. Der Zellüberstand wurde bei 13.000 x g für 5 min zentrifugiert und bei -20°C für die ELISA Untersuchung aufbewahrt.

Real-Time PCR

Für die RNA-Isolierung der PBMC nutzte man peqGOLD Trifast™ (Peqlab, Erlangen, Deutschland) entsprechend den Herstellerangaben. Die RNA-Konzentration wurde mittels optischen Dichten-Messung am Plattenreader (SpectraFluor; Tecan, Crailsheim, Deutschland) bei

einer Wellenlänge von 260/280 nm ermittelt. Für die cDNA Synthese nutzte man 0,4 µg RNA, M-MuLV Reverse Transcriptase (MBI Fermentas, St Leon-Rot, Deutschland) und oligo dT18-Primer (Operon Biotechnologies, Cologne, Deutschland). Die mRNA Expression wurden mittels Rotorgensystem 6000 (Corbett Research, Mortlake, Australien) bestimmt. Für die Real-Time PCR nutzte man 1,25 U GoTaq Flexi DNA Polymerase (Promega, Mannheim, Deutschland), 500 µM dNTP (Ares Bioscience, Cologne, Deutschland), SYBR®Green I (Sigma, Taufkirchen, Deutschland) und 26,7 pmol von dem spezifischen Primerpaar (Operon Biotechnologies). Die Berechnung der relativen mRNA Konzentration erfolgte nach der Methode von PFAFFL (2001) und unter Zuhilfenahme der Haushaltsgene welche der Anlage 13, Tabelle 3 zu entnehmen sind.

Messung der TNF-α Konzentration im Zellüberstand

Die Messung der Konzentration von TNF-α im Überstand der Zellkultur erfolgte unter der Nutzung eines TNF-α ELISA Kits (R&D Systems, Abigdon, UK). Die Messung wurde entsprechend der Herstellerangaben durchgeführt. Die optische Dichte wurde bei einer Wellenlänge von 450 nm am Plattenreader (SpectraFluor; Tecan, Crailsheim, Deutschland) ermittelt und die TNF-α Konzentrationen mit Hilfe von Standards quantifiziert.

Analyse des Rohproteingehaltes und der Trockenmasse

Die Stickstoffbestimmungen des Probematerials (Futter, Kot, Harn) wurden unter der Verwendung des Kjeltec TM 2300 von FOSS, durchgeführt. Die Trockenmasse der Proben wurde durch die Trocknung bei 103°C über einen Zeitraum von 4 Stunden ermittelt.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels einfaktorieller Varianzanalyse (Minitab, Version 13, State College, PA, USA). Bei signifikanten F-Werten in der Varianzanalyse wurden die Gruppenmittel mittels Fisher-Test verglichen. Beim Vergleich von zwei Gruppen wurde der Studenten t-Test genutzt. Als Signifikanzgrenze wurde dabei eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% zugrunde gelegt ($P < 0,05$).

5 Ergebnisse und Diskussion

5.1 Determination von Wildakzessionen/Selektionszüchtung

In den Berichtsjahren wurden insgesamt 4 „Sortimente“ mit europäischen Akzessionen von Odermennig-Arten auf den Versuchsstandorten „Julius-Kühn-Versuchsfeld“ Halle und in Zapendorf („Versuchsfeld“) als Grundlage für die Aufnahme einer Selektionszüchtung angelegt. In die Prüfungen wurden bisher insgesamt 102 Akzessionen von *Agrimonia procera* und 47 von *Agrimonia eupatoria* sowie 6 Vertreter anderer *Agrimonia*-Arten einbezogen. Ausgewählte Akzessionen befinden sich mit Standardfunktion in allen Sortimenten (AP01, AP03).

Wesentliche gewonnene Ergebnisse sollen hier exemplarisch an Hand des Erntejahres 2012 des auf dem „Julius-Kühn-Versuchsfeld“ Halle 2010 angelegten *Agrimonia*-Sortimentes dargestellt und diskutiert werden (s. Anlage 1). Das Sortiment umfasste 46 *Agrimonia procera*-, 15 *A. eupatoria*-, drei *A. repens*-, zwei *A. pilosa*-Akzessionen. Die anderen *Agrimonia*-Arten, neben dem eigentlichen Untersuchungsobjekt *A. procera*, wurden zu Vergleichszwecken einbezogen. Die nachfolgende Diskussion der Ergebnisse soll hauptsächlich dem Großen Odermennig vorbehalten bleiben.

Die Wuchsleistungen von *Agrimonia procera* weisen eine ausgeprägte Variabilität auf, wie sich bereits bei den Messungen der Wuchshöhe am 11.5. und 7.6.2012 zeigt. Diese bewegen sich bei *A. procera* am 7.6. im Bereich von 45-98 cm. Die Pflanzenlängen zur Ernte liegen in einem entsprechenden Bereich zwischen 108 und 183 cm. Der Stamm AP03 zeigt sich hier mit 183 cm als herausragend. Festzuhalten ist auch, dass sich AP03 darüber hinaus noch in der Belüftung von den meisten Akzessionen unterscheidet. Der Blatthorizont im Verhältnis zur Gesamtlänge reicht höher. Die beiden anderen für pflanzenbauliche Versuche ausgewählten Akzessionen AP01 und AP02 zeigen sich mit 128 cm und 120 cm Pflanzenlänge von geringerer Wüchsigkeit. In Bezug auf AP02 hat sich dies auch auf besseren Standorten bestätigt. AP01 hingegen zeigt sich auf höherwertigen Standorten deutlich wüchsiger. In den Untersuchungsjahren lagen die Wuchsleistungen von *A. procera* allgemein auf dem mittleren D-Standort (lehmgiger Sand, Ackerzahl 54) unter denen des Löss-Lehm-Standortes in Zappendorf zurück. Dies galt insbesondere für das Jahr 2011, mit ausgeprägter Trockenheit im April und Mai.

Das Sortiment auf dem Kühnfeld Halle wies im Gegensatz zu den Sortimenten in Zappendorf kaum eine Entwicklung von Falschem Mehltau (*Peronospora agrimoniae*) auf, was wohl auf den Standorteinfluss bzw. das entsprechende Mikroklima zurückzuführen ist. 2012 zeigte *A. procera* auf dem Kühnfeld Halle keinen Befall durch Falschen Mehltau (im Gegensatz zu *A. eupatoria*). Auch ein Rostpilz (*Pucciniastrum agrimoniae*) kommt auf *Agrimonia*-Arten vor. Dieser trat aber hier nur an Akzessionen von Kleinem Odermennig auf (nicht dargestellt). Stark ausgeprägt war hingegen im Sortiment der Echte Mehltau (*Podosphaera aphanis*) mit frühem Befall bei *A. procera* und *A. eupatoria*. Am 11.7.2012 bewegten sich die Boniturwerte (1-9; 1-fehlend, 9 sehr stark/maximal ausgeprägt) in einem Bereich von 2 bis 9. Wie auch bei den vorherigen Bonituren zeigt sich eine stark ausgeprägte Differenzierung in der Anfälligkeit gegenüber dieser Blattkrankheit, wobei auch gewisse Bestandeseinflüsse nicht auszuschließen sind. AP01 und AP02 weisen eine mittlere bis höhere Anfälligkeit (Boniturwerte am 11.7. von 6 und 7) auf. AP03 zeigte sich mit Note 5 am 11.7.2012 weniger prädisponiert (was sich mit den Erhebungen früherer Jahre und in den weiteren Sortimenten deckt). Festgehalten sei auch, dass sich *Agrimonia pilosa* und *A. repens* als nur wenig anfällig gegenüber Echtem Mehltau sowie auch gegenüber Falschem Mehltau erwiesen. Wohl aber besteht eine Anfälligkeit gegenüber Rost. *A. repens* hat eine auffällig glänzende (wohl stark cutinisierte) Blattoberfläche. Blattkrankheiten stellen nicht nur ertragsbegrenzende Faktoren dar, sie beeinflussen auch in starkem Maß die Qualität des Erntegutes. Auf nekrotisiertem Gewebe können sich zudem weitere Mikroorganismen (u. U. Toxinbildner) ansiedeln.

Stark ausgeprägt sind auch die Unterschiede im Einsetzen der generativen Entwicklung bei *A. procera*, wie sich an den Terminen des Blühbeginns (vom 4.6. bis 2.7.2012) und für die Ernte ableiten lässt. AP02 ist als früh, AP01 als mittel-früh und AP03 als mittel-spät einzuordnen.

Geerntet wurden etwa zur Hauptblüte jeweils soweit möglich 6 mittlere Pflanzen je Akzession, um Rand- bzw. Nachbarschaftseffekte weitgehend einzuschränken. Die Trockensubstanzgehalte (TS) liegen zu diesem Zeitpunkt bei etwa 30 %. Die Rohwareerträge bzw. -massen schwanken erwartungsgemäß sehr stark. Die Trockenmassen (TM) je Pflanze zeigen eine entsprechend hohe Variabilität und bewegen sich in einem Bereich von 164 bis 446 g bei *Agrimonia procera*. Die mit Abstand höchsten Werte wurden von S51 und AP03 mit 446 bzw. 428 g erreicht. Anzumerken ist, dass bei S51, die nur eine Wuchshöhe von 143 cm aufweist, erhebliche Randeffekte zum Tragen gekommen sind und dieses Ergebnis entsprechend zu relativieren ist. AP01 und AP02 lieferten Trockenmasserträge je Pflanze von 196 und 201 g. Sie liegen damit im unteren Bereich vom Sortiment. Festgehalten werden muss, dass AP03 auch in den Sortimenten am Standort Zappendorf im Spitzenbereich zu finden war.

Die Triebzahl je Pflanze weist bei *A. procera* mit 4 bis 16,2 ebenfalls eine sehr starke Differenzierung auf. AP01 und AP02 befinden sich im Mittelfeld, während hier ebenfalls AP03 den Spitzenplatz einnimmt, was neben der Wuchshöhe auch den sehr hohen Ertrag erklärt.

Die Ergebnisse der Polyphenol- bzw. Gerbstoffanalytik an Blättern lassen bei *Agrimonia procera*, wie die übrigen Merkmale auch, eine hohe Variabilität erkennen: die Gesamt-Polyphenolgehalte differieren in einem Bereich von 4,3 bis 7,1%, die der Gerbstoffgehalte von 3,0 bis 5,7% (jeweils bezogen auf die Trockensubstanz). Spitzenreiter ist die Akzession S1. Diese Akzession stellte sich allerdings als inhomogen dar (neben anderen Nachteilen wie Wüchsigkeit, Krankheitsanfälligkeit). Angemerkt sei an dieser Stelle, dass die überwiegende Mehrheit der Akzessionen ein homogenes Erscheinungsbild zeigte. Es sind bei S1 Nachuntersuchungen an Nachkommenschaften aus isoliertem Anbau erforderlich. Hohe Gehalte mit Werten über 6% Polyphenol und 5% Gerbstoff liegen noch bei S8, S27 und S68 vor. AP01, AP02 und AP03 weisen mittlere Werte auf. Jedoch ist anzumerken, dass AP03 in den weiteren Sortimenten obere Plätze einnahm. Festzuhalten ist ebenfalls, dass der Gerbstoffgehalt („Gerbstoff“ als gerbstoffaktiver Anteil der gesamten Polyphenole) und der Gesamt-Polyphenolgehalt bei *Agrimonia procera* sehr eng korrelieren (Korrelationskoeffizient: 0,985).

Nicht unerwähnt bleiben soll, dass *Agrimonia repens* und besonders die in Asien offizinelle *A. pilosa*, wie *A. eupatoria*, deutlich weniger wüchsig sind als *A. procera* und nach den vorliegenden Ergebnissen wohl auch geringere Polyphenol- bzw. Gerbstoffgehalte aufweisen. Anzumerken ist, dass der relativ hohe Einzelpflanzenenertrag bei *A. repens* (S53) durch ausgeprägte Randeffekte bei nur 2 geernteten Pflanzen beeinflusst ist.

Wir führten bei den Sortimenten auch Untersuchungen zum Blatt/Stängel-Verhältnis der Akzessionen durch. Wir verzichteten aber hier auf entsprechende Darstellungen, weil die Ergebnisse bei den Standardakzessionen der Sortimente widersprüchlich ausfielen und wir davon ausgehen müssen, dass der mögliche Stichprobenumfang nicht ausreichend war.

Ein Vergleich zwischen den Sortimenten auf den unterschiedlichen Standorten Julius-Kühn-Feld Halle und Zappendorf sowie der Ergebnisse pflanzenbaulicher Feldversuche (siehe unten) auf beiden Standorten zeigt, dass lehmige Sand-Standorte (D5, AZ 50-60), wie sie auf dem Kühnfeld Halle vorliegen (insbesondere mit limitierter Wasserversorgung im „Mitteldeutschen Trockengebiet“), wohl als Grenzstandorte für einen Anbau von *Agrimonia procera* angesehen werden müssen. Die Wuchs- und Ertragsleistungen sind auf den Löss-Lehm-Standorten (Lö2 sL, L, AZ 85) in Zappendorf wesentlich höher und stabiler. Für einen künftigen Anbau sind somit besser Lehm- (L, sL) Standorte, nach Möglichkeit Löss-Böden mit einer Ackerzahl von ≥ 80 zu fordern.

Neben den Sortimenten werden von uns zahlreiche Isolierstellen unterhalten, die der vegetativen Erhaltung, der Saatguterzeugung respektive Vorvermehrung, insbesondere von Akzessionen, die in den Sortimenten herausgehobene Leistungen zeigten, dienen. Vorvermehrungen sind auch erforderlich für exaktfeldversuchsmäßige Prüfungen von Favoriten, die aber im Rahmen dieses Vorhabens noch nicht durchgeführt werden konnten, weil Evaluierungen im Rahmen der Sortimente nicht abgeschlossen sind sowie auch wegen des notwendigen Reproduktionszyklus.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass *Agrimonia procera* eine sehr stark ausgeprägte Variabilität aufweist. Neben den hier besprochenen Merkmalen bestehen Differenzierungen bei weiteren, auch bestimmungsrelevanten Eigenschaften. Festzuhalten ist ebenfalls, dass nach dem derzeitigen Kenntnisstand AP03 eine Favoritenrolle mit Hinblick auf die außergewöhnliche Wuchs- und Ertragsleistung bei mittlerem bis hohem Gerbstoffgehalt und relativ geringer Anfälligkeit gegenüber Blattkrankheiten zukommt. Nicht unerwähnt soll auch die offensichtliche Toleranz des Stammes gegenüber geringerwertigen Standorten bleiben.

5.2 Pflanzenbau

5.2.1 Untersuchungen zur Brechung von Hartschaligkeit/Keimruhe

Es erfolgten über die gesamte Projektlaufzeit einige Reihen von Untersuchungen mit dem Ziel, die Keimung von *Agrimonia procera* zu beschleunigen. Diese sollen hier aus Übersichtsgründen nicht im Einzelnen dargestellt werden. Ein Ansatz dabei war den Wasserezutritt durch das derbe Perikarp oder über die Kelchrosette der Scheinfrucht und damit die Quellung der darin befindlichen 1-2 Samen zu verbessern. Weiterhin bestand die Frage, ob neben der „Hartschaligkeit“ möglicherweise noch eine Keimruhe vorliegt.

Nach diversen Vorversuchen, durch mechanisches Reiben oder Ritzen des Perikarps die Wasseraufnahme bzw. die Keimung zu befördern, was nur zu geringen graduellen Effekten bei der Prüfung der Laborkeimfähigkeit (Faltenfilterpapier) führte, erfolgten Keimungsprüfungen mit freigelegten Samen (durch großflächiges Öffnen vorzugsweise im Bereich der Kelchrosette), um eine ungehinderte Wasseraufnahme zu ermöglichen. Es zeigten sich wesentlich höhere Keimungsraten bei den freigelegten Samen (24 und 38%) im Vergleich zu den Kontrollproben (ungerieben 2%, gerieben 12%), was die vermutete eingeschränkte Wasseraufnahme bestätigt („Hartschaligkeit“). Die freigelegten Samen neigten allerdings stark zur Verpilzung, was wohl auch erklärt, dass keine höheren Raten erreicht wurden. Die Methode ist sehr aufwendig, auch sind mechanische Verletzungen der empfindlichen Samen nicht auszuschließen. Als Prüfmethode zur Bestimmung der Laborkeimfähigkeit ist diese Vorgehensweise ungeeignet.

Daneben erfolgten verschiedene Untersuchungen an frischerntigem Material zur Frage nach einer möglichen Keimruhe. Hierzu wurde unter anderem der Einfluss von Licht, Vorkühlung, Wärmebehandlungen, Kohlepapier, pulverisierte Holzkohle sowie „Smoke Primer Papers“-Lösung (B & T World Seeds, Frankreich) getestet. Positive Effekte konnten dabei durch Licht, Vorkühlung und die Kohle-gebundenen Varianten erzielt werden. Es ist somit davon auszugehen, dass bei *Agrimonia procera* auch Keimruhe vorliegt.

Zur Prüfung der Laborkeimfähigkeit empfiehlt sich damit Kohlepapier-Faltenfilter. Die Scheinfrüchte sollten in geriebener Form (wie sie auch für die Aussaat Verwendung finden) eingelegt werden. Die Proben sollten nach Vorkühlung (5 °C, 10-14 Tage) bei Raumtemperatur unter Tageslichteinfluss aufgestellt werden. Die Methode lässt allerdings nur eine gewisse Einschätzung des Keimungspotenziales zu.

5.2.2 Prüfung von Herbst- bzw. Frühjahrsansaat und Pflanzung („Aussaatvariantenversuch“)

Im Jahr 2010 wurde in der Universitätsversuchsstation Etzdorf ein Versuch zum Vergleich von Spätherbst- bzw. Frühjahrsansaat und Pflanzung zur Beerntung 2011 ins Feld gestellt (Stamm AP02, r=4). Das verwendete Saatgut kam in geriebener Form nach Wind- und Siebsortierung zum Einsatz und wies ein Tausendkornmasse (TKM) von 45,4 g auf. Die Laborkeimfähigkeit konnte nicht bestimmt werden. Zur Feldaussaat gelangten 12,7 kg/ha, entsprechend 28 Scheinfrüchte (Körner)/m². Die Herbstansaat erfolgte nach Vegetationsschluss und die Frühjahrsansaat - so zeitig wie möglich - im März 2010. Die Vorkultur für die Pflanzung erfolgte in Pflanzpaletten unter Freilandbedingungen nach Ansaat im Spätherbst (2 Körner/Topf). Die Pflanzung war auf Grund des zögerlichen Aufganges erst am 25.6.2010 möglich. Bereits im Etablierungsjahr ließ sich feststellen, dass die Herbstansaat wesentlich günstiger in Bezug auf Feldaufgang und Pflanzenentwicklung zu bewerten ist als die Frühjahrsansaat. Die Zählung am 23.7.2010 ergab 10,8 Pflanzen/m² nach Herbstansaat gegenüber 4,3 Pflanzen/m² nach Frühjahrsansaat -

mit einer sehr ungleichmäßigen Pflanzenverteilung. Die Pflanzung erlaubt zwar die Etablierung weitgehend gleichmäßiger Bestände (5,3 Pflanzen/m² am 23.7.2010), die Pflanzenentwicklung war aber den Ansaatvarianten unterlegen.

Erwartungsgemäß zeigte sich eine hohe und hochsignifikante Überlegenheit im Trockenmasse- und Blattertrag zugunsten der Direktsaat im Herbst (s. Anlage 2). Dem Trockenmasseertrag von 56,7 dt/ha nach Herbstsaat stehen 33,6 dt/ nach Frühlingsaatsaat und 40,3 dt/ha nach Pflanzung gegenüber. Allerdings liegt eine Differenzierung im Polyphenol- und Gerbstoffgehalt zugunsten der Pflanzung und der Frühlingsaatsaat vor. Deutliche analoge Unterschiede mit Vorteil für die Herbstsaat bestanden neben der Pflanzenzahl auch in der Triebzahl je Flächeneinheit sowie in der Wuchshöhe im Etablierungs- und Erntejahr. Bei der Triebzahl je Staude waren allerdings die Frühlingsaatsaat und die Pflanzung überlegen. Es handelt sich dabei um ein Kompensationsverhalten, das der geringeren Pflanzendichte geschuldet ist. Das Verhältnis von Blatt- zu Stängelanteil beim Erntegut war nur wenig beeinflusst. Es konnten nur geringfügige Unterschiede zwischen den Varianten im Befall durch Echten und Falschen Mehltau beobachtet werden.

Die Herbstsaat zum Vegetationsschluss erscheint uns auf Grund ihrer deutlichen Überlegenheit im Etablierungserfolg gegenüber der Frühlingsaatsaat als alternativlos. Angemerkt sei, dass nach unseren Erfahrungen Pflanzungen generell (unabhängig von Pflanztermin und -bedingungen) Direktsaatsaaten in der Pflanzenentwicklung unterlegen sind, was wohl mit der Wurzelentwicklung zusammenhängt.

Festzuhalten ist auch, dass der Stamm AP02 mit einer Pflanzenlänge zur Ernte von nur 96 cm im Versuchsmittel auf dem hochwertigen Löss-Lehm-Standort (AZ 93) als wenig wüchsig und von unzureichendem Ertragspotenzial (vgl. TM-Ertrag Versuchsmittel 40,3 bzw. 56,7 dt/ha nach Herbstsaat) anzusehen ist.

5.2.3 Einfluss von Schnittmaßnahmen im Ansaatjahr („Schnittversuch“)

Auf unseren Versuchsflächen in Zappendorf (kbA) wurde im Etablierungsjahr (2010) ein Feldversuch mit *Agrimonia procera* (Stamm AP03) in zwei Stufen (r=4) angelegt, in dem der Einfluss von Schnittmaßnahmen (bei einsetzender generativer Entwicklung) auf die Ertragsbildung im ersten Nutzungsjahr 2011 untersucht werden sollte. Der Versuch umfasst neben der Kontrollvariante (ungeschnitten) eine Schnittvariante, bei der durch wiederholtes manuelles Schneiden (in der Regel wöchentlich) die generative Entwicklung verhindert werden sollte. Der vegetative Blattapparat wurde dabei geschont. Es bestand die Hoffnung, dass die Pflanzen durch die Einschränkung der generativen Entwicklung mehr Reservestoffe in die Wurzel einlagern. Die Ergebnisse sind in Anlage 3 zusammengestellt.

Die Erträge zeigen keine wesentliche Differenzierung bei tendenzieller Überlegenheit der ungeschnittenen Variante (s. insbesondere im Blattertrag). Ebenfalls im Wesentlichen unterschiedslos zeigen sich die Triebzahlen je Staude bzw. je Flächeneinheit (auch mit leichtem Vorteil für die ungeschnittene Variante) und die Wuchsleistung sowie der Gerbstoffgehalt. Zu beobachten war, dass die Schnittmaßnahmen die Anlage neuer Blüentriebe an den oberen Blattachsen induzierten. Es waren keine Unterschiede im Befall durch Blattkrankheiten zu beobachten.

Es können somit keine förderlichen Wirkungen von Schnittmaßnahmen im Etablierungsjahr auf die Ertragsbildung im ersten Erntejahr festgestellt werden.

5.2.4 Optimierung der Reihenentfernung („Reihenentfernungsversuch“)

Die pflanzenbaulichen Versuche wurden überwiegend über drei Erntejahre (2010-2012) geführt und ausgewertet, so wie dieser auch. Die Ergebnisse der Feldbonituren und der Ertragsermittlungen (einschließlich der wichtigsten technologischen Daten) des auf dem Versuchsfeld Zapfendorf (kbA) angelegten Versuches (Stamm AP01, 2 Stufen: Reihenentfernung 37,5 und 75 cm, r=4) sollen an Hand des zweiten Erntejahres 2011 dargestellt werden (s. Anlage 4).

Das Wachstum und die Bestandesentwicklung beider Varianten wiesen erwartungsgemäß Unterschiede auf, die sich auch in der Pflanzenlänge zur Ernte, mit 158 cm zugunsten des engen Reihenabstandes gegenüber 153 cm beim weiten Reihenabstand, zeigten. Bei den Blattkrankheiten konnten 2011 keine wesentlichen Unterschiede beobachtet werden. Es ist festzuhalten, dass der Echte Mehltau im Jahr 2011 ein erhebliches Schadausmaß (im Unterschied zu den Erntejahren 2010 und 2012) angenommen hat. Daneben trat auch Falscher Mehltau und Rost auf. Wesentliche Unterschiede zeigten sich in der Anzahl der Triebe je Flächeneinheit bzw. je Staude bei einer Differenzierung der Staudenanzahl je m² von 11,2 (eng) gegenüber 5,1 (weit). Die weitreihige Variante weist zwar mit 8,9 gegenüber 7,0 eine höhere Anzahl Triebe je Staude auf, liegt aber im Vergleich der Triebzahlen je Flächeneinheit mit 45,4 gegenüber 77,6 wesentlich zurück. Beim Reihenabstand von 75 cm wurde bis zur Ernte kein Bestandesschluss erreicht, der hingegen bei 37,5 cm bereits am 25.5.2011 festgestellt werden konnte. Ein gewisser Unterschied bestand wohl auch vor diesem Hintergrund im Lagerverhalten zugunsten der engreihigen Variante.

Wie auch in den Erntejahren 2010 und 2012 fiel der Trockenmasseertrag 2011 bei der größeren Reihenweite signifikant niedriger aus (85,0 gegenüber 101,5 dt/ha). Es ist ein Abfallen der Erträge mit den Erntejahren zu verzeichnen (Trockenmasseertrag Versuchsmittel 2010: 101,8 dt/ha, 2011: 93,2 dt/ha und 2012: 84,8). Das Blatt-Stängel-Verhältnis weist 2011, wie auch in den beiden anderen Erntejahren keinen wesentlichen Unterschied auf. Im Gerbstoffgehalt zeigt sich eine gewisse Differenz zugunsten des weiten Reihenabstandes. Die Untersuchungen der Keimzahlen wiesen keine wesentlichen Unterschiede auf.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Reihenabstand von 75 cm zu hoch bemessen ist. Andererseits ist ein Reihenabstand von 37,5 cm für Pflegemaßnahmen wie Maschinenhacke oder Zwischenreihenfräse unter Praxisbedingungen zu gering, da der Durchmesser der Stauden bei mehrjähriger Nutzung deutlich zunimmt. Ein Reihenabstand von 50 cm erscheint, auch unter Berücksichtigung der Erfahrungen bei den übrigen pflanzenbaulichen Versuchen optimal.

5.2.5 Optimierung des Standraumes („Standraumversuch“)

Zur Optimierung des Standraumes wurde in der Station Etzdorf der MLU gegen Ende der Vegetation 2010 ein Feldversuch mit dem Stamm AP02 angelegt, bei dem durch manuelle Standraumzumessung im ersten Vegetationsjahr (2011) in Form einer randomisierten Blockanlage (r=4) bei gleichem Reihenabstand (50 cm) der Einfluss unterschiedlicher Bestandesdichten auf die Ertragsentwicklung von *Agrimonia procera* untersucht werden sollte. Die Ergebnisse des im Jahr 2012 einmalig beernteten Versuches sind in Anlage 5 zusammengefasst. Vorausgeschickt sei, dass wir zum Zeitpunkt der Anlage noch nicht wussten, dass AP02 so deutlich in der Wüchsigkeit und im Ertragsvermögen gegenüber der anderen vorausgewählten Akzession AP01 abfällt, was uns 2012 auch dazu veranlasste, den Versuch nicht weiterzuführen.

Zur Ansaat gelangte 2010 Saatgut von einem einjährigen Isolieranbau mit spät entwickelten Scheinfrüchten, das nach Reibung und Sieb- bzw. Windsortierung zwar von einem gewissen Anteil „Untersortierung“ befreit werden konnte, aber doch als risikobehaftet bezüglich des Feldaufganges galt (Untersuchungen zur Laborkeimfähigkeit brachten keine befriedigenden Ergebnisse, Scheinfrüchte enthielten überwiegend nur einen ausgebildeten Samen). Aus diesem Grund wurde eine sehr hohe Saatmenge von 47,7 kg/ha, entsprechend 99 Scheinfrüchte/m² gewählt. Der Feldaufgang war unerwartet hoch (vgl. ESt 1 „wie gedrillt“ am 19.5.2011 im Mittel 75,3 Pflanzen/m²). Die manuelle Standraumzumessung erfolgte Mitte Mai 2011. Geplant waren neben der Variante ohne Standraumzumessung -„wie gedrillt“- die Stufen 4, 8, 12 und 16 Pflanzen/m². Ein relativ starker Drahtwurmbefall auf der betreffenden Ackerfläche erschwerte unser Vorhaben bzw. es waren mehrfach Nachpflanzungen erforderlich, wobei diese eine deutlich ungünstigere Entwicklung nahmen. Die entsprechende Bestandesdynamik ist in der Anlage dargestellt. Die zugemessenen Stufen bewegen sich dicht an den Zielvorgaben. Bei der Variante „wie gedrillt“ führte dies zu einer Anzahl von 28,9/m² ertragswirksamen Stauden.

Die Wuchshöhe am 6.6.2012 sowie die Pflanzenlänge kurz vor der Ernte zeigen eine deutlich sichtbare Abhängigkeit von der Bestandesdichte; je geringen der Standraum, desto stärker der Zwang für die Pflanzen in die Höhe zu wachsen. Die Differenzierung der Pflanzenlänge vor der Ernte zwischen 86 cm bei 4 und 109 cm bei 16 Pflanzen/m² und „wie gedrillt“ fällt hoch aus. Festzuhalten ist auch, dass auf Grund der geringen Wüchsigkeit der Akzession nur von der Variante ohne Standraumzumessung ein Bestandesschluss erreicht werden konnte. Falscher und Echter Mehltau zeigten unter diesen Bedingungen keine Abhängigkeit von der Bestandesdichte, wohl aber Rost. Sehr große Unterschiede bestehen erwartungsgemäß bei der Anzahl der Triebe je Flächeneinheit - zwischen 32,4 und 85,6/m² bei 4 Pflanzen/m² gegenüber unbeeinflusst - sowie auch bei der Triebzahl je Staude, im Bereich von entsprechend 7,5 und 3,0. Bei geringer Dichte entwickeln die Pflanzen naturgemäß eine größere Anzahl von Trieben, eine hinreichende Kompensation wurde aber bei keinem der zugemessenen Standräume erreicht. Die unbeeinflusste Variante zeigte einen geringfügig späteren Blühbeginn. Die Trockensubstanzgehalte der Erntefrischmasse wiesen nur geringfügige Unterschiede auf. Der Trockenmasseertrag zeigt eine ausgeprägte Differenzierung in Abhängigkeit von der Bestandesdichte. Bei den Varianten mit Standraumzumessung bewegt sich dieser zwischen 44,4 bei 4 Pflanzen/m² und 66,1 dt/ha bei 16 Pflanzen/m², gegenüber 75,1 dt/ha bei der Variante ohne Zumessung (Bestandesdichte von 28,9 Pflanzen/m²). Insgesamt ist abzuleiten, dass die gewählten Varianten bei der Standraumzumessung nicht dem Habitus bzw. der Wüchsigkeit des genutzten *Agrimonia procera*- Genotypes entsprechen. Unter Berücksichtigung dessen hätte der Bereich in Richtung höherer Bestandesdichten verschoben werden müssen. Das Versuchsmittel beim Trockenmasseertrag liegt bei 59,2 dt/ha, ein gemessen an Erträgen von AP01 und AP03 im ersten Erntejahr unter ähnlichen Standortbedingungen unzureichender Ertrag der gewählten Akzession AP02. Auf Gerbstoffanalytik und die Bestimmung der Keimzahlen wurde bei diesem Versuch verzichtet.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die in diesem Versuch erzielten Resultate eine starke Abhängigkeit des Ertrages von der Bestandesdichte zeigen, aber auf Grund der untypisch geringen Wuchsleistung der gewählten Akzession AP02 keine konkrete Ableitung eines optimalen Bereiches für bessere Standorte möglich ist. Unter Einbeziehung unserer Erfahrungen mit wüchsigen wesentlich ertragreicheren Genotypen im Rahmen von pflanzenbaulichen Versuchen unter vergleichbaren Standortbedingungen lässt sich aber einschätzen, dass wohl ein Bereich von 12-16 ertragswirksame Pflanzen für *Agrimonia procera* anzustreben ist.

5.2.6 Optimierung der Pflege („Pflegeversuch“)

Die Untersuchungen am Feldversuch zur Optimierung der mechanischen Pflege (Stamm AP01, 3 Stufen unterschiedlicher Pflegeintensität, $r=4$) erfolgten, wie auch der Versuch zu den Reihenentfernungen, über drei Erntejahre (Beerntungen von 2010-2012). Bei den Pflegevarianten wurde die Intensität der mechanischen Pflege im Frühjahr des jeweiligen Erntejahres abgestuft. In Stufe 1 erfolgten während des Aufwuchses drei Zwischenreihenfräsgänge und zwei Handhack-Arbeitsgänge, in Stufe 2 nur noch zwei Fräsgänge und eine Handhacke. In Stufe 3 wurden nur zwei Fräsgänge durchgeführt (keine Handhacke). Die Ergebnisse sollen an Hand des zweiten Erntejahres (2011) diskutiert werden (s. Anlage 6).

Es zeigten sich gewisse Unterschiede im Blattkrankheitsbefall, die aus unsere Sicht wohl nicht im Zusammenhang mit der Pflegeintensität stehen. Interessanterweise bestätigt sich 2011 die bereits im Vorjahr beobachteten Differenzierung in der Wuchshöhe/Pflanzenlänge und im Frisch- bzw. Trockenmasseertrag zugunsten der geringeren bzw. geringsten Pflegeintensität. Die Trockenmasseerträge von 111,5 und 113,1 dt/ha der geringeren Intensitätsstufen unterscheiden sich signifikant von der höchsten Pflegeintensität mit einem Ertrag von nur 103,6 dt/ha. Angemerkt sei, dass im dritten Erntejahr keine signifikanten Unterschiede mehr auftraten bzw. die geringste Pflegestufe tendenziell einen geringeren Ertrag zeigte. Desgleichen war zu unserer Überraschung 2011 wie bereits 2010 (und ebenso 2012) der Trockensubstanzgehalt der Frischmasse bei der niedrigsten Pflegeintensität erhöht. Die Triebzahl je Staude wies 2011 keine wesentlichen Unterschiede auf. Hier lag im Vorjahr eine deutliche Differenzierung zugunsten der höchsten Pflegeintensität vor, was als Reaktion auf die umfangreicheren mechanischen Einwirkungen vermutet wurde. Das Lagerverhalten zeigt sich unbeeinflusst durch die mechanische Pflege. Tendenziell etwas günstiger stellt sich das Blatt-Stängel-Verhältnis bei der höchsten Pflegeintensität im Vergleich zu den niedrigeren dar. Die Untersuchungen zum Gerbstoffgehalt zeigen keine wesentlichen Unterschiede.

Die Beikräuter hatten bei den weniger intensiv gepflegten Varianten bis zum Bestandesschluss entsprechend günstigere Entwicklungsbedingungen (Bonituren gestalteten sich relativ schwierig und sind daher nicht dargestellt), konnten sich aber letztlich nur in einzelnen Fällen gegen die ausgeprägte Konkurrenzkraft von *Agrimonia procera* durchsetzen. Zur Ernte waren nur marginale Unterschiede (die Fremdarten wurden hier gezählt) festzustellen und der Beikrautbesatz im Erntegut war in allen Varianten unter Qualitätsaspekten praktisch unbedeutend. Festgehalten werden soll aber, dass sich mit den Jahren zunehmend mehrjährige Arten (auch erste Gehölzsämlinge) einfanden und hier die weniger gepflegten Varianten tendenziell im Nachteil waren.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Große Odermennig auf Grund seiner ausgeprägten Konkurrenzfähigkeit im Frühjahr während des Aufwuchses keine umfangreiche mechanische Pflege benötigt und in der Regel auf eine Handhacke verzichtet werden kann.

Unverzichtbar ist aus unserer Sicht hingegen ein recht intensives Pflegemanagement unter Einbeziehung von Handarbeitsgängen während der noch langen verbleibenden Vegetationszeit nach der Ernte, weil *Agrimonia procera* in dieser Phase nur wenig konkurrenzfähig ist. Angemerkt sei, dass Versuche mit Schröpfschnitten zu dieser Zeit eher kontraproduktiv waren, diese sich aber auch mit Hinblick auf eine damit einhergehende Schwächung der Regenerationsfähigkeit der Stauden verbieten.

5.2.7 Optimierung der Stickstoffversorgung („Düngungsversuch“)

Der Feldversuch zur Optimierung der Stickstoffernährung (AP01, randomisierte Blockanlage, $r=4$) auf dem Julius-Kühn-Versuchsfeld Halle der MLU erfolgte mehrjährig prüfgliedidentisch und wurde über drei Vegetationsperioden (2010-2012) hinweg beerntet. Die wesentlichen dreijährigen Ergebnisse wurden in Anlage 7 zusammengestellt. Die Bemessung der Düngungsstufen erfolgte nach prüfgliedbezogener Bestimmung des im zeitigen Frühjahr im Boden befindlichen pflanzenverfügbaren Stickstoffes (0-90 cm Bodentiefe). Die 6 Düngungsstufen beinhalteten neben der ungedüngten Kontrolle Varianten, in denen die Stickstoffdüngung im Rahmen von Frühjahrs- und Sommeranwendungen gesteigert wurden. Als Bezugsbasis für den Mittelwertevergleich (multipler t-Test) wurde das Prüfglied AD2, mit einem Stickstoff-Düngungsniveau von etwa 100 kg/ha (ca. 50 kg/ha im Frühjahr und 50 kg/ha im Sommer) herangezogen. Zur Anwendung gelangte Kalkammonsalpeter. Für uns überraschend war, dass trotz erheblicher Unterschiede in der Stickstoffversorgung zwischen den Varianten, die Mengen an pflanzenverfügbarem Stickstoff zu Vegetationsbeginn nahezu keine Unterschiede aufwiesen. Vorausgeschickt sei auch, dass die Akzession AP01 auf dem dortigen Diluvial-Standort (D5, lehmiger Sand, AZ 60) eine erkennbar geringere Pflanzenentwicklung im Vergleich zu dem hochwertigen Lösslehm-Versuchsstandort in Zappendorf aufwies, was sich entsprechend auf den Ertrag auswirkte.

Im ersten und im dritten Erntejahr war eine deutliche Differenzierung in der Pflanzenlänge zugunsten der gedüngten Varianten sichtbar. Sehr stark waren auch die Unterschiede in der Wüchsigkeit zwischen den einzelnen Jahren ausgeprägt. Am geringsten fällt die Pflanzenlänge, wie auch der Ertrag 2011 aus, einem Jahr mit sehr ungünstiger Niederschlagsverteilung und ausgeprägter Trockenheit im April und Mai. Auf dem D-Standort mit relativ geringem Lehmanteil wirkte sich diese besonders stark aus. Festzuhalten ist, dass die Teilstücke der ungedüngten Variante optisch immer durch ein helleres Grün und während des Aufwuchses durch die eingeschränkte Bestandesentwicklung bzw. mangelnden Reihenschluss auffielen.

Die pilzlichen Blattkrankheiten waren in den einzelnen Untersuchungsjahren unterschiedlich ausgeprägt. Echter Mehltau überwog gegenüber Falschem Mehltau. Insbesondere trat Echter Mehltau in den ersten beiden Jahren hervor. Sehr deutlich zeichnet sich bei beiden Krankheiten eine Abhängigkeit von der N-Düngung ab. Die Stickstoffdüngung fördert den Befall, was mit Hinblick auf den Einfluss auf Bestandesdichte und Mikroklima nicht verwunderlich ist.

Die N-Düngung führte im Laufe der drei Jahre zu einer beständigen Zunahme der Triebzahl je Flächeneinheit und je Staude, was im letzten Jahr und im Mittel der Versuchsjahre zu signifikanten Unterschieden bei den Trieben/m² im Vergleich zur ungedüngten Variante führte.

Die Düngung hatte offensichtlich kaum Einfluss auf den Blühbeginn. In keinem der Untersuchungsjahre traten nennenswerte Lagererscheinungen zur Ernte auf.

Die Erträge wiesen zwischen den Untersuchungsjahren erhebliche Unterschiede auf und untypischer Weise wurde im dritten Erntejahr der höchste Ertrag erreicht. In allen Jahren zeigte sich eine ausgeprägte Wirkung der Stickstoffdüngung mit signifikanten Unterschieden im Trockenmasseertrag im ersten und dritten Jahr sowie im Mittel der Versuchsjahre. Bei Betrachtung der Mittelwerte 2010-2012 zeigt sich die ungedüngte Variante mit einem Mittelwert von 57,6 dt/ha deutlich niedriger im Ertrag im Vergleich zur Bezugsvariante AD2 mit 75,3 dt/ha. Eine deutliche (wenn auch nicht signifikante) Zunahme im Trockenmasseertrag erfolgt ausgehend von der Bezugsvariante nur zur nächst höheren Stickstoff-Versorgungsstufe (AD3, mit einer Stickstoff-Düngung - Sommer und Frühjahr - von insgesamt etwa 120-145 kg/ha) mit 80,2 dt/ha, was in etwa dem Entzug durch das Ernteprodukt entspricht (N-Gehalt der Trockenkrautdroge 1,56%, s. unten). Höhere Stickstoffversorgungen bringen nur noch geringfügige weitere Ertragszu-

wächse, wie AD4 und AD6 mit 81,5 und 82,0 dt/ha zeigen. Das Blatt-/Stängelverhältnis (aus technischen Gründen ist hier nur der Blattanteil dargestellt) zeigt sich wohl unbeeinflusst durch die N-Düngung.

Der Polyphenol- und Gerbstoffgehalt (ersterer ist nicht dargestellt) in den Blättern sowie auch in den Stängeln zeigt in allen Jahren (mit Ausnahme der Stängel 2011) einen deutlich gegenläufigen Trend zur Stickstoffdüngung. Auffällig ist dies insbesondere beim Gerbstoffgehalt der Blätter, mit einer ausgeprägten Überlegenheit der ungedüngten Variante in allen Jahren. Stickstoffdüngung führt wohl zu einer Verringerung des Gerbstoffgehaltes. Dieser recht offensichtliche Zusammenhang ist allerdings statistisch nicht gesichert, da die Gerbstoffanalyse, wie bereits dargestellt, aus arbeitswirtschaftlichen und Kosten-Gründen nicht an 4 Wiederholungen, sondern jeweils nur an eine Mischprobe durchgeführt werden konnte. Diese Untersuchungen am Erntematerial der einzelnen Teilstücke sollen nach Möglichkeit noch nachgeholt werden. Angemerkt sei, dass eine negative Wirkung der Stickstoffdüngung auf den Gerbstoffgehalt bereits bei anderen Gerbstoffdrogen beobachtet werden konnte, allerdings noch nicht weiter untersucht ist (persönliche Mitteilung Frau Prof. Dr. Dräger, Institut für Pharmazeutische Biologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 2012). Die Gerbstofferträge zeigen entsprechend geringere, gleichwohl aber signifikante Unterschiede im Vergleich zu den Trockenmasserträgen.

Die ermittelten Keimzahlen zeigen bei den Blättern eine Zunahme in Abhängigkeit von der Stickstoff-Versorgung. Ein Zusammenhang mit der Bestandesentwicklung und dem Befall durch pilzliche Blattkrankheiten liegt nahe. Im ersten Erntejahr fand keine Untersuchung statt. Die Keimzahlen wurden aus Kostengründen auch jeweils nur prüfgliedweise untersucht.

Hinzuweisen ist noch darauf, dass wir einen zweiten Stickstoff-Düngungsversuch in Etzdorf im Jahr 2010, noch unwissentlich, mit dem nur schwach wüchsigen Stamm AP02 anlegten. Der Versuch wurde 2012 einmalig beerntet und dann wegen des untypisch niedrigen Ertragsniveaus abgebrochen. Bemerkenswert ist aber hier die Bestätigung des Befundes vom Düngungsversuch Kühnfeld zur Wirkung der N-Düngung auf Polyphenol- und Gerbstoffgehalt mit einem sehr deutlichen Trend bei Blättern und Stängeln.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse zur Stickstoff-Versorgung von *Agrimonia procera* zur Gewinnung der Krautdroge legt mit Hinblick auf die offensichtlich negative Wirkung auf Polyphenol- und Gerbstoffgehalt eine moderate N-Düngung nahe. Bei der mehrjährigen und möglichst langjährigen Nutzung eines Bestandes sollte die Stickstoffdüngung aber andererseits nicht geringer als in der Höhe des Entzuges bemessen werden. Nach unseren bisherigen Untersuchungen bewegt sich der Stickstoffgehalt im getrockneten Kraut von *Agrimonia procera* in einem Bereich von 1,54 bis 1,57 % (Mittelwert 1,56 %). Der Stickstoff-Entzug und damit auch die Düngungsempfehlung liegen bei einem Ertragsniveau von beispielsweise 100 dt/ha Trockenmassen bei 156 kg/ha und Jahr. Eine Teilung der Gesamtzufuhr an entsprechenden Düngemitteln ist in eine Sommer- und eine Frühjahrsdüngung auch vor diesem Hintergrund dringend geboten. Die Sommerdüngung nach der Krauternte ist aber insbesondere wegen der notwendigen Regeneration der Pflanzen in der verbleibenden Vegetationszeit erforderlich und sollte nach unseren Erfahrungen nicht unter 50 kg/ha Stickstoff liegen. Organische Düngemittel sind soweit möglich einzuarbeiten. Am besten eignet sich hierzu eine Zwischenreihenfräse.

5.2.8 Optimierung des Erntezeitpunktes („Erntezeitenversuch“)

Wie die Mehrheit der pflanzenbaulichen Versuche wurde auch der als randomisierte Blockanlage ($r=4$) auf dem Versuchsfeld Zappendorf (kbA) angelegte Erntezeitenversuch über drei Erntejahre (2010-12) hinweg untersucht. Es wurde die Akzession AP01 verwendet. In Anlage 8 sind die wesentlichen dreijährigen Ergebnisse zusammengefasst. Es wurden drei Erntezeitpunkte geprüft, die phänologisch etwa Blühbeginn, Hauptblüte und Blühende repräsentieren.

Die dargestellten jeweils zur Ernte ermittelten Pflanzenlängen zeigen im Vergleich der Erntejahre beim 2. und insbesondere beim 3. Erntezeitpunkt Unterschiede, die einen Jahreseinfluss dokumentieren. Tendenziell ist, wie bei den anderen Versuchen auch, eine Abnahme der Wuchslänge erkennbar. Sehr deutlich ist die Differenzierung der Pflanzenlängen im Vergleich der Erntezeitpunkte, wie auch das dreijährige Versuchsmittel mit 146, 173 und 187 cm zeigt. Das Längenwachstum der oberen generativen Teile der Triebe ist naturgemäß erst zu Blühende abgeschlossen.

Jahresabhängige Unterschiede zeigen sich auch bei den pilzlichen Blattkrankheiten. Dies gilt vor allem für den Echten Mehltau. Die in den ersten beiden Erntejahren zu beobachtende tendenzielle Abnahme der Symptome des Falschen Mehltaus in der Vegetationszeit hängt wohl mit der Zunahme der Symptome des Echten Mehltaus in der vorgerückteren Vegetation an den oberen Blättern zusammen. Sehr stark war der Echte Mehltau im Jahr 2011 ausgeprägt, verbunden mit einer deutlichen Zunahme über die Erntezeitpunkte hinweg. Die Boniturnote 7,0 zum letzten Erntezeitpunkt dokumentiert, dass die überwiegende Blattoberfläche (oberseits) Symptome zeigte.

Die Stauden- und die Triebanzahl je Flächeneinheit weisen erwartungsgemäß zwischen den Erntezeitpunkten keine großen Differenzen auf. Zwischen den Erntejahren zeigen sich allerdings recht deutliche Unterschiede in der Triebzahl/m², interessanterweise mit aufsteigendem Trend (gegenläufig zur Entwicklung der Pflanzenlänge). Die entsprechenden Erntedaten differieren zwischen den Jahren nur wenig. Leichte Lagererscheinungen waren in allen Jahren zu verzeichnen. Naturgemäß sind diese beim dritten Erntezeitpunkt am stärksten ausgeprägt. Erwartungsgemäß besteht eine wesentliche Differenzierung bei den Frisch- und Trockenmasseerträgen zugunsten der späteren Erntezeitpunkte. Die Trockenmasseerträge bewegen sich im dreijährigen Versuchsmittel im Bereich von 95,6 und 123,8 dt/ha zwischen dem ersten und dem dritten Erntezeitpunkt. Die Trockenmasseerträge gehen über die Jahre zurück. Die Unterschiede sind aber nicht so stark ausgeprägt. Es besteht erwartungsgemäß ein Trend der Zunahme im Trockensubstanzgehalt der Frischmasse in Abhängigkeit von den Erntezeitpunkten.

Die Blatt-/Stängelverhältnisse weisen über die Erntejahre keine großen Abweichungen auf. Zwischen den Erntezeitpunkten bestehen hingegen deutliche Unterschiede zugunsten der frühen Ernten, was als starke Abhängigkeit zu bewerten ist. Die Gerbstoffgehalte werden wohl nur unwesentlichen durch die Erntezeiten beeinflusst, wenn auch die ersten beiden Jahre eine deutliche Tendenz für eine Zunahme zeigen. Die Unterschiede zwischen den Erntejahren sind jedoch erheblich. Beim Vergleich der Gerbstofferträge zeigt sich analog den Trockenmasseerträgen eine signifikante Überlegenheit der späten Erntezeitpunkte. Diese bewegen sich hier im Versuchsmittel im Bereich von 267 kg/ha zur ersten Erntezeit bis 344 kg/ha zur dritten Zeit. Diese Größenordnungen repräsentieren im Wesentlichen den Bereich, in dem sich auch die Gerbstofferträge der übrigen pflanzenbaulichen Versuche einordnen.

Die Keimzahlen weisen insgesamt unerwartet geringe Unterschiede zwischen den Erntezeiten auf. Ein Einfluss kann aber dennoch nicht ausgeschlossen werden, was sich beim Vergleich der Keimzahlen im Erntejahr 2011 angesichts der Zunahme vermuten lässt. Ein Zusammenhang mit dem hier relativ starken Auftreten von Blattkrankheiten scheint naheliegend.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass unter dem Aspekt der Maximierung des Gerbstoffertrages ein Erntezeitpunkt etwa gegen Blühende vorzusehen ist. Wegen der Gefährdungen durch progredient zunehmende pilzliche Blatterkrankungen soll aber bis auf Weiteres ein Erntezeitraum von Beginn Blüte bis Blühende festgelegt werden. Der Erntetermin ist an Hand konkreter Symptomentwicklungen im Bestand innerhalb dieses zeitlichen Rahmens festzulegen.

5.2.9 Untersuchungen zu ernte- und trocknungstechnischen Aspekten

Über den gesamten Bearbeitungszeitraum erfolgten verschiedene Untersuchungen zu qualitativen Aspekten am Erntegut und zu Fragen der Trocknung, deren Ergebnisse hier zusammengefasst werden sollen.

Eine wesentliche Frage war, in welchem Umfang Polyphenole bzw. Gerbstoffe auch im unteren unbeblätterten Teil des Stängels lokalisiert sind. Hierzu erfolgte im Jahr 2010 an Hand von Erntematerial AP01 (Erntezeitenversuch, 3. Zeitpunkt) eine Untersuchung zum Masseanteil und Gerbstoffgehalt an festgelegten Stängelabschnitten (r=4 x 8 Triebe). Die Ergebnisse sind in Anlage 9 zusammengestellt. Der Gerbstoffgehalt bewegt sich bei den unteren Stängelanschnitten von 0 bis 70 cm im Bereich von 0,54 bis 1,40% bezogen auf die Trockenmasse, interessanterweise liegt dabei der Gehalt im unteren Abschnitt (0-10 cm) mit 1,4% am höchsten. Der größte Gerbstoffgehalt liegt mit 2,24% bezogen auf die Trockenmasse jedoch erwartungsgemäß im oberen beblätterten Bereich vor (Blätter, Stängelanteile, Blüten, Früchte oberhalb 70 cm wurden zusammengefasst). Der entsprechende Trockenmasseanteil für diesen Bereich beträgt 66,6%. Hier sind entsprechend 83,8% des gesamten Gerbstoffes lokalisiert. Der durch die unteren Stängelabschnitte bis 70 cm zu generierende Anteil am Gesamtgerbstoffeintrag von damit etwas mehr als 16% ist nicht sehr hoch, kann aber nicht als unbedeutend gelten. Anzumerken ist, dass das hier untersuchte Material insgesamt einen vergleichsweise geringen Polyphenol- bzw. Gerbstoffgehalt aufweist.

Wie den vorausgehenden pflanzenbaulichen Untersuchungen zu entnehmen ist, weisen die Stängel insgesamt erhebliche Polyphenol- bzw. Gerbstoffgehalte von ca. 3% bzw. ca. 2,5% auf und tragen auf Grund ihres hohen Masseanteiles erheblich zum Gesamtgerbstoffeintrag bei. Dieser Anteil kann mehr als 50% betragen.

In diesem Zusammenhang wurden auch vergleichend grüne photosynthetisch aktive Blätter mit bereits seneszenten verbräunten Blättern hinsichtlich Polyphenol- bzw. Gerbstoffgehalt untersucht. Die Unterschiede waren mit 3,59% bei den grünen und 2,87% Gerbstoffgehalt bei den braunen Blättern geringer als erwartet (Polyphenole gesamt entsprechend 5,09% gegenüber 3,59%).

Außerdem erfolgten im Untersuchungszeitraum zwei Versuche zum Einfluss der Zerkleinerungsart und der Trocknung des frischen Erntegutes („Häckselversuche“) auf etwaige Gerbstoffverluste bzw. mikrobiologische Belastungen. Exemplarisch seien die Ergebnisse des Versuches Ernte 2011 in Anlage 10 dargestellt. Verglichen wurde die Zerkleinerung mittels Labor-Exakthäcksler gegenüber Gartenschredder bzw. Ganzpflanze (hier aus technischen Gründen in 50 cm lange Stücke geschnitten). Es wurden zwei Trocknungsvarianten geprüft: Trockenschrank (39-40°C, Umluft) gegenüber Kaltbelüftung, was deutlich länger dauerte. Während der Exakthäcksler schneidend arbeitet, sind bei dem eher schlagenden Gartenschredder deutlich mehr Quetschungen zu verzeichnen. Die Werte für die Gesamtpolyphenol- bzw. Gerbstoffgehalte liegen relativ eng beieinander (mit Tendenz zugunsten der Ganzpflanzenvariante und der Kaltbelüftung). Hingegen weisen die Keimzahlen eine deutliche Differenzierung auf. Während hier bei den Ganzpflanzen kaum Unterschiede zwischen Trockenschrank und Kaltbelüftung zu

beobachtet sind, zeigen sich die Keimzahlen bei den zerkleinerten Varianten, insbesondere beim geschredderten Material, nach Kaltbelüftung erhöht. Angemerkt werden muss, dass im analogen Versuch 2010 (hier nicht dargestellt) bei beiden geschredderten Varianten, insbesondere hier aber nach Kaltbelüften, Polyphenol und Gerbstoffgehalt deutlich verringert waren. Wir müssen also davon ausgehen, dass sowohl die Art der Zerkleinerung bei frischem Erntegut als auch die Art der Trocknung einen Einfluss auf Gerbstoffgehalt und Keimzahl nehmen können und negative Wechselwirkungen nicht auszuschließen sind.

In Bezug auf eine künftige praxisrelevante Erntetechnologie lässt sich ableiten, dass nach Möglichkeit eine Ganzpflanzenernte und eine Trocknung der Ganzpflanzen auf Flächenbelüftungen vorzusehen ist. Falls Warmlufteinsatz möglich ist, sollte die Temperatur, wie bei Krautdrogen üblich, auf maximal 40°C begrenzt werden. Eine gebrochene Ernte mit Mahd und Vortrocknung in Hocken auf dem Feld ist ohne Gerbstoffeinbußen möglich (wurde versuchsweise praktiziert), ist aber sehr handarbeitsintensiv. Mahd und flächige Vortrocknung auf dem Feld ist auf Grund der Sperrigkeit der Pflanzen (die ein Wenden und eine spätere Aufnahme mit praxisüblicher Technik unmöglich macht) und der Gefahr zu hoher Blattrieselverluste keine Option. Falls künftig aus technologischen Gründen Feldhäckseler zur Ernte genutzt werden müssen, ist dies mit möglichst großer Häcksellänge vorzunehmen. Bei der Trocknung sind generell ein häufiges Wenden und eine sorgsame Kontrolle der Stapeltemperatur angeraten.

Eine Zerkleinerung in getrocknetem Zustand ist ohne Gerbstoffverluste möglich. Für eine Vorzerkleinerung eignen sich praxisübliche Stroh- bzw. Heuhäcksler/Häckselgebläse. Für eine Vermahlung sind nach unseren Erfahrungen ausschließlich Schneidemühlen zu verwenden.

5.2.10 Nutzungsdauer („Altfläche“)

Die Ausdauerfähigkeit von *Agrimonia procera*-Beständen lässt sich am besten an Hand einer Altfläche darstellen. Die mehrjährige Ertragsentwicklung des im Spätherbst 2006 angesäten Bestandes (AP01) ist in Anlage 11 zusammengefasst. Auf die Darstellung der Bewirtschaftungsmaßnahmen wurde aus Übersichtsgründen verzichtet. Wir waren bemüht, über die Nutzungsjahre hinweg eine organische Nährstoffzufuhr etwa in der Größenordnung des Entzuges in Form von Pressrückständen sicherzustellen.

Die Trockenmasseerträge lagen in einem Bereich von 77,9-102,1 dt/ha (2008-2012). Der mehrjährige Mittelwert beträgt 92,0 dt/ha. Es traten in den einzelnen Jahren relativ großen Schwankungen im Verhältnis von Blatt- zu Stängelanteilen auf.

Seit 2010 ist eine geringe tendenzielle Abnahme des Ertrages zu beobachten. Der Bestand zeigte sich noch im 5. Erntejahr robust. Es waren bis dahin im Wesentlichen keine Ausfälle von Stauden zu beobachten. Angemerkt sei, dass die Pflanzen in der relativ langen verbleibenden Vegetationszeit nach der Ernte auch eine generative Entwicklung nehmen und Scheinfrüchte ausreifen. Es gehen dadurch bedingt im Bestand Jungpflanzen auf, die in der Lage sind Lücken zu schließen. Dies ist auch auf vegetativem Weg möglich ist (Kindelbildungen ausgehend von Kriechtrieben).

Es lässt sich auch im Kontext mit den weiteren mehrjährigen Feldversuchen schlussfolgern, dass bei angemessener Nährstoffversorgung und Pflege Bestände von *Agrimonia procera* eine hohe Lebensdauer aufweisen und über mehr als 5 Jahre genutzt werden können.

Abschließend soll darauf hingewiesen werden, dass sich in Anlage 12 ein Anbautelegramm mit den wesentlichen technologischen Daten befindet.

5.2.11 Vergilbungssymptome

Am sommerlichen Neuaustrieb von *Agrimonia procera* sind sehr häufig Vergilbungssymptome festzustellen, die nach Untersuchungen von Herrn Dr. Zorn (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft) auf physiologischen Eisenmangel zurückgeführt sind. Diese waren vor allem auf dem von Muschelkalk beeinflussten Versuchsstandort in Zappendorf (pH-Wert 7,3) festzustellen.

Rosaceae weisen bekanntermaßen eine relativ geringe Eisen-Effizienz auf. Bekannt ist dies vor allem von Obstarten aus dieser Pflanzenfamilie. Insbesondere auf kalkhaltigen Böden mit hohen pH-Werten wird das von den Pflanzen angeeignete Eisen in den jüngeren Blättern durch parallel aufgenommene Hydrogenkarbonat-Ionen ausgefällt und unwirksam. Dieses Phänomen wird auch als „Schlechtwetterchlorose“ bezeichnet, da dieser Prozess verstärkt unter ungünstigen Bedingungen abläuft. Die Pflanzen versuchen dem „Eisenstress“ durch Wurzelexsudat-Ausscheidung und damit erhöhter Fe-Löslichkeit und -Aufnahme entgegenzuwirken (was ebenfalls ausgefällt wird) und zu sehr hohen Eisengehalten in den chlorotischen Blättern führt. Dies stellt auch das wesentliche diagnostische Kriterium dar.

Im Sommer 2011 erfolgte nach Wiederaustrieb und einsetzenden Vergilbungssymptomen - entsprechend üblicher Empfehlungen - ein Versuch, durch Feldbehandlung eines Bestandes (Stamm AP03) in Zappendorf mit einem Fe-Chelat-Dünger (Compo Fetrilon, 13% Fe) der Symptomatik entgegenzuwirken. Die Blatt-Applikation wurde mit Rückenspritze (0,2%, 1000 l Brühe/ha, 4 bar) durchgeführt. Die Behandlung wurde entsprechend der Herstellerinformationen wiederholt (am 21. und 30.08.2011). Für den Versuch standen ca. 200 m² zur Verfügung, davon wurden ca. 100 m² behandelt. Es konnten keine Unterschiede in der Symptomausprägung festgestellt werden. Kurz nach der zweiten Behandlung schienen vermehrt Blattnekrosen an jungen und alten Blättern aufzutreten, was sich aber nicht weiter manifestierte. Dies gab aber den Anlass dazu, keine weitere Anwendung vorzunehmen. Die Fe-Chelat-Behandlung zeigte bis dahin keine sichtbare Wirkung auf die Vergilbungssymptome.

Nach diesem Versuch ist davon auszugehen, dass physiologischer Eisenmangel bei *Agrimonia procera* wohl nicht durch Fe-Blatt-Düngungsmaßnahmen behoben werden kann. Auf Grund des bestehenden Zusammenhanges mit der Boden-Reaktion sollten Standorte mit hohen pH-Werten (z. B. mit Muschelkalk-Beeinflussung) und wohl auch bindige zur Vernässung neigende Böden ausgeschlossen werden.

5.2.12 Untersuchung zur Wurzelentwicklung

Im Jahr 2011 wurden Untersuchungen zur Wurzelentwicklung von *Agrimonia procera* durch Grabungen an Hand von etablierten Beständen (zweites und drittes Vegetationsjahr) auf dem Kühnfeld in Halle (D5 sL, AZ 60) und dem Versuchsfeld in Zappendorf (Lö2 L/sL, AZ 85) durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten an zwei wüchsigen Genotypen (AP01, AP03).

Folgende Ergebnisse sollen festgehalten werden. Es handelt sich erwartungsgemäß um ein Hauptwurzelsystem. Typisch ist allerdings auch eine ausgeprägte Adventivbewurzelung, welche radial von der Basis der Erneuerungstriebe ausgeht. Stärkere Speicherwurzeln konnten auf dem leichteren Standort Kühnfeld bis zu einer Tiefe von 30-40 cm und auf dem schwereren Standort in Zappendorf bis 40-50 cm Tiefe festgestellt werden. Feinwurzeln waren bis zu einer Tiefe von 70-80 cm (mit tendenziellem Vorteil für den höherwertigen Standort) zu finden. Auffällig war eine deutlich „ausladendere“ Adventivbewurzelung in Zappendorf gegenüber dem Kühnfeld, was auch insgesamt der stärkeren Wüchsigkeit der Pflanzen in Zappendorf entspricht. Als typisch für *A. procera* (im Gegensatz zu *A. eupatoria*) ist die Fähigkeit zur vegeta-

tiven Vermehrung durch „Kindelbildung“ an sich bewurzelnden Kriechtrieben anzusehen, was auf dem Standort Zappendorf wesentlich häufiger im Vergleich zum Kühnfeld zu beobachten war.

Flache zwischenreihige mechanische Bodenbearbeitung mittels Hack- oder Fräsmesser im Rahmen der Bestandespflege von *Agrimonia procera* stellen somit keine Exposition der Speicherwurzeln dar. Lücken im Bestand können auch durch „Kindel“ ausgehend von Kriechtrieben ausgefüllt werden.

5.3 Prüfung von *Agrimonia procera*-Herba als Futtermittelzusatz (Schwein)

- In-vivo- und In-vitro-Untersuchungen

(Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der MLU)

In-vivo-Versuche

Die Leistungsparameter der vier Fütterungsversuche sind der Anlage 13, Tabelle 4 zu entnehmen. Über alle Versuche konnte durch die Zulage von *Agrimonia procera* (AP) die Futtermittelaufnahme (FA), die täglichen Lebendmassezunahmen (LMZ) und das Endgewicht (EG) der Ferkel zumindest numerisch verbessert werden. Mit Ausnahme der Zulage eines Äquivalents von 200 ppm Gerbstoff (AP200) war die Futtermittelverwertung (FV) der Tiere in der Regel mit der der Kontrolltiere vergleichbar, wenn nicht sogar verbessert.

Im ersten Fütterungsversuch ist die Leistung aller drei Gruppen eher am unteren Leistungsniveau einzuordnen. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden, auch wenn die EG der Tiere durch die Zulage von AP um 2,8 bzw. 5,5% gesteigert werden konnten im Vergleich zur Kontrollgruppe. Im zweiten Leistungsversuch war das Leistungsniveau deutlich besser. Aber auch hier konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen beobachtet werden. Wie auch im ersten Fütterungsversuch entwickelten sich die Tiere der Gruppe AP20 am besten. So konnte das EG um 2,2, die LMZ um 3,9 und die FA um 3 Prozentpunkte verbessert werden im Vergleich zur Kontrollgruppe. AP200 und die Kontrollgruppe bewegten sich dahingegen auf dem gleichem Leistungsniveau.

Im dritten Fütterungsversuch konnten tendenzielle Unterschiede zwischen den Kontroll- und den Versuchstieren beobachtet werden ($P < 0,15$). Durch die Zulage von AP konnte die FA um 5,1 und die LMZ um 4,4 Prozentpunkte gesteigert werden bei vergleichbarer FV. Im Gegensatz dazu unterscheidet sich die FV im vierten Fütterungsversuch signifikant zwischen den drei Fütterungsgruppen ($P < 0,05$). So konnte die FV in der Gruppe AP20 um 5,2% signifikant zur Kontrolle verbessert werden, wobei die Gruppe AP200 signifikant schlechter abschnitt. Bei den LMZ zeigte sich ein ähnliches Bild wie bei den vorangegangenen Fütterungsversuchen, die LMZ der AP20 Gruppe lagen um 8% über denen der Kontrolltiere. Die Unterschiede zwischen den FA der Kontroll- und Versuchstiere fallen entsprechend der FV geringen aus als in den vorangestellten Versuchen.

Die Leistungsdaten des Teeversuches sind der Anlage 13, Tabelle 6 zu entnehmen. In den ersten zwei Versuchswochen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen beobachtet werden.

Ergebnisse des Bilanzversuches, der Blutanalysen (TEAC) und der Kotkonsistenz bzw. Durchfallhäufigkeit

Im dritten Fütterungsversuch konnten zwischen der Kontrolle und der Gruppe AP20 keine signifikanten Unterschiede bei der Stickstoffretention beobachtet werden ($P = 0,708$). Durch die Zulage von AP konnte die Stickstoffretention um 0,8% von 64,8 auf 65,6% verbessert werden.

Die TEAC-Werte des Blutplasmas betragen 6,64 bzw. 7,05 $\mu\text{mol/ml}$ Plasma. Zwar unterscheiden sich die TEAC-Werte nicht signifikant zwischen den Gruppen ($P=0,300$), aber auch hier konnte durch die Zulage von AP ein Anstieg von 6,2% im Vergleich zu Kontrolle erreicht werden. Des Weiteren korrelieren die TEAC-Werte signifikant positiv ($r=0,38$) mit den täglichen LMZ, in der Woche der Blutuntersuchung. Durch die Applikation von AP über das Tränkwasser konnten die TEAC-Werte über die Gruppen tendenziell ($P=0,087$) verbessert werden. So stieg der TEAC-Wert von 6,28 $\mu\text{mol/ml}$ Plasma (Kontrolle) auf 6,54 (1 gAP/l Wasser) bzw. 7,2 (10 gAP/l Wasser) $\mu\text{mol/ml}$ Plasma an.

Im vierten Fütterungsversuch konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen bei der Kottrockensubstanz festgestellt werden. Zu Beginn des Versuches waren in der Kontrolle 1, in den Versuchsgruppe AP20 und AP200 3 bzw. 5 Tiere auffällig ($TS<15\%$; Anlage 13, Tabelle 5). Nach 14 Tagen erkrankte kein Tier mehr an Durchfall. Im Teeversuch hingegen konnten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden ($P<0,05$, Anlage 13, Tabelle 6). Zum Zeitpunkt der Probenahme waren in der Kontrolle 6 und in den beiden Versuchsgruppen 3 (1 gAP/l Wasser) bzw. 1 (10 gAP/l Wasser) Tier an Durchfall erkrankt ($TS<15\%$).

In-vitro-Untersuchungen

In den In-vitro-Untersuchungen konnten signifikante Effekte von *Agrimonia procera*-Extrakt (APE) auf durch LPS stimulierte PBMC nachgewiesen werden. Die relative Expression von TNF- α , IL-1 β und IL-10, der stimulierten PBMC, waren signifikant erhöht im Vergleich zu den nicht stimulierten Zellen ($P<0,05$; Anlage 13, Abb. 1). Durch die Zulage von APE konnte die relative mRNA Expression von TNF- α ⁸ nach 1 bzw. 6 Stunden und IL-1 β ⁸ nach 6 Stunden, bei den durch LPS stimulierten Zellen, signifikant gesenkt werden im Vergleich zu den unbehandelten PBMC ($P<0,05$). Zudem stieg die relative Expression von IL-1 β und IL-10⁸ über die Zeit an. Im Gegensatz dazu sank die relative Expression von TNF- α . Die Zulage von APE allein hatte keinen Effekt auf die relative Expression der Zytokine.

Mit steigender Konzentration von APE konnte die relative Expression, der durch LPS stimulierten PBMC, von TNF- α nach 20 Stunden gesenkt werden (Anlage 13, Abb. 2). Die Behandlung mit unterschiedlichen APE Konzentrationen hatte keinen Effekt auf die relative Expression von IL-1 β und IL-10 nach 20 Stunden.

Bei der Untersuchung des Überstandes konnten keine signifikanten Effekte bei den TNF- α Konzentrationen nach 1,6 bzw. 20 Stunden Inkubation festgestellt werden (Anlage 13, Abb. 3). Die Konzentration von TNF- α , bei den mit LPS behandelten Zellen ohne die Zulage von APE, betrug im Mittel 64,3 ($\pm 25,3$) pg/ml (1h), 636 (± 615) pg/ml (6h) und 2477 (± 1879) pg/ml (20h). Im Überstand der PBMC (20h) konnte die Konzentration von TNF- α , induziert durch die LPS Stimulierung, linear von 2477 über 2029 auf 1771 pg/ml reduziert werden bis zu der Konzentration von 0,1% APE (Anlage 13, Abb. 3). Betrachtet man die TNF- α Konzentrationen der Gruppen (0,05 und 0,1%) relativ zur Kontrolle sind die Effekte zudem signifikant abzusichern ($P<0,05$).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Zulage von *Agrimonia procera* zum Futter einen tendenziell positiven Einfluss auf die Futteraufnahme, die mittlere Tageszunahme und wohl bei 20 ppm *Agrimonia*-Gerbstoff auch auf die Futtermittelverwertung hat. Die Krautdroge verfügt über ein antioxidatives und ein antiinflammatorisches Potenzial. Im überwiegenden Untersuchungs-

⁸ Zytokine Tumornekrosefaktor- α (TNF- α) und Interleukin-1 β (IL-1 β) proinflammatorisch; Zytokin Interleukin-10 (IL-10) antiinflammatorisch

zeitraum traten nur in geringem Umfang Durchfallerkrankungen auf. Eine Zunahme war erst gegen Ende der Untersuchungen zu verzeichnen. Im Teeversuch konnte eine signifikante Erhöhung des Kot-Trockensubstanzgehaltes durch *Agrimonia procera* erreicht werden. Vorteilhaft bei einer Anwendung von Auszügen über das Tränkwasser ist wohl die zügigere Aufnahme gegenüber der Futtersupplementierung, da die Futteraufnahme nach dem Absetzen nur zögerlich erfolgt. Es sind weitere Versuche erforderlich.

5.4 Sonstige Untersuchungen

5.4.1 Antibakterielle Effekte von *Agrimonia procera*-Auszug

Die Ergebnisse der im Jahr 2012 von Frau Dr. Breitenstein (BioSolutions Halle GmbH) durchgeführten Untersuchungen sind in Anlage 14 zusammengefasst. Der gegenüber einer Kontrolle geprüfte wässrige Teeauszug (1 mg/ml trockene Krautdroge AP03, Ernte 2011) entspricht einem Zehntel der Konzentration wie sie von WICHTL (1997) für die Teezubereitung von *Herba Agrimoniae* empfohlen wird. Bei einem Polyphenol- bzw. Gerbstoffgehalt (bezogen auf Trockensubstanz) von 4,77% bzw. 3,73% entspricht das bei einem unterstellten vollständigen Auszug 47,7 µg/ml Gesamt-Polyphenol respektive 37,3 µg/ml Gerbstoff in der Lösung.

Sowohl bei den drei unterschiedlichen *Escherichia coli*-Stämmen (DSM 1103, DSM 6895, DSM 8703) und bei *Salmonella enterica* subsp. *typhimurium* (beide gramnegativ) - als Vertreter von Darmpathogenen -, als auch bei den beiden grampositiven Milchsäurebakterien *Lactobacillus casei* und *Pediococcus pentosaceus* konnten Wachstumshemmungen nachgewiesen werden.

Agrimonia procera-Kraut verfügt damit über eine sehr hohe antibakterielle Aktivität, die bezogen auf aktive Inhaltsstoffe wohl einer Effektivität von kommerziellen Antibiotika nahekommmt.

5.4.2 Lagerversuch *Agrimonia procera*-Trockendroge

Es wurde ein Lagerungsversuch zum Einfluss von Lagerzeit und -klima auf den Gerbstoffgehalt und die Keimzahl von Trockendroge (*A. procera*, AP01, Ernte 2010, Blattdroge, gemahlen mit Schneidemühle, 1 mm), beginnend mit dem 18.8.2010 über den gesamten Projektzeitraum, durchgeführt. Dieser soll planmäßig bis zum 2. Quartal 2014 fortgesetzt werden. Die Lagerung erfolgte an 4 Orten mit unterschiedlichem Lagerklima (Saatgutboden Zappendorf: unklimatisiert, Biozentrum Halle: beheizter Raum, Kühlschrank: 5°C, Tiefkühltruhe: -21°C), jeweils in PE-Beuteln und Papiertüten. Das Lagerklima (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) wird an den Lagerorten Saatgutboden Zappendorf und im Biozentrum (Raum B.U.08) mit Hilfe digitaler Aufzeichnungsgeräte dokumentiert. In Anlage 15, Seite 1 sind für beide Standorte exemplarisch die Jahresaufzeichnungen für 2012 dokumentiert.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Anlage 15, Seite 2 zusammengestellt. Es lässt sich feststellen, dass bis zur bisher letzten Untersuchung (22.10.2012), entsprechend einer Lagerzeit von mehr als 2 Jahren, unabhängig vom Lagerklima und der Art des Behältnisses keine wesentliche Abnahme des Gerbstoffgehaltes erfolgte. Die einzelnen Untersuchungsreihen zeigen gewisse Abweichungen, die aber wohl auf den subjektiven Faktor zurückgeführt werden müssen, da die Untersuchungen nicht durchgängig vom gleichen Bearbeiter vorgenommen werden konnten. Die Keimzahlen lassen durchgehend eine tendenzielle Abnahme erkennen. Am geringsten ist diese unter Kühlschrankbedingungen ausgeprägt.

Festgehalten werden soll auch, dass neben dem Lagerversuch weitere Trockendrogen von *A. procera* zu verschiedenen Zeitpunkten untersucht bzw. nachuntersucht wurden und auch hier keine Abnahme des Gesamtpolyphenol- bzw. Gerbstoffgehaltes festzustellen war.

Agrimonia procera-Trockendroge (gemahlen) ist somit sehr lagerstabil. Es sind keine besonderen Lagerbedingungen zu fordern.

5.4.3 Entkeimung durch Gamma-Bestrahlung

Mit Hinblick auf die ermittelten teilweise relativ hohen Keimzahlen⁹ des getrockneten *Agrimonia procera*-Krautes, wurde 2011 eine modellhafte Entkeimung durch Gamma-Bestrahlung durchgeführt. Die Bestrahlung erfolgte bei der Gamma Service GmbH Radeberg (Dosis 12,13-14,01 kGy, Bestrahlungszyklus A-33i/11, Strahlungsart Co60, Anlage GS3000). Vor der Bestrahlung wies das ausgewählte gemahlene Pflanzenmaterial (AP01, Schneidemühle, 1 mm) eine Keimzahl von $2,1 \times 10^8$ KBE/g auf. Nach der Behandlung betrug die Anzahl aerober Keime „0“. Es wurde also mit der vorliegenden Dosierung eine vollständige Entkeimung erreicht (mit Optimierungspotenzial). Der Gerbstoffgehalt blieb durch die Behandlung unverändert. Die Untersuchungen wurden nicht fortgesetzt, da die Gamma-Bestrahlung zunächst nur als technische Option beleuchtet werden sollte. Aus jetziger Sicht besteht keine Notwendigkeit für die Nutzung dieser Möglichkeit, auch weil mit Hinblick auf die geringen Einsatzkonzentrationen keine Expositionen zu erwarten sind. Auch Futterstoffe können Keimzahlen in ähnlicher Größenordnung aufweisen, wie sie im Rahmen dieses Vorhabens an *Agrimonia procera*-Kraut festgestellt wurden.

6 Ausblick

Es sind weiterführende Untersuchungen vorgesehen, für die entsprechende Kooperationspartner gewonnen werden müssen. Dabei ergeben sich folgende Schwerpunkte:

- Analytische Untersuchungen zum Gerbstoff-Spektrum von Großer-Odermennig-Kraut
- Ferkel-Versuche zur Optimierung der Anwendung von *A. procera* unter Einbeziehung von Krautextrakten und ethanolischen Dicksäften (Applikation über das Tränkwasser)
- Ausweitung der Untersuchungen auf andere Nutztiere. Von besonderem Interesse erscheinen Kälber, die als funktionelle Monogastride zu betrachten sind.
- Weiterführende Untersuchungen zur antimikrobiellen, insbesondere antibakteriellen Aktivität der Krautdroge und deren Inhaltsstoffe
- Erschließung weiterer Nutzungspotenziale für *A. procera*-Krautdroge und deren Extrakte. Hier ist zunächst an Anwendungen im Bereich der Kosmetik zu denken. Möglich erscheint auch eine Nutzung als Quelle für bestimmte Polyphenole bzw. Gerbstoffe.
- Produktionsversuche zum Anbau (unter den Bedingungen des kontrollierten biologischen Landbaus), zur Ernte und Trocknung sowie zur Verarbeitung von Kraut von Großem Odermennig. Eine erste entsprechende Fläche von 0,25 ha wurde bereits 2013 mit dem Stamm AP03 ins Feld gestellt.

⁹ aerobe Keime bzw. koloniebildende Einheit je 1 g; stellt keine qualitative Bewertung dar

7 Öffentlichkeitsarbeit

Auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsphysiologie 2013 wurde ein Poster mit dem Titel „The effect of Agrimonia procera extract on LPS-stimulated porcine blood mononuclear cells“ der Autoren T. Gräber, C. Brandsch, H. Kluge, G. Horn und G. I. Stangl präsentiert, veröffentlicht in Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 22, 172.

Es sind weitere Veröffentlichungen im Zusammenhang mit dem Promotionsverfahren von Herrn Dipl. agr. Ing. Tobias Gräber (Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der MLU Halle-Wittenberg) zur Anwendung von *Agrimonia procera*-Kraut bei Ferkeln vorgesehen. Auch planen wir zu einem späteren Zeitpunkt, wenn die Entwicklungen weiter fortgeschritten sind, eine umfassende Publikation, die zudem die Anbautechnologie und Verarbeitung des Krautes von Großem Odermennig beinhalten soll.

Danksagungen

Wir bedanken uns sehr herzlich bei Herrn Dr. Eißner (Julius-Kühn-Versuchsfeld Halle) sowie bei Herrn Pentschew (Versuchsstation Eitzdorf) und Mitarbeitern für die freundliche Unterstützung unserer Feldversuche auf den Flächen der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Unser herzlicher Dank gilt ebenfalls Herrn Kiowski (Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der MLU) für die Durchführung der Gerbstoffanalytik sowie den Mitarbeitern des Landwirtschaftlichen Untersuchungswesens der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt für die langjährige Hilfe im Rahmen von Bodenuntersuchungen.

Unser besonderer Dank gilt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die umfangreiche finanzielle Unterstützung, ohne die diese Untersuchungen nicht möglich gewesen wären.

Literatur

- ANONYM, 1986: Deutscher Arzneimittel-Codex 1986 – Ergänzungsbuch zum Arzneibuch. einschl. 1.-7. Ergänzung (1989-1995). Deutscher Apotheker Verlag Stuttgart
- ANONYM, 2002: Europäisches Arzneibuch. Grundwerk. Deutscher Apotheker-Verlag Stuttgart, 2549-2550
- ANONYM, 2006: Recommendations for energy and nutrients supply of pigs. herausgegeben von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, DLG-Verlag Frankfurt am Main.
- ANONYM, 2008: Ausgewählte Produktbeispiele an Futterzusatzstoffen in der Ferkelfütterung. Internetseite der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen: www.landwirtschaftskammer.de
- ANONYM, 2011: DART - Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie. Herausgeber: Bundesministerium für Gesundheit, Berlin, 112 S.
- BAE, J. H.; SOHN, M. A., 2005: Effect of *Agrimonia pilosa* Ledeb. Extract on the Growth of Food-Borne Pathogens. Korean J. Nutr. 38, 2, 112-116
- BENKERT, D.; FUKAREK, F.; KORSCH, H. (Hrsg.), 1996: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. Gustav Fischer Verlag Jena, Karte 27-28
- 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

- BLUM, H.; KARTE, T.; SCHOCKERT, K., 2005: Netzwerk zum Versuchswesen im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau. Schlussbericht zum Vorhaben, Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum – Rheinpfalz, Internetseite: http://orgprints.org/13234/01/13234-02OE635-dlr-rlp-blum-2006netzwerk_geuerz-pflanzen.pdf
- BUČKOVÁ, A.; LEIFERTOVÁ, I.; NÁTHEROVÁ, Ľ.; SKALICKÝ, V., 1971: Farmakobotanické studium rodu *Agrimonia*. II. Hodnocení tříslovin evropských řepíků. Československá Farmacie, XX, 4, 136-140
- 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
- CARNAT, A.; LAMAISON, J. L.; PETITJEAN-FREYTET, C., 1991: L' Aigremoine: Étude comparée d'*Agrimonia eupatoria* L. et *Agrimonia procera* WALLR. Plantes médicinales et phytothérapie XXV, 4, 202-211
- ČERNAJ, P.; ORAVEC, V., 1993: Variability of Active Substances in *Agrimonia* L. Species. Acta Horticulturae 330, 133-136
- CORREIA, H.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A.; AMARAL, M. T.; SANTOS-BUELGA, C.; BATISTA, M. T., 2006: Polyphenolic profile characterization of *Agrimonia eupatoria* L. by HPLC with different detection devices. Biomedical chromatography 20, 88-94
- EHRLINGER, M., 2007: Phyto gene Zusatzstoffe in der Tierernährung. Inaugural-Dissertation, Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München
- FRANZ, C., 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, Internetseite: http://orgprints.org/13234/02/02OE635_A_funktionelle_pflanzen-inhaltsstoffe.pdf
- GRANICA, S.; KRUPA, K.; KŁĘBOWSKA, A.; KISS, A. K., 2013: Development and Validation of HPLC-DAD-CAD-MS³ Method for Qualitative and Quantitative Standardization of Polyphenols in *Agrimoniae eupatoriae herba* (Ph. Eur). Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 86, 112-122
- HEEGER, E. F., 1956: Handbuch des Arznei und Gewürzpflanzenbaues – Drogengewinnung. Deutscher Bauernverlag Berlin, 210-213
- HEGI, G., 1923: Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Band IV, 2. Hälfte, J. F. Lehmanns Verlag München, 929-935
- HEINZE, A.; RICHTER, G.; MUBLICK, M.; MÜLLER, J., 2004: Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Ferkelproduktion. Thüringen Landesanstalt für Landwirtschaft Jena
- IVANOVA, D.; VANKOVA, D.; NASHAR, M., 2013: *Agrimonia eupatoria* Tea Consumption in Relation to Markers of Inflammation, Oxidative Status and Lipid Metabolism in Healthy Subjects. Archives of Physiology and Biochemistry 119, 1, 32-37
- JUGL-CHIZZOLA, M.; CHIZZOLA, R.; ZITTERL-EGLESEER, K.; FRANZ, CH., 2003: Funktionelle Pflanzenstoffe: Möglichkeiten ihres Einsatzes in der Nutztierhaltung. Ländlicher Raum Online-Fachzeitung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Wien 1/2003, 1-7
- 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
- KUBÍNOVÁ, R.; JANKOVSKÁ, D.; BAUEROVÁ, V., 2012: Antioxidant and α -Glucosidase Inhibition Activities and Polyphenol Content of five Species of *Agrimonia* Genus. Acta fytotechnica et zootechnica 2, 38-41
- KWON, D. H.; KWON, H. Y.; KIM, H. J.; CHANG, E. J.; KIM, M. B.; YOON, S. K.; SONG, E. Y.; YOON, D. Y.; LEE, Y. H.; CHOI, I. S.; CHOI, Y. K., 2005: Inhibition of Hepatitis B Virus by an Aqueous Extract of *Agrimonia eupatoria* L. Phytotherapy Research 19, 355-358
- MEUSEL, H. (Hrsg.); JÄGER, E.; WEINERT, E., 1965: Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. Karten, Band 1. G. Fischer-Verlag Jena
- MILLER, N. J.; RICE-EVANS, C.; DAVIES, M. J.; GOPINATHAN, V.; MILNER, A., 1993: A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. Clinical Science, 84, 407-412.
- MØLLER CH.; HANSEN, ST. H.; CORNETT, C., 2009: Characterisation of Tannin-Containing Herbal Drugs by HPLC. Phytochemical Analysis 20, 231-239
- PAHLOW, M., 2001: Das Große Buch der Heilpflanzen. Gräfe und Unzer München, 243-244
- PÉTER, H. M., 1969: Die antibiotische Wirkung von Auszügen aus *Agrimonia*-Arten. Die Pharmazie 24, 10, 632-635
- PÉTER, M. H.; RÁCZ, G., 1973: Der Gerbstoffgehalt verschiedener Agrimoniaarten. Die Pharmazie 28, 8, 539-541

- PAFFL, M. W.: A new mathematical model for relative quantification in real-time RT-PCR. *Nucleic Acids Res.* 2001, 29:e45.
- 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
- REICHLING, J.; GACHNIAN-MIRTSHEVA, R.; FRATER-SCHRÖDER, M.; SALLER, R.; RABINOVICH, M. I.; WIDMAIER, W., 2008: *Heilpflanzenkunde für die Veterinärpraxis*. Springer Berlin, Heidelberg, 129-131
- RIMPLER, H. (Hrsg.); unter Mitarbeit von FRANZ, CH. 1999: *Biogene Arzneistoffe*. Deutscher Apothekerverl. Stuttgart, 387-413
- ROTHMALER, W., 1976: *Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD – Gefäßpflanzen*. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 244
- 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*. Inst. f. Bodenkunde und Pflanzenernährung der M.-Luther-Universität Halle/Saale
- SCHLOSSER, S.; REICHHOFF, L; HANELT, P., 1991: *Wildpflanzen Mitteleuropas*. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 117-118
- 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
- SKALICKÝ, V., 1962: Ein Beitrag zur Erkenntnis der europäischen Arten der Gattung *Agrimonia* L. *Acta Horti Bot. Pragensis* 1962, 87-108
- SKALICKÝ, V.; LEIFERTOVÁ, I., 1969: Farmakobotanické studium rodu *Agrimonia*. I. Zhodnocení *Agrimonia eupatoria* L. subsp. *eupatoria* a *Agrimonia procera* Wallr.. *Československá Farmacie*, XVIII, 7, 329-336
- SPREEUWENBERG, M. A.; VERDONK, J. M.; GASKINS, H. R.; VERSTEGEN, M. W., 2001: Small Intestine Epithelial Barrier Function is Compromised in Pigs with Low Feed Intake at Weaning. *J. Nutr.* 131, (5), 1520-1527
- VENSKUTONIS, P. R.; ŠKÉMAITÉ, M.; RAGAŽINSKIENÉ, O., 2007: Radical Scavenging Capacity of *Agrimonia eupatoria* and *Agrimonia procera*. *Fitoterapia* 78, 2, 166-168
- VENSKUTONIS, P. R.; ŠKÉMAITÉ, M.; SIVIK, B., 2008: Assessment of Radical Scavenging Capacity of *Agrimonia* Extracts Isolated by Supercritical Carbon Dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids* 45, 2, 231-237
- WAGNER, F.; PREDIGER, G.; TIGGEMANN, B.; SCHMIDT, I, 2007: *Der Feldversuch – Durchführung und Technik*. Selbstverlag Fritz Wagner Bad Hersfeld
- WAGNER, H., 1999: *Arzneidrogen und ihre Inhaltsstoffe*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 330-341
- WANG, C. C.; CHU, C. Y.; CHU, K. O.; CHOY, K. W.; KHAW, K. S.; ROGERS, M. S.; PANG, C. P., 2004: Trolox-equivalent antioxidant capacity assay versus oxygen radical absorbance capacity assay in plasma. *Clinical Chemistry*, 50, 952-954.
- WESTENDARP, H., 2006: Zur Wirkung von Gerbstoffen in der Tierernährung = Auswirkungen der Tannine in der Tierernährung. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 113, 7, 264-268
- WICHTL, M. (Hrsg.), 1997: *Teedrogen und Phytopharmaka: Ein Handbuch für die Praxis auf wissenschaftlicher Grundlage*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 39-41
- 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
- WITTMANN, H.; STROBL, W., 1987: Untersuchungen am Artenpaar *Agrimonia eupatoria* L. - *A. procera* WALLR. im Bundesland Salzburg (Österreich). *Linzer biologische Beiträge* 19/1, 91-119
- ZENTEK, J.; HELLWEG, P., 2007: Antinutritive Substanzen in Futtermitteln. Institut für Tierernährung FU Berlin, Präsentation vom 5.7.2007, Internetseite des Bundesinstitutes für Risikobewertung: http://www.bfr.bund.de/cm/232/antinutritive_substanzen_

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	<i>Agrimonia</i> sp.-Sortiment, Kühnfeld Halle, Ernte 2012
Anlage 2	Aussaatvariantenversuch, Etzdorf, Ernte 2011
Anlage 3	Schnittversuch, Zappendorf, Ernte 2011
Anlage 4	Reihenentfernungsversuch, Zappendorf, Ernte 2011
Anlage 5	Standraumversuch, Etzdorf, Ernte 2012
Anlage 6	Pflegeversuch, Zappendorf, Ernte 2011
Anlage 7	Düngungsversuch, Kühnfeld Halle, Ernte 2010, 2011 und 2012
Anlage 8	Erntezeitenversuch, Zappendorf, Ernte 2010, 2011 und 2012
Anlage 9	Vergleich der Stängelabschnitte, Ernte 2010
Anlage 10	Häckselversuch 2011
Anlage 11	Altfläche, Zappendorf, Ernte 2008-2012
Anlage 12	Anbautelegramm, Großer Odermennig (<i>Agrimonia procera</i>) zur Krautgewinnung im ökologischen Anbau (kbA)
Anlage 13	Prüfung von <i>Agrimonia procera</i> -Herba als Futtermittelzusatz (Schwein)
Anlage 14	Wirkung von wässrigen Auszügen aus Kraut von <i>Agrimonia procera</i> auf das Wachstum verschiedener Bakterien
Anlage 15	Lagerversuch mit Blatt-Trockendroge

Anlage 1, Seite 1

Agrimonia sp.-Sortiment, Kühnfeld Halle, Ernte 2012

Standort:	D6, IS, AZ 54	12.3.12	Zwischenreihenfräse
Pflanzung:	23.-24.6.2010 S1-S46	19.3.12	Schneiden
	26.7.2010 S47-S62	20.3.12	Handhacke
Rh-entfernung:	50 cm	9.3.12	Bodenuntersuchung: 25 kg/ha
Rh-länge:	4,0 m		pflanzenverfügbare Stickstoff
Ernte:	28.6.-19.7.12	21.3.12	Düngung 55kgN/ha
	Handernte, jeweils zur Vollblüte	28.3.12	Zwischenreihenfräse
	ca.5 cm Stoppellänge	24.4.12	Handhacke
		18.6.12	Handhacke
		20.7.12	Pflanzen in Isolierstellen verpflanzt

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

Nr	Art Agrimonia	Reihen Anzahl	Pflanzen Anzahl 3.4.12	Wuchshöhe cm 11.5.12	Wuchshöhe cm 7.6.12	Pflanzenlänge cm zur Ernte	Falscher	Echter	Echter	Echter	Blühbeginn Datum 2012	Ernte 2012 Datum	geerntete Pfln Anzahl	Ertrag RW kg zur Ernte	TS %	TM pro Pflanze g	Triebe/ Pflanze Anzahl zur Ernte	Polyphenolgehalt Blätter	Gerbstoffgehalt Blätter
							1-9 30.5.12	1-9 30.5.12	1-9 28.6.12	1-9 11.7.12								% inTS E. 2012	% inTS E. 2012
S1	procera	5	28	34	57	145	1	3	7	7	2.7	11.7	6	6,26	29,6	309	10,2	7,1	5,7
S2	procera	3	21	27	57	114	1	2	5	6	10.6	28.6	6	3,56	27,6	164	6,7	4,9	3,7
S3	procera	4	21	31	60	159	1	1	4	7	22.6	11.7	6	5,58	31,1	289	7,2	6,2	4,8
S4	procera	4	20	43	69	146	1	1	3	4	13.6	29.6	6	6,28	28,5	298	10,8	5,4	4,1
S5	procera	5	12	33	64	131	1	1	3	4	13.6	29.6	6	5,98	28,1	280	8,7	5,7	4,3
S6	procera	4	28	38	65	124	1	2	4	6	13.6	29.6	6	4,58	29,2	223	7,7	6,1	4,5
S7	procera	2	6	30	61	129	1	1	2	nb	13.6	29.6	5	4,28	27,3	234	9,0	6,2	4,7
S8	procera	5	33	42	67	144	1	1	4	7	15.6	4.7	6	5,04	29,6	248	10,8	6,8	5,3
S9	procera	5	30	30	63	122	1	2	3	4	7.6	28.6	6	3,76	27,9	175	9,5	5,0	3,7
S10 =AP01	procera	5	38	30	58	128	1	2	4	6	15.6	29.6	6	4,46	26,3	196	9,0	5,7	4,3
S11 =AP02	procera	4	21	28	54	120	1	3	4	7	7.6	28.6	6	4,58	26,4	201	10,8	5,2	3,8
S12	procera	4	15	38	68	117	1	1	2	3	4.6	28.6	6	4,98	31,6	262	9,0	5,6	4,0
S13	procera	3	10	31	64	145	1	1	2	3	10.6	28.6	6	5,58	29,9	278	9,5	5,2	3,8
S14	procera	2	4	31	58	114	1	1	2	nb	13.6	29.6	4	3,52	27,8	244	10,5	5,8	4,4

Anlage 1, Seite 2
Agrimonia sp.-Sortiment, Kühnfeld Halle, Ernte 2012

Nr	Art Agrimonia	Reihen Anzahl	Pflanzen Anzahl 3.4.12	Wuchshöhe cm 11.5.12	Wuchshöhe cm 7.6.12	Pflanzenlänge cm zur Ernte	Falscher	Echter	Echter	Echter	Blühbeginn Datum 2012	Ernte 2012 Datum	geerntete Pfln Anzahl	Ertrag RW kg zur Ernte	TS %	TM pro Pflanze g	Triebe/ Pflanze Anzahl zur Ernte	Polyphenol-	Gerbstoff-
							Mehltau 1-9 30.5.12	Mehltau 1-9 30.5.12	Mehltau 1-9 28.6.12	Mehltau 1-9 11.7.12								gehalt Blätter % inTS E. 2012	gehalt Blätter % inTS E. 2012
S15	procera	2	14	39	61	111	1	1	4	4	11.6	28.6	6	3,20	30,8	164	11,8	5,4	4,0
S16	procera	5	32	33	56	123	1	1	2	3	15.6	4.7	6	3,92	28,1	184	13,5	6,0	4,6
S17	procera	5	30	35	68	154	1	1	2	3	16.6	4.7	6	5,50	27,9	256	13,0	5,4	3,9
S18	procera	5	35	36	80	152	1	2	4	5	10.6	28.6	6	5,64	28,0	264	11,2	5,9	4,4
S19	procera	5	34	39	82	177	1	1	2	4	14.6	4.7	6	8,54	27,6	393	15,3	5,6	4,2
S20	procera	4	21	35	77	156	1	2	3	4	13.6	29.6	6	6,48	27,8	300	14,2	6,2	4,7
S21	procera	4	30	36	90	168	1	1	2	3	10.6	28.6	6	5,70	30,1	286	11,2	5,2	3,7
S22	procera	1	8	34	78	156	1	2	4	6	13.6	29.6	6	6,74	27,4	307	13,5	5,6	4,1
S23	procera	3	11	40	84	143	1	2	4	7	7.6	28.6	6	7,24	28,2	340	11,5	5,5	4,1
S24	procera	5	24	37	83	162	1	1	2	3	13.6	29.6	6	7,48	27,9	348	12,0	5,2	3,8
S25	procera	5	26	32	61	108	1	2	4	5	7.6	28.6	6	4,34	29,1	210	8,7	5,2	3,9
S26 =AP03	procera	4	32	43	82	183	1	2	4	5	19.6	11.7	6	8,06	31,9	428	16,2	5,7	4,2
S27	procera	4	32	36	71	153	1	4	6	7	15.6	4.7	6	5,40	30,9	278	12,0	6,7	5,1
S28	procera	4	28	32	68	150	1	2	2	3	13.6	29.6	6	5,66	29,7	280	11,5	5,7	4,2
S29	procera	4	31	30	67	142	1	1	2	2	12.6	28.6	6	4,74	27,9	220	11,5	5,0	3,7
S30	procera	4	28	23	55	132	1	2	2	2	14.6	4.7	6	3,44	29,0	166	10,3	5,5	4,2
S31	procera	5	40	27	48	122	1	1	2	2	18.6	11.7	6	3,20	33,3	178	9,0	5,0	3,5
S32	procera	5	40	33	58	117	1	1	3	4	13.6	29.6	6	3,76	28,1	176	14,5	6,0	4,3

Anlage 1, Seite 3
Agrimonia sp.-Sortiment, Kühnfeld Halle, Ernte 2012

Nr	Art Agrimonia	Reihen Anzahl	Pflanzen Anzahl 3.4.12	Wuchshöhe cm 11.5.12	Wuchshöhe cm 7.6.12	Pflanzenlänge cm zur Ernte	Falscher	Echter	Echter	Echter	Blühbeginn Datum 2012	Ernte 2012 Datum	geerntete Pfln Anzahl	Ertrag RW kg zur Ernte	TS %	TM pro Pflanze g	Triebe/ Pflanze Anzahl zur Ernte	Polyphenol-	Gerbstoff-
							Mehltau 1-9 30.5.12	Mehltau 1-9 30.5.12	Mehltau 1-9 28.6.12	Mehltau 1-9 11.7.12								gehalt Blätter % inTS E. 2012	gehalt Blätter % inTS E. 2012
S33	procera	4	26	37	72	136	1	1	3	4	11.6	28.6	6	5,10	30,1	256	10,3	5,5	4,0
S34	procera	4	32	31	69	146	1	4	7	9	14.6	4.7	6	5,26	25,3	222	9,5	5,6	4,0
S35	procera	4	28	44	98	156	1	2,5	5	7	10.6	28.6	6	5,14	25,9	222	14,7	5,7	4,3
S36	procera	5	40	32	79	141	1	3	4	6	7.6	28.6	6	5,44	25,4	231	11,3	5,8	4,3
S47	procera	3	13	28	48	116	1	2	3	3	13.6	29.6	6	5,36	27,2	243	7,8	5,1	3,8
S48	procera	2	8	34	56	120	1	2	4	4	12.6	28.6	6	5,34	28,1	250	8,7	4,9	3,7
S49	procera	1	4	31	45	108	1	4	6	nb	15.6	4.7	4	2,66	31,8	212	9,3	4,3	3,0
S50	procera	1	5	35	77	122	1	2	4	nb	4.6	28.6	5	4,98	31,7	316	8,8	4,5	3,4
S51	procera	1	5	38	73	143	1	3	3	4	20.6	11.7	5	5,92	37,7	446	8,0	6,3	4,7
S54	procera	1	2	41	66	135	1	2	5	nb	14.6	4.7	2	2,30	30,1	346	10,5	5,4	4,0
S55	procera	1	2	41	74	141	1	2,5	4	nb	12.6	28.6	2	2,20	30,0	330	9,5	4,9	3,7
S56	procera	1	2	24	62	123	1	1	4	nb	13.6	29.6	2	1,38	29,5	204	4,0	5,0	3,6
S61	procera	1	1	48	70	138	1	2	3	3	18.6	-	-	-	-	-	14,0		
S63	procera	1	1	31	58	116	1	1	3	nb	10.6	28.6	1	0,86	30,3	260	6,0	4,8	3,4
S68	procera	1	5	28	60	133	1	1	2	4	17.6	11.7	5	5,36	30,6	328	7,6	6,8	5,1
MITTEL (A.procera)			20	34	67	137	1,0	1,8	3,5	4,6	12.6	1.7	5,5	4,89	29,1	262	10,4	5,6	4,1
MINIMUM (A.procera)			1	23	45	108	1,0	1,0	2,0	2,0	4.6	28.6	1,0	0,86	25,3	164	4,0	4,3	3,0
MAXIMUM (A.procera)			40	48	98	183	1,0	4,0	7,0	9,0	2.7	11.7	6,0	8,54	37,7	446	16,2	7,1	5,7
STANDARDABWEICH. (A.procera)				5,4	11,0	18,1	0,0	0,9	1,3	1,7	4,7	4,4	1,2	1,59	2,2	66,5	2,5	0,6	0,5

Anlage 1, Seite 4
Agrimonia sp.-Sortiment, Kühnfeld Halle, Ernte 2012

Nr	Art Agrimonia	Reihen Anzahl	Pflanzen Anzahl 3.4.12	Wuchshöhe cm 11.5.12	Wuchshöhe cm 7.6.12	Pflanzenlänge cm zur Ernte	Falscher	Echter	Echter	Echter	Blühbeginn Datum 2012	Ernte	ge-	Ertrag	TS	TM pro	Triebe/	Polyphenol-	Gerbstoff-
							Mehltau 1-9 30.5.12	Mehltau 1-9 30.5.12	Mehltau 1-9 28.6.12	Mehltau 1-9 11.7.12		Datum	erntete Pfln Anzahl	RW kg zur Ernte	% zur Ernte	Pflanze g	Anzahl zur Ernte	gehalt Blätter % inTS E. 2012	gehalt Blätter %inTS E. 2012
S37	eupatoria	5	27	18	37	104	3	3	9	9	12.6	-	-	-	-	-	9,0		
S38	eupatoria	5	25	17	43	107	2	4	9	9	30.5	-	-	-	-	-	7,2		
S39	eupatoria	5	30	17	35	99	2	3	6	8	6.6	-	-	-	-	-	6,5		
S40	eupatoria	3	14	18	32	96	4	3	9/5	9	uglm	-	-	-	-	-	12,5		
S41	eupatoria	2	6	15	32	92	2	2	6	7	9.6	-	-	-	-	-	6,7		
S42	eupatoria	2	7	15	27	82	3	2	6	8	7.6	-	-	-	-	-	8,7		
S43	eupatoria	4	31	20	43	123	2	2	7	9	12.6	-	-	-	-	-	8,7		
S44	eupatoria	4	14	18	55	126	1	3	8	9	7.6	-	-	-	-	-	5,5		
S45	eupatoria	5	38	16	38	110	1	3	5	8	7.6	-	-	-	-	-	8,3		
S46	eupatoria	5	38	17	42	111	2	4	5	9	7.6	-	-	-	-	-	6,5		
S57	eupatoria	2	11	17	38	106	3	3	5	8	9.6	-	-	-	-	-	8,3		
S58	eupatoria	2	11	19	50	103	1	5	9	9	7.6	-	-	-	-	-	7,0		
S59	eupatoria	1	6	11	20	92	2	2	6	8	24.6	-	-	-	-	-	8,6		
S60	eupatoria	1	5	19	40	107	2	4	6	9	7.6	-	-	-	-	-	10,0		
S62	eupatoria	1	1	4	4	nb	nb	nb	nb	nb	-	-	-	-	-	-	-		
MITTEL (A.eupatoria)			18	16	36	104	2,1	3,1	6,7	8,5	8.6						8,1		
MINIMUM (A.eupatoria)			1	4	4	82	1,0	2,0	5,0	7,0	30.5						5,5		
MAXIMUM (A.eupatoria)			38	20	55	126	4,0	5,0	9,0	9,0	24.6						12,5		
STANDARDABWEICH. (A.eupatoria)				3,9	11,9	11,4	0,8	0,9	1,5	0,6	5,4						1,7		

Anlage 1, Seite 5

Agrimonia sp.-Sortiment, Kühnfeld Halle, Ernte 2012

Nr	Art Agrimonia	Reihen Anzahl	Pflanzen Anzahl 3.4.12	Wuchshöhe cm 11.5.12	Wuchshöhe cm 7.6.12	Pflanzenlänge cm zur Ernte	Falscher Mehltau 1-9 30.5.12	Echter Mehltau 1-9 30.5.12	Echter Mehltau 1-9 28.6.12	Echter Mehltau 1-9 11.7.12	Blühbeginn Datum 2012	Ernte 2012 Datum	geerntete Pfln Anzahl	Ertrag RW kg zur Ernte	TS % zur Ernte	TM pro Pflanze g	Triebe/ Pflanze Anzahl zur Ernte	Polyphenolgehalt Blätter % inTS E. 2012	Gerbstoffgehalt Blätter %inTS E. 2012
S53	repens	1	2	44	77	108	1	1	1	nb	4.6	28.6	2	2,74	29,4	403	8,5	4,2	2,9
S64	repens	1	1	35	66	100	1	1	1	1	30.5	-	-	-	-	-	4,0		
S67a	repens	1	1	41	73	110	1	1	1	1	4.6	-	-	-	-	-	8,0		
S67b	pilosa	1	2	25	41	68	1	1	1	1	s.spät	-	-	-	-	-	19,5		
S66a	pilosa	1	3	17	30	67	1	1	1	1	s.spät	19.7	3	2,04	30,8	209	18,0	4,7	3,3
MITTEL (andere Arten)			2	32	57	91	1,0	1,0	1,0	1,0	2.6	8.7	2,5	2,39	30,1	306	11,6	4,5	3,1
MINIMUM (andere Arten)			1	17	30	67	1,0	1,0	1,0	1,0	30.5	28.6	2,0	2,04	29,4	209	4,0	4,2	2,9
MAXIMUM (andere Arten)			3	44	77	110	1,0	1,0	1,0	1,0	s.spät	19.7	3,0	2,74	30,8	403	19,5	4,7	3,3
STANDARDABWEICH. (andere Arten)				10,1	18,4	19,3	0,0	0,0	0,0	0,0							6,1		
Versuchsmittel			18	30	59	126	1,2	2,0	3,9	5,3	11.6	1.7	5,3	4,78	29,1	264	10,0	5,5	4,1
STANDARDABWEICH. (Versuch)				9,4	17,5	23,8	0,6	1,0	2,0	2,5	5,5	5.1	1,4	1,63	2,2	68,6	3,0	0,6	0,6

Anlage 4

Agrimonia procera - Reihentfernungsversuch, Zappendorf, Ernte 2011

Standort	Lö2, L/sL, AZ 85	7.9.10	Handhacke	31.KW11	Handhacke
Vorfrucht	Perserklee	6.3.11	Zwischenreihenfräse	7.8.11	Zwischenreihenfräse, nur St2
Aussaat:	12.10.2008, 6 + 12 Rh, Handsämaschine	15.3.11	Bodenuntersuchung:	11.9.11	Zwischenreihenfräse, nur St2
	Saatstärke St1: 39,7 kg/ha; St2: 19,6 kg/ha		St1: 55 kg pflanzenverfügbarer N/ha	23.9.11	Handhacke, nur St1
Saatgut:	Stamm AP01, E.08		St2: 50 kg pflanzenverfügbarer N/ha	1.10.11	Mahd, Rasenmäher
Rh-entfernung	37,5 und 75 cm	1.4.11	Dgg., So.blu.Presskuchen 70kgN/ha		
Teilstück	10,0 m lang, je 4Rh*0,375m = 15,0 m ² Erntefläche	7.4.11	Zwischenreihenfräse		
	oder 2Rh*0,75 = 15,0 m ² Erntefläche	9.4.11	Handhacke		
Ernte:	11.7.2011, Schnitt per Hand	12.7.11	Zwischenreihenfräse		
	5-10 cm Stoppellänge				

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

Sign=Signifikanz im Mittelwertvergleich (t-test, Bezugsbasis: St1, * α=5%, ** α=1%)

Nr.	r	Wuchshöhe	Pflanzenlänge	Falscher Mehltau	Echter Mehltau	Echter Mehltau	Rost	Stauden	Triebe	Triebe/Staude	Lager	FM-Ertrag	TS	TM-Ertrag	Blattanteil	Stängelanteil	Gerbstoffgehalt Blätter	Gerbstoffgehalt Stängel	Keimzahl Blätter	Keimzahl Stängel
		cm	cm Sign	1-9	1-9	1-9	1-9	Anz/m ² Sign	Anz/m ² Sign	Anz Sign	1-9	kg/Tst	%	dt/ha Sign	%	%	% inTM	% inTM	KBE/g*10 ⁴	KBE/g*10 ⁴
		7.6.11	11.7.11	11.7.11	7.6.11	11.7.11	29.9.11	12.7.11	12.7.11	12.7.10	zurErnte									
St1 Reihen- entfernung= 37,5 cm	a	76	158	3	2	8	3	12,3	82,7	6,7		62,5	25,9	107,9	34	66				
	b	76	152	2	2	7	3	11,2	73,6	6,6		63,1	24,5	103,1	35	65				
	c	81	158	2	2	7	3	10,7	78,9	7,4		59,4	24,3	96,4	33	67				
	d	81	165	2	2	8	3	10,4	75,2	7,2		60,2	24,6	98,7	33	67				
Mittel		79	158	2,3	2,0	7,5	3,0	11,2	77,6	7,0	2	61,3	24,8	101,5	34	66	4,1	2,1	610	14,0
St2 Reihen- entfernung= 75 cm	a	78	150	2	4	7	3	5,7	52,7	9,2		52,1	26,3	91,3	38	62				
	b	75	148	2	4	8	3	4,4	42,9	9,8		45,1	27,1	81,4	35	65				
	c	79	155	2	3	7	3	5,3	48,4	9,1		49,2	26,0	85,1	36	64				
	d	78	158	2	3	7	3	4,9	37,5	7,7		47,6	25,9	82,0	34	66				
Mittel		77	153 *	2,0	3,5	7,3	3,0	5,1 **	45,4 **	8,9 *	3	48,5	26,3	85,0 **	36	64	4,6	2,6	210	20,6
Versuchsmittel		78	155	2,1	2,8	7,4	3,0	8,1	61,5	8,0	2,5	54,9	25,6	93,2	35	65	4,3	2,4	410	17,3
Grenzdifferenzen	α=5%		4,17					1,16	5,83	1,84				6,76						
	α=1%		7,65					2,12	10,69	3,38				12,40						

Anlage 5

Agrimonia procera - Standraumversuch, Etzdorf, Ernte 2012

Standort:	Lö1, L, AZ 93	12.4.11	Aufgang	28.7.11	Handhacke
Aussaat:	22.10.2010	18.4.11	Bodenuntersuchung: 87 kg/ha	17.8.11	Handhacke
Saatgut:	Stamm AP02, E.10; 47,7 kg/ha		pflanzenverfügbare Stickstoff	30.9.11	Mahd
Rh-entfernung	50 cm	30.4.11	Handhacke	9.3.12	Bodenuntersuchung: 37 kg/ha
Teilstück	25,5 m ² Anlagefläche; 17,0 m ² Erntefläche	5/11	Zwischenreihenfräse		pflanzenverfügbare Stickstoff
Ernte:	22.6.2012	13.5.11	Standraumzumessung und Handhacke	19.3.12	Zwischenreihenfräse
	Handernte, 5 cm Stoppellänge			20.3.12	Düngung mit KAS
		1.6.11	Nachvereinzeln, Handhacke		63 kgN/ha
		13.6.11	Zwischenreihenfräse	28.3.12	Handhacke
		7.7.11	Zwischenreihenfräse	19.4.12	Handhacke

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

Sign=Signifikanz im Mittelwertvergleich (t-test, Bezugsbasis: Est1, * α=5%, ** α=1%)

Nr.	r	geplante Bestandesdichte Pfln/m ²	Wuchshöhe		Pflanzenlänge		Falscher Mehltau		Echter Mehltau		Rost		Pflanzen			Stauden			Triebe		Triebe/Staude		Blühbeginn		FM-Ertrag		TS		TM-Ertrag		Blattanteil		Stängelanteil	
			cm	Sign	cm	Sign	1-9	1-9	1-9	1-9	Anz/m ²	Anz/m ²	Anz/m ²	Anz/m ²	Sign	Anz/m ²	Sign	Anzahl	Sign	Datum	kg/Tst	%	dt/ha	Sign	%	%								
Est 1	a		45		104		2	1	2	1	2	67,8	24,5	26,8	30,8	77,2	2,5	15,6	44,5	23,9	62,5	44	56											
	b		63		118		2	1	6	1	6	70,8	30,0	30,5	30,2	88,8	2,9	16,6	65,3	23,1	88,8	44	56											
	c		51		107		2	1	3	1	3	85,2	27,8	33,0	31,0	92,6	3,0	16,6	54,3	23,5	75,0	42	58											
	d		51		107		2	2	4	2	4	77,2	23,8	30,8	23,4	83,8	3,6	17,6	55,2	22,8	74,0	44	56											
	Mittel	wie gedrillt	52		109		2,0	1,3	3,8	1,3	3,8	75,3	26,5	30,3	28,9	85,6	3,0	16,6	54,8	23,3	75,1	44	56											
Est 2	a		39		87		2	1	2	1	2	4,5	4,3	4,0	4,4	32,4	7,4	14,6	29,1	24,1	41,2	44	56											
	b		43		87		2	1	2	1	2	6,2	4,0	4,0	4,2	29,4	7,0	14,6	35,0	24,5	50,3	45	55											
	c		39		90		2	1	3	1	3	4,5	4,0	4,0	4,6	35,6	7,7	15,6	29,7	23,4	41,0	43	57											
	d		43		81		2	1	3	1	3	4,5	3,8	4,0	4,0	32,2	8,1	15,6	33,1	23,1	45,0	44	56											
	Mittel	4	41	**	86	**	2,0	1,0	2,5	1,0	2,5	4,9	4,0	4,0	4,3	**	32,4	**	7,5	**	14,6	31,7	23,8	44,4	**	44	56							
Est 3	a		40		101		2	1	4	1	4	8,5	8,0	8,3	8,0	42,2	5,3	14,6	36,4	23,6	50,6	42	58											
	b		47		103		2	1	6	1	6	8,3	8,0	7,5	8,2	51,4	6,3	14,6	40,5	24,1	57,4	39	61											
	c		42		102		2	1	2	1	2	8,8	8,0	7,8	7,8	40,6	5,2	14,6	36,4	22,9	49,0	45	55											
	d		43		93		2	2	3	2	3	8,8	8,0	8,0	7,4	40,0	5,4	14,6	38,1	22,8	51,2	40	60											
	Mittel	8	43	**	100	**	2,0	1,3	3,8	1,3	3,8	8,6	8,0	7,9	7,9	**	43,6	**	5,5	**	14,6	37,9	23,3	52,1	**	42	58							
Est 4	a		47		102		2	1	8	1	8	12,8	12,3	12,8	11,6	46,0	4,0	14,6	43,4	23,1	58,8	42	58											
	b		47		105		2	1	6	1	6	12,8	11,3	11,5	12,2	43,8	3,6	14,6	44,3	25,1	65,4	42	58											
	c		50		103		2	1	4	1	4	12,3	10,5	12,8	10,6	45,8	4,3	14,6	42,0	23,8	58,9	43	57											
	d		44		95		2	1	4	1	4	12,3	11,0	11,8	11,6	38,8	3,3	14,6	37,2	23,4	51,2	43	57											
	Mittel	12	47		101	*	2,0	1,0	5,5	1,0	5,5	12,5	11,3	12,2	11,5	**	43,6	**	3,8	*	14,6	41,7	23,8	58,6	**	42	58							
Est 5	a		49		105		2	1	8	1	8	16,3	16,0	18,8	16,0	51,4	3,2	14,6	44,0	23,1	59,9	41	59											
	b		49		106		2	1	4	1	4	18,0	16,0	17,5	16,0	51,4	3,2	14,6	45,6	24,5	65,6	42	58											
	c		51		113		2	1	4	1	4	18,0	15,5	19,8	16,2	53,4	3,3	14,6	50,4	24,4	72,4	45	55											
	d		54		110		2	1	3	1	3	17,5	15,3	18,0	16,4	48,0	2,9	14,6	45,6	24,8	66,6	44	56											
	Mittel	16	51		109		2,0	1,0	4,8	1,0	4,8	17,4	15,7	18,5	16,2	**	51,1	**	3,2		14,6	46,4	24,2	66,1	*	43	57							
Versuchsmittel			47		101		2,0	1,1	4,1		23,7	13,1	14,6	13,7	51,2	4,6	14,6	42,5	23,7	59,2	43	57												
Grenz-		α=5%	5,67		5,99									2,55	6,25	0,69								7,81										
differenzen		α=1%	7,95		8,40									3,57	8,76	0,96								10,95										

Anlage 6

Agrimonia procera - Pflegeversuch, Zappendorf, Ernte 2011

Standort:	Lö2, L/sL, AZ 85	7.9.10	Handhacke (P1-P3)	7.4.11	Zwischenreihenfräse (P1-3)
Vorfrucht:	Weidelgras	14.,15.3.11	Zwischenreihenfräse (P1-3)	18.4.11	Zwischenreihenfräse (P1)
Aussaat:	12.10.2008, ges 22 Rh, Handsämaschine	15.3.11	Bodenuntersuchung:	25.4.11	Handhacke (P1)
	Saatstärke 29,4 kg/ha		P1: 37 kg pflanzenverfügbarer N/ha	8.7.11	Zwischenreihenfräse
Saatgut:	Stamm AP01, E.08		P2: 40 kg pflanzenverfügbarer N/ha	6.8.11	Zwischenreihenfräse
Teilstück:	9,5 m lang, je 6 Rh = 28,5 m² Erntefläche		P3: 42 kg pflanzenverfügbarer N/ha	16.8.11	Handhacke (P1-P3)
Reihenentfern.:	50 cm	1.4.11	Dgg., So.blu.Presskuchen 85 kgN/ha	11.9.11	Zwischenreihenfräse
Ernte:	Schnitt per Hand am 6.,7.7.2011	13.KW11	Handhacke (P1,P2)	30.10.11	Mahd, Rasenmäher
	5-10 cm Stoppellänge				

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

Sign=Signifikanz im Mittelwertvergleich (t-test, Bezugsbasis: P1, * $\alpha=5\%$, ** $\alpha=1\%$)

Nr.	r	Pflege im Frühjahr des Erntejahres	Wuchshöhe		Pflanzenlänge		Fal-scher Mehl-t.		Echter Mehl-tau		Rost	Stau-den	Triebe	Triebe/ Stau-de	Lager	FM- Ertrag	TS		TM- Ertrag	Blatt- anteil	Stän- gel- anteil	Gerb- stoff- gehalt Blätter	Gerb- stoff- gehalt Stängel	
			cm	Sign	cm	Sign	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	Anz/m²	Anz/m²	Anzahl	zurErnte	kg/Tst	%	Sign	dt/ha	Sign	%	%	% inTM	% inTM
			10.6.11		6.7.11		10.6.11	6.7.11	10.6.11	6.7.11	14.10.10	8.7.11	8.7.11	8.7.11										
P1	a	3 Zwischenreihenfräsgänge, 2 Handhacken	109		166		4	2	4	7	3	13	66	5,1	2	122	23,8		102,0	34	66			
	b		113		174		4	2	4	7	2	15	65	4,4	2	117	25,3		103,9	36	64			
	c		106		170		4	2	4	7	2	14	67	4,7	2	116	26,6		108,6	35	65			
	d		100		168		4	2	5	7	2	15	69	4,7	2	122	23,4		100,0	35	65			
	Mittel			107		169		4,0	2,0	4,3	7,0	2,3	14,1	66,7	4,7	2,0	119	24,7		103,6	35	65	5,0	2,6
P2	a	2 Zwischenreihenfräsgänge, 1 Handhacke	116		171		3	2	4	7	2	16	67	4,3	2	128	25,0		112,1	33	67			
	b		116		173		3	2	3	7	2	15	63	4,3	2	127	24,7		109,6	35	65			
	c		112		176		3	2	3	7	1	14	67	4,7	2	126	25,3		112,2	32	68			
	d		106		174		3	2	4	7	2	15	74	5,0	2	127	25,2		112,1	33	67			
	Mittel			113 *		174 *		3,0	2,0	3,5	7,0	1,8	14,9	67,6	4,6	2,0	127	25,0		111,5 **	33	67	4,5	2,4
P3	a	2 Zwischenreihenfräsgänge	112		174		3	2	3	7	2	13	63	4,7	2	120	27,1		114,5	34	66			
	b		119		177		3	2	3	7	2	16	73	4,4	2	125	25,8		113,2	33	67			
	c		119		178		3	2	4	7	2	15	69	4,7	2	120	27,1		113,6	32	68			
	d		110		172		3	2	4	7	3	14	64	4,7	2	114	27,7		111,2	35	65			
	Mittel			115 **		175 **		3,0	2,0	3,5	7,0	2,3	14,6	67,3	4,6	2,0	120	26,9 *		113,1 **	33	67	4,8	2,6
Versuchsmittel			112		173		3	2	3,8	7,0	2,1	14,5	67,2	4,6	2,0	122	25,6		109,4	34	66	4,7	2,5	
Grenzdifferenzen			$\alpha=5\%$	4,69	3,54												1,80		3,83					
			$\alpha=1\%$	7,10	5,37												2,72		5,80					

Anlage 7

Agrimonia procera - Düngungsversuch, Kühnfeld Halle, Ernte 2010, 2011 und 2012

Standort:	D5, IS, AZ 60	Saatgut:	Stamm AP01, 27,6 kg/ha	Anzahl	
Vorfrucht:	Sommergerste	Reihenentfernung:	50 cm	Wiederholungen:	4
Aussaart:	13.10.08	Teilstückgröße:	21,25 m ² Anlagefläche 12,75 m ² Erntefläche	Ernte:	Handernte, 5-10 cm Stoppellänge

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

Sign=Signifikanz im Mittelwertvergleich (t-test, Bezugsbasis: AD2, * $\alpha=5\%$, ** $\alpha=1\%$)

Nr	Boden- untersuch- pflanzen- verfügbar.N	Früh- jahrs- düngung	Som- mer- düngung	Pflanzen- länge	Pflanzen- länge	Echter Mehl- tau	Fal- scher Mehl.	Stau- den	Triebe	Triebe/ Stau- de	Blüh- beginn	Lager	FM- Ertrag	TS	TM- Ertrag	Blatt- anteil	Gerb- stoff Blä	Gerb- stoff Stä	Gerb- stoff- ertrag	Keim- zahl Blä	Keim- zahl Stä
	kgN/ha	kgN/ha	kgN/ha	cm Sign	cm Sign	1-9	1-9	Anz/m ²	Anz/m ² Sign	Anzahl Sign	Datum	1-9	kg/Tst	%	dt/ha Sign	%	% inTM	% inTM	kg/ha Sign	KBE/g *10 ⁴	KBE/g *10 ⁴
2010	3.3.10	24.3.10	19.7.10	18.6.10	1.7.10	18.6.10	18.6.10	19.7.10	19.7.10	19.7.10	Dat	zurErnte	1.7.10	1.7.10							
AD1	39	0	0	95	119	4,3	2,9	6,9	41,1	6,1	21.6	1,0	27,3	30,8	65,9	42,7	5,7	2,6	258	nb	nb
AD2	39	31	50	102	121	5,2	3,1	7,5	38,8	5,1	21.6	1,0	29,8	30,1	70,5	42,4	5,0	2,4	247	nb	nb
AD3	39	71	50	110 *	125	5,6	4,5	6,8	39,0	5,8	21.6	1,0	30,7	32,8	78,6	41,2	3,9	2,0	219	nb	nb
AD4	39	111	50	111 *	121	6,5	5,2	7,0	37,4	5,4	21.6	1,0	31,5	33,8	83,2 *	42,7	4,0	2,4	256	nb	nb
AD5	39	71	0	107	118	5,2	4,8	7,3	42,3	5,8	21.6	1,0	32,4	32,3	82,2 *	nb	nb	nb	229	nb	nb
AD6	39	71	100	107	122	5,8	4,5	7,1	42,8	6,1	21.6	1,0	32,3	31,5	79,5	nb	nb	nb	221	nb	nb
Jahresmittel 2010				105	121	5,4	4,3	7,0	39,5	5,7	21.6	1,0	30,1	32,0	75,5	42,1	4,6	2,3	238		

2011	15.3.11	30.3.11	3.8.11	16.6.11	27.6.11	14.6.11	24.5.11	1.7.11	1.7.11	1.7.11	2011	zurErnte	27.6.11	27.6.11							
AD1	28	0	0	72	82	6,5	1,0	6,0	47,0	7,9	14.6	2,0	17,4	32,5	44,3	51,9	5,0	2,8	174 *	3,0	0,82
AD2	20	50	50	69	75	7,0	1,5	6,8	53,1	7,8	14.6	2,0	20,6	33,1	53,4	50,2	4,4	3,5	212	23,4	1,44
AD3	17	93	50	63	72	7,0	1,3	6,2	51,7	8,4	16.6	2,0	19,8	33,0	51,3	54,8	3,6	3,2	177	35,0	0,48
AD4	20	130	50	66	71	7,0	1,3	6,5	52,3	8,2	20.6	2,0	20,8	33,9	55,2	52,6	3,8	3,5	201	31,0	0,80
AD5	15	95	0	65	70	7,0	1,8	7,1	57,6	8,2	18.6	2,0	21,4	32,8	55,0	52,1	3,8	3,2	193	35,5	0,63
AD6	19	91	100	63	70	6,5	1,8	6,6	56,2	8,5	16.6	2,0	20,8	33,0	53,6	54,6	3,9	3,4	198	9,4	0,62
Jahresmittel 2011				66	73	6,8	1,4	6,5	53,0	8,2	16.6	2,0	20,1	33,1	52,1	52,7	4,1	3,3	192	22,9	0,80

2012	9.3.12	21.3.12		8.6.12	29.6.12	30.5.12	30.5.12	zurErnte	zurErnte	zurErnte	2012	zurErnte	2.7.12	2.7.12							
AD1	14	0		60 **	128 **	1,3	1,0	7,3	57,1 **	7,8 *	16.6	2,0	29,3	27,3	62,5 **	41,3	6,0	3,5	284 **	18	15,7
AD2	15	55		80	150	2,8	2,0	8,5	77,2	9,3	16.6	2,0	50,7	25,8	102,1	37,5	5,3	3,3	413	99	3,0
AD3	15	95		82	155	2,8	2,5	7,2	82,5	11,5 **	16.6	2,0	57,7	24,4	110,6	36,5	4,4	3,1	395	860	17,7
AD4	16	134		81	149	2,5	2,8	7,4	73,6	10,1	16.6	2,0	58,5	23,1	106,0	38,2	4,4	3,2	388	1540	17,8
AD5	13	97		81	156	2,8	2,3	8,6	83,8	9,8	16.6	2,0	57,8	23,6	106,4	35,8	4,8	2,9	383	755	19,3
AD6	16	94		81	153	2,5	3,5	7,0	79,2	11,3 **	16.6	2,0	59,3	24,4	112,8 *	37,7	4,3	2,8	381	725	9,4
Jahresmittel				78	149	2,4	2,3	7,7	75,6	10,0	16.6	2,0	52,2	24,8	100,1	37,8	4,9	3,1	374	666	13,8

Mittelwerte über die Jahre 2010-2012:

AD1				76 **	110	4,0	1,6	6,7	48,4 **	7,2	16.2	1,7	24,7	30,2	57,6 **	45,3	5,6	3,0	239 **	11	8,3
AD2				84	115	5,0	2,2	7,6	56,4	7,4	16.2	1,7	33,7	29,7	75,3	43,4	4,9	3,1	290	61	2,2
AD3				85	117	5,1	2,8	6,7	57,7	8,6 **	16.2	1,7	36,1	30,1	80,2	44,2	4,0	2,8	264 *	448	9,1
AD4				86	114	5,3	3,1	6,9	54,4	7,9	18.2	1,7	36,9	30,3	81,5 *	44,5	4,1	3,0	282	786	9,3
AD5				85	115	5,0	2,9	7,7	61,2 *	7,9	17.2	1,7	37,2	29,6	81,2 *	43,9	4,3	3,1	268 *	395	10,0
AD6				84	115	4,9	3,3	6,9	59,4	8,7 **	16.2	1,7	37,5	29,6	82,0 *	46,1	4,1	3,1	267 *	367	5,0
Versuchsmittel				83	114	4,9	2,7	7,1	56,0	7,9	16.2	1,7	34,1	29,9	75,9	44,2	4,5	2,9	268	345	7,3

Anlage 8

Agrimonia procera - Erntezeitenversuch, Zappendorf, Ernte 2010, 2011 und 2012

Standort:	Lö2, L/sL, AZ 85	Teilstück:	9,5 m lang, je 5 Rh = 23,75 m ² Erntefläche
Vorfrucht:	Lappula squarrosa	Reihenentfernung:	50 cm
Aussaat:	12.10.2008, Handsämaschine	Anzahl Wiederholungen:	4
	Saatstärke: 29,4 kg/ha	Ernte:	Schnitt per Hand, 5-10 cm Stoppellänge
Saatgut:	Stamm AP01, E 08	Erntezeitpunkte:	1. kurz nach Blühbeginn 2. zur Hauptblüte 3. Blühende

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

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

Erntezeitpunkt	Pflanzenlänge	Pflanzenlänge	Pflanzenlänge	Falscher Mehl.	Falscher Mehl.	Falscher Mehl.	Falscher Mehl.	Echter Mehltau	Echter Mehltau	Echter Mehltau	Stauden	Stauden	Triebe	Ernte	Lager	FM-Ertrag	TS	TM-Ertrag	Blattanteil	Stängelanteil	Gerbstoff Blä	Gerbstoff Stä	Gerbstoff-ertrag	Keimzahl Blä	Keimzahl Stä		
	cm	cm	cm	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	1-9	Anz/m ²	Anz/m ²	Anz/m ²	Datum	1-9	kg/Tst	%	dt/ha Sign	%	%	% inTM	% inTM	kg/ha Sign	KBE/g*10 ⁴	KBE/g*10 ⁴		
im Jahr 2010:	26.6.10	7.7.10	15.7.10	9.6.10	26.6.10	7.7.10	15.7.10	26.6.10	7.7.10	15.7.10	22.4.10	zurErnte	zurErnte	2010	zurErnte												
1.Ernte	149	-	-	4,1	4,9	-	-	1,0	-	-	8,4	11,4	54,3	28.6	1,0	107	21,9	98,9	44	56	3,3	0,8	188				
2.Ernte	149	185	-	4,0	4,0	4,1	-	1,0	2,0	-	8,1	10,8	54,5	7.7	2,0	117	24,9	122,7 **	38	62	3,3	1,0	227 **				
3.Ernte	149	183	203	4,5	4,8	4,3	3,8	1,0	2,0	2,0	9,1	12,2	56,9	15.7	3,5	123	25,5	132,3 **	33	67	4,0	1,0	264 **				
Jahresmittel	149	184	203	4,2	4,6	4,2	3,8	1,0	2,0	2,0	8,6	11,5	55,2		2,2	116	24,1	118,0	38	62	3,5	0,9	226				
im Jahr 2011:	22.6.11	5.7.11	18.7.11	10.6.11	22.6.11	5.7.11	18.7.11	22.6.11	5.7.11	18.7.11	29.4.11	zurErnte	zurErnte	2011	zurErnte												
1.Ernte	148	-	-	4,0	3,0	-	-	4,6	-	-	8,9	9,2	80,8	23.6	2,0	104	21,9	95,7	42	58	4,4	1,7	267	59,0	2,10		
2.Ernte	146	170	-	3,8	3,0	2,3	-	5,5	6,5	-	8,8	8,6	78,5	6.7	2,0	107	24,3	109,3 *	35	65	4,9	1,9	325 **	19,3	1,01		
3.Ernte	142	167	172	3,3	3,0	2,5	2,0	4,0	5,8	7,0	8,9	9,8	70,2	18.7	3,0	108	27,0	122,9 **	31	69	5,0	2,3	383 **	170,0	8,30		
Jahresmittel	145	168	172	3,7	3,0	2,4	2,0	4,7	6,1	7,0	8,8	9,2	76,5		2,3	106	24,4	109,3	36	64	4,7	1,9	325	82,8	3,80		
im Jahr 2012:	26.6.12	3.7.12	12.7.12	29.5.12	26.6.12	3.7.12	12.7.12	26.6.12	3.7.12	12.7.12	17.4.12	zurErnte	zurErnte	2012	zur Ernte												
1.Ernte	141	-	-	4,8	4,0	-	-	2,5	-	-	9,3	12,9	87,0	26.6	1,0	105	20,9	92,0	41	59	5,4	2,6	346	202	15,3		
2.Ernte	146	165	-	4,3	3,3	4,5	-	2,3	3,3	-	8,9	12,5	86,5	3.7	3,3	108	22,2	100,7 *	37	63	5,2	2,5	350	143	22,4		
3.Ernte	147	168	185	3,5	3,5	5,0	4,5	2,3	2,8	3,3	9,7	16,9	86,8	12.7	4,8	116	23,8	116,1 **	30	70	4,9	2,7	387 **	144	23,3		
Jahresmittel	145	167	185	4,2	3,6	4,8	4,5	2,3	3,0	3,3	9,3	14,1	86,8		3,0	110	22,3	102,9	36	64	5,2	2,6	361	163	20,3		
Mittelwerte über die Jahre 2010-2012:																											
1.Ernte	146			4,3	4,0			2,7			8,9	11,2	74,0	25.6	1,3	105	21,6	95,6	42	58	4,4	1,7	267	131	8,7		
2.Ernte	147	173		4,0	3,4	3,6		2,9	3,9		8,6	10,6	73,2	5.7	2,4	111	23,8	110,9 **	37	63	4,5	1,8	301 **	81	11,7		
3.Ernte	146	173	187	3,8	3,8	3,9	3,4	2,4	3,5	4,1	9,2	13,0	71,3	15.7	3,8	116	25,4	123,8 **	31	69	4,6	2,0	344 **	106	11,0		
Versuchsmittel	146	173	187	4,0	3,7	3,8	3,4	2,7	3,7	4,1	8,9	11,6	72,8		2,5	111	23,6	110,1	37	63	4,5	1,8	304	106	10,5		

Anlage 9**Agrimonia procera - Vergleich der Stängelabschnitte, Ernte 2010**

Material: Stamm AP01, Erntezeitenversuch
 3. Erntezeit, EZV3
 8 Triebe je Wiederholung

Stadium: späte Hauptblüte

Ernte und Verarbeitung: 16.07.2010

Trocknung: Trockenraum, Tüte

Abschnitt von unten cm	Masseanteile							Poly- phenol- gehalt % inTM	Gerbstoff- gehalt % inTM	Gerbstoff- anteil des Abschnitts %
	g TM/8Triebe					g TM/ Trieb	% TM			
	a	b	c	d	Mittel					
0-10	16	16	14	18	16,0	2,0	6,3	1,9	1,4	4,9
10-30	28	31	20	29	27,0	3,4	10,5	1,2	0,8	4,6
30-50	23	24	19	27	23,3	2,9	9,1	1,1	0,9	4,4
50-70	19	22	15	21	19,3	2,4	7,5	1,0	0,5	2,3
"Rest": grüne Blätter, obere Stängelteile, Blüten, Früchte	173	183	140	186	170,5	21,3	66,6	2,9	2,2	83,8
<u>Summe</u>	259	276	208	281	256	32,0	100,0			100,0

Anlage 10***Agrimonia procera* - Häckselversuch 2011**

Material: Stamm AP01, Reihentfernungversuch (St1)
 je 20 Triebe ohne Blüten und Scheinfrüchte zur Vollblüte
 Ernte und Verarbeitung: 15.07.2011
 Beendet: 21.07.2011

Nr.	Zerkleinerung	Trocknung	Polyphenolgehalt % inTM	Gerbstoffgehalt % inTM	Keimzahl KBE/g*10 ⁴
1	mit Schere in 50-cm-Stücken geschnitten, entspricht Ganzpflanze	Trockenschrank 39-40 °C, auf Trockenrahmen	3,4	2,6	50,6
2		Kaltbelüftung, auf Trockenrahmen, langsamer	3,7	2,9	26,5
3	durch Exakthäcksler (Versuchshäcksler) grob zerkleinert, nicht ganz gleichmäßig	Trockenschrank 39-40 °C, auf Trockenrahmen	2,9	2,3	28,5
4		Kaltbelüftung, auf Trockenrahmen, langsamer	3,4	2,8	136
5	durch Gartenschredder (Messerhäcksler), recht kleine Stücke (gequetscht)	Trockenschrank 39-40 °C, auf Trockenrahmen	3,1	2,3	45,0
6		Kaltbelüftung, auf Trockenrahmen, langsamer	3,1	2,5	231
Mittel			3,3	2,6	86

Anlage 11

Agrimonia procera - Altfläche, Zappendorf, Ernte 2008-2012

Standort: LÖ2, L/sL, AZ 85
 Vorfrucht: Lappula squarrosa
 Saatgut: Stamm AP01
 Aussaat: 19.10.2006, Handsämaschine
 Saatstärke 38 kg/ha

Reihentfernung: 50 cm

Ernte: 01.07.2008 6 m²/Tst
 09.07.2009 10 m²/Tst
 08.07.2010 18 m²/Tst
 11.07.2011 18 m²/Tst
 10.07.2012 18 m²/Tst
 Schnitt per Hand, 5-10 cm Stoppellänge

Ernte- jahr	r	2008					2009					2010					2011					2012				
		TM- Ertrag	TM- Ertrag	Blatt- anteil	Stän- gel- anteil	TM- Blatt- ertrag	TM- Er- trag	Blatt- anteil	Stän- gel- anteil	TM- Blatt- ertrag																
		dt/ha	dt/ha	%	%	dt/ha	dt/ha	%	%	dt/ha	dt/ha	%	%	dt/ha	dt/ha	%	%	dt/ha	dt/ha	%	%	dt/ha				
	a	72	86				85	39	61	33	87	36	64	31	101	32	68	32								
	b	80	115				97	39	61	38	92	36	64	33	98	34	66	34								
	c	81	102				94	37	63	35	86	36	64	31	94	34	66	32								
	d		106				103	40	60	41	84	38	62	32	99	31	69	31								
	Mittel	77,9	102,1	29,8	70,2	30,4	94,7	38,9	61,1	36,8	87,3	36,4	63,6	31,8	98,0	32,8	67,2	32,2								

Anlage 12

Anbautelegramm

Großer Odermennig (*Agrimonia procera*) zur Krautgewinnung im ökologischen Anbau (kbA)

Standortwahl:	nach Möglichkeit gut versorgte Löss-Lehm-Standorte (AZ >80)
Ansaat:	im Herbst, kurz vor Vegetationsende Aufgang erfolgt im Frühjahr des Folgejahres Reihenabstand: 50 cm Saattiefe: 2-3 cm ca. 40-50 Korn/m ² in geriebener Form = 18-25 kg/ha (bei TKM 45-50 g) anzustreben sind ca. 12-16 ertragswirksame Pflanzen bzw. Stauden/m ²
Pflege:	Maschinenhacke, Zwischenreihenfräse, Handhacke, gegebenenfalls Mulchen
Düngung:	entsprechend jährlichem Entzug: bei 10 t Trockenmasseertrag sind ca. 150-160 kg N/ha zu kalkulieren, Teilung in zwei Gaben (Sommer- und Frühjahrsdüngung, im Sommer nicht unter 50 kgN/ha), in Form von gut verteilbaren organischen Düngestoffen wie Kompost oder Gärflüssigkeit (Einarbeitung)
Ernte/Trocknung:	Ernte zwischen Blühbeginn und Blühende (im Juni/Juli), zur Qualitätssicherung in Abhängigkeit von der Entwicklung pilzlicher Blattkrankheiten, Ganzpflanzenernte mit entsprechendem Futterernter, Trocknung auf Flächenbelüftung (Warmluft bis maximal 40 °C)
Erntenachbehandlung/ Zerkleinerung:	Vorzerkleinerung in getrocknetem Zustand mit Strohhäcksler bzw. Häckselgebläse, Vermahlung nur mit Schneidemühle möglich
mehrwährige Nutzung:	Nutzung erst ab 2. Vegetationsjahr, Kultur verfügt über ein hohes Ausdauervermögen, Nutzung mehr als 5 Jahre möglich

Anlage 13, Tabelle 1 und 2**Prüfung von *Agrimonia procera*-Herba als Futtermittelzusatz (Schwein)**Tabelle 1: Versuchsdesign der durchgeführten Fütterungsversuche.

	V1			V2			V3		V4		
Gerbstoff-gehalt AP (%)	3,78			4,60			3,80		2,30		
Konzentration Gerbstoffe im Futter (ppm)	0	10	20	0	20	200	0	20	0	20	200
Anzahl Versuchstiere	44	44	41	33	34	33	60	60	20	20	20
Haltung	Gruppenflatdeck			Gruppenflatdeck			2 Tiere je Bucht		Einzeltierbucht		
Wiederholung pro Gruppe	3			3			30		20		
Parameter	LMZ; FA; FV			LMZ; FA; FV			LMZ; FA; FV; Stickstoffbilanz; TEAC-Wert (Blut)		LMZ; FA; FV; TS-Bestimmung Kot		

Tabelle 2: Inhaltsstoffe der Grundmischung.

Inhaltsstoffe	Prestarter ^a	Starter ^b
Weizen	40,0	40,0
Gerste	19,45	20,0
Mais	10,0	12,0
Sojaextr. Sch. (48% RP)	18,0	18,42
Molkepulver	5,0	2,5
Weizenkleie	3,0	3,0
Sojaöl	2,5	2,4
MCP	0,5	0,5
Lysin HCl	0,68	0,55
DL-Methionin	0,27	0,2
L-Threonin	0,3	0,23
L-Tryptophan	0,08	0,06
L-Valin	0,22	0,14
Mineralfutter	2,0	2,0

^a Prestarter mit 13,9 MJ NE kg⁻¹ und einer standardisierten ileal AS-Verdaulichkeit [Lysin 12 g kg⁻¹, Methionin /Cystin 6,83 g kg⁻¹, Threonin 7,42 g kg⁻¹, Tryptophan 2,4 g kg⁻¹].

^b Starter mit 13,77 MJ NE kg⁻¹ und einer standardisierten ileal AS-Verdaulichkeit [Lysin 10,1 g kg⁻¹, Methionin /Cystin 6,15 g kg⁻¹, Threonin 6,59 g kg⁻¹, Tryptophan 2,16 g kg⁻¹].

^c Je kg Mineralfutter: Calcium 265g, Phosphor 40g, Natrium 60g, Magnesium 5,5g, Vitamin A 1000000IE, Vitamin D 100000IE, Vitamin E 2000mg, Vitamin K 150mg, B1 Thiamin 200mg, B2 Riboflavin 500mg, B6 Pyridoxin 300mg, B12 2000µg, Biotin 1mg, Folsäure 30mg, Nikotinsäure 2600mg, Pantothenensäure 1250mg, Cholinchlorid 20000mg, Eisen 2850mg, Mangan 730mg, Zink 2200mg, Kupfer 750mg, Jod 10mg, Selen 10mg, Kobalt 15mg, Aromastoffe 1500mg

Anlage 13, Tabelle 3 und 4

Tabelle 3: Charakteristik der Primer für die Real-Time PCR.

Gen	Primersequenz (F)	Primersequenz (R)
β -Actin ¹	5-GACATCCGCAAGGACCTCTA-3	5-ACATCTGCTGGAAGGTGGAC-3
SDHA ^{1,2}	5-CTAGCCCCCGTCGCAAAGG-3	5-AGTTTGCCCCCAGGCGGTTG-3
RPP0 ^{1,3}	5-CAACCCTGAAGTGCTTGACA-3	5-GCCTTGACCTTTTCAGCAAG-3
TNF- α	5-AACCCTCTGGCCCAAGGA-3	5-GGCGACGGGCTTATCTGA-3
IL-1 β	5-AAAGGGGACTTGAAGAGAG-3	5-CTGCTTGAGAGGTGCTGATGT-3
IL-10	5-GCATCCAATTCCCAACCA-3	5-CTTCCTCATCTTCATCGTCAT-3

¹Haushalsgene

²succinate dehydrogenase complex subunit A

³ribosomal phosphoprotein large PO subunit

Tabelle 4: Leistungsparameter der durchgeführten Fütterungsversuche unter Zulage verschiedener *Agrimonia procera* Abstufungen.

Fütterungsversuch 1 (Gruppenflatdeck)				
Parameter	Zulage <i>Agrimonia procera</i> (ppm)			P-Wert
	0	10	20	
Startgewicht (kg)	9,49 (1,01)	9,51 (1,08)	9,57 (1,06)	0,452
Endgewicht (kg)	18,1 (2,00)	18,6 (2,52)	19,1 (2,84)	0,186
tägliche Zunahmen (g/Tag)	246 (50)	259 (61)	267 (75)	0,300
Futtermaufnahme (g/Tag)	412 (19)	427 (10)	427 (14)	0,391
Futterverwertung (kg/kg)	1,68 (0,02)	1,66 (0,10)	1,64 (0,04)	0,748

Fütterungsversuch 2 (Gruppenflatdeck)				
Parameter	Zulage <i>Agrimonia procera</i> (ppm)			P-Wert
	0	20	200	
Startgewicht (kg)	9,52 (0,16)	9,51 (1,08)	9,36 (0,18)	0,808
Endgewicht (kg)	28,7 (1,05)	29,3 (1,10)	28,7 (0,73)	0,676
tägliche Zunahmen (g/Tag)	456 (28)	474 (30)	460 (13)	0,687
Futtermaufnahme (g/Tag)	716 (25)	738 (32)	738 (24)	0,563
Futterverwertung (kg/kg)	1,57 (0,05)	1,56 (0,06)	1,60 (0,01)	0,514

Fütterungsversuch 3 (Einzelbuchten)				
Parameter	Zulage <i>Agrimonia procera</i> (ppm)		P-Wert	
	0	20		
Startgewicht (kg)	8,1(0,7)	8,1 (0,8)	0,909	
Endgewicht (kg)	25,2 (2,8)	25,9 (3,1)	0,177	
tägliche Zunahmen (g/Tag)	407 (68)	425 (66)	0,148	
Futtermaufnahme (g/Tag)	594 (63)	624 (63)	0,088	
Futterverwertung (kg/kg)	1,46 (0,11)	1,46 (0,11)	0,972	

Fütterungsversuch 4 (Einzelbuchten)				
Parameter	Zulage <i>Agrimonia procera</i> (ppm)			P-Wert
	0	20	200	
Startgewicht (kg)	8,4 (0,60)	8,3 (0,80)	8,6 (0,70)	0,346
Endgewicht (kg)	23,1 (2,9)	24,1 (2,0)	23,4 (2,5)	0,445
tägliche Zunahmen (g/Tag)	349 (61)	377 (35)	352 (46)	0,167
Futtermaufnahme (g/Tag)	536 (79)	551 (54)	560 (58)	0,540
Futterverwertung (kg/kg)	1,54 ^a	1,46 ^b	1,60 ^c	<0,001

Mittelwerte (Standartabweichung)

^{a, b, c} kennzeichnen signifikante Unterschiede (P<0,05)

Anlage 13, Tabelle 5 und 6

Tabelle 5: Erfassung der Kotkonsistenz und Durchfallhäufigkeit im 4. Fütterungsversuch über die ersten 3 Versuchswochen.

Parameter	Zulage <i>Agrimonia procera</i> (ppm)			P-Wert
	0	20	200	
TS Kot 1. Woche (%)	23,17 (6,0)	22,87 (4,1)	20,22 (7,1)	0,397
Anzahl Tiere <15 % TS	1	3	5	
TS Kot 2. Woche (%)	25,88 (4,1)	26,52 (3,8)	24,07 (5,2)	0,213
Anzahl Tiere <15 % TS	1	0	2	
TS Kot 3. Woche (%)	27,09 (2,7)	27,41 (2,3)	27,00 (2,7)	0,882
Anzahl Tiere <15 % TS	0	0	0	

Mittelwerte (Standartabweichung)

Tabelle 6: Leistungsdaten, Teeaufnahme und die Kottrockensubstanzen des Teeversuches am 15. Versuchstag.

AP g/L	LMZ (g/Tag)	FA (g/Tag)	FV (kg/kg)	Tee (L/Ferkel u.Tag)	TS Kot (%)
0	138	217	1,57	-	19,8 ^a
1	120	193	1,61	1,33	22,2 ^{ab}
10	133	211	1,59	1,22	24,8 ^b

Mittelwerte

^{a, b} kennzeichnen signifikante Unterschiede (P<0,05)

Anlage 13, Abbildung 1

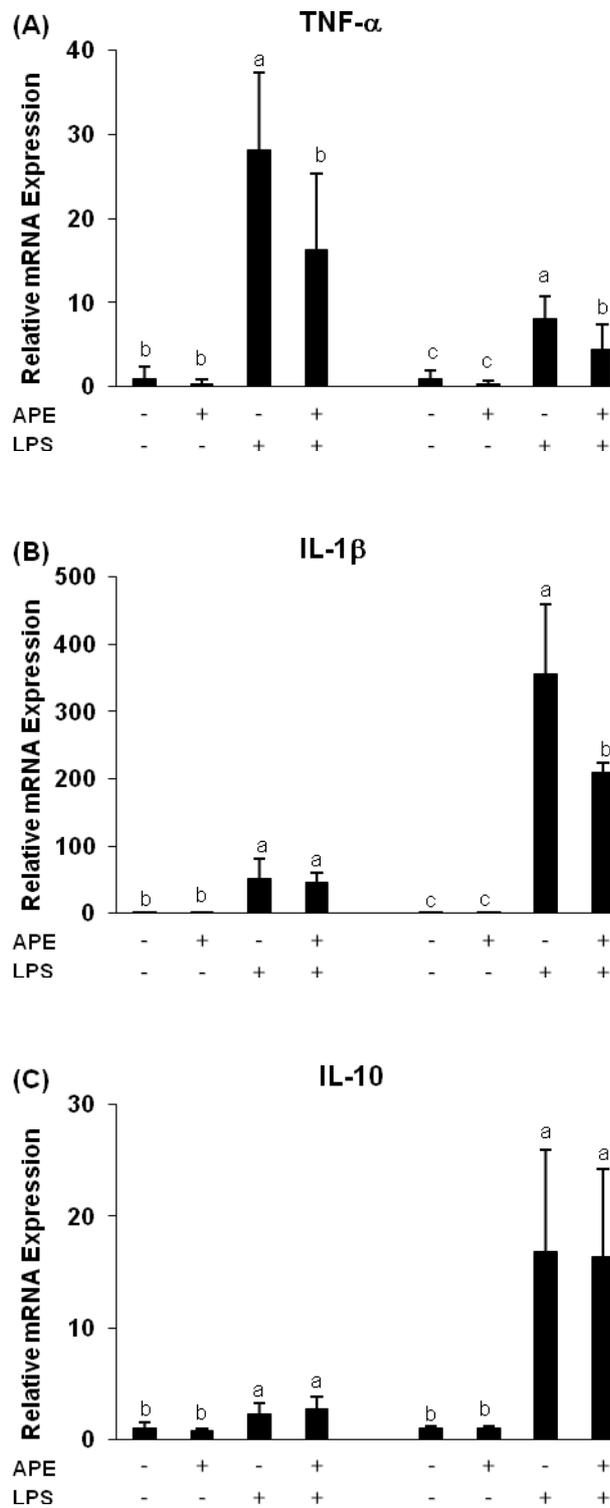


Abbildung 1: Effekte von APE auf die mRNA Expression von TNF- α (A) und IL-1 β (B) der nicht stimulierten bzw. stimulierten PBMC nach 1 und 6 Stunden. Die Zellen (2×10^6 /ml) wurden behandelt mit 0 bzw. 0,1% APE und 0 bzw. 1 μ g/ml LPS. Die mRNA Expressionen von TNF- α , IL-1 β und IL-10 wurden mit dem Haushaltsgen β -Actin verrechnet. Unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen die signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ($P < 0,05$).

Anlage 13, Abbildung 2 und 3

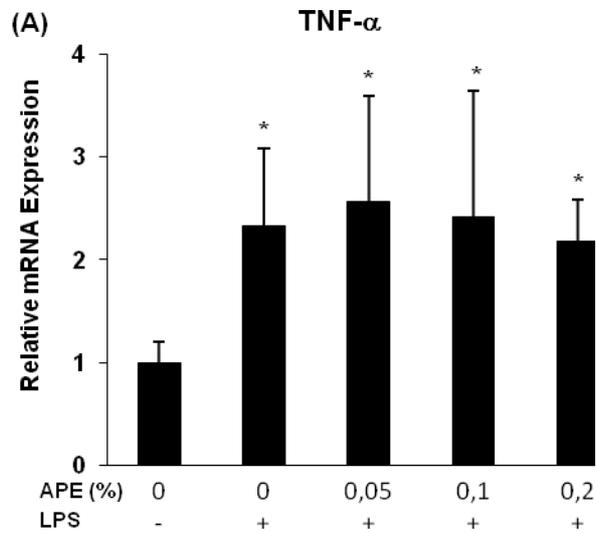


Abbildung 2: Effekte von APE auf die mRNA Expression von TNF- α der nicht stimulierten bzw. stimulierten PBMC nach 20 Stunden. Die Zellen (2×10^6 /ml) wurden behandelt mit 0,05-0,2% APE und 0 bzw. 1 μ g/ml LPS. Die mRNA Expression von TNF- α wurde mit dem Haushaltsgen RPPo und SDHA verrechnet. Das Sternchen kennzeichnet den signifikante Unterschied zur Kontrolle ($P < 0,05$).

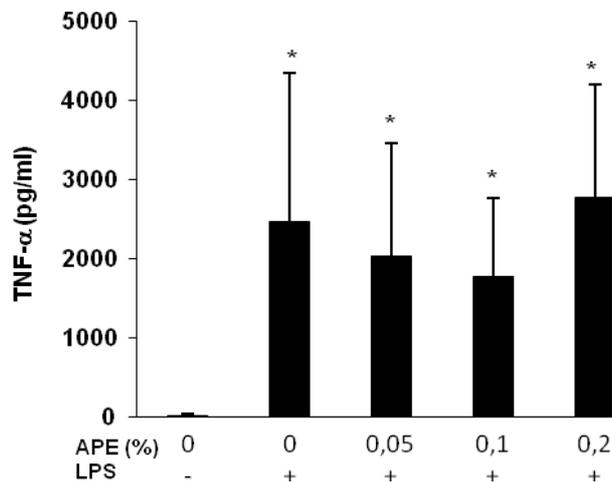


Abbildung 3: Effekte von APE auf die TNF- α Konzentration im Überstand der nicht stimulierten bzw. stimulierten PBMC nach 20 Inkubation. Die Zellen (2×10^6 /ml) wurden behandelt mit 0,05-0,2% APE und 0 bzw. 1 μ g/ml LPS. Die Konzentration von TNF- α wurde unter Verwendung eines ELISA bestimmt. Das Sternchen kennzeichnet den signifikanten Unterschied zur Kontrolle ($P < 0,05$).

Wirkung von wässrigen Auszügen aus Kraut von *Agrimonia procera* (1 mg/ml) auf das Wachstum verschiedener Bakterien

Teststämme: *Escherichia coli* DSM 1103, DSM 6895 und DSM 8703
Lactobacillus casei, *Pediococcus pentosaceus*, *Salmonella enterica* subsp. typhimurium

Versuchsdurchführung:

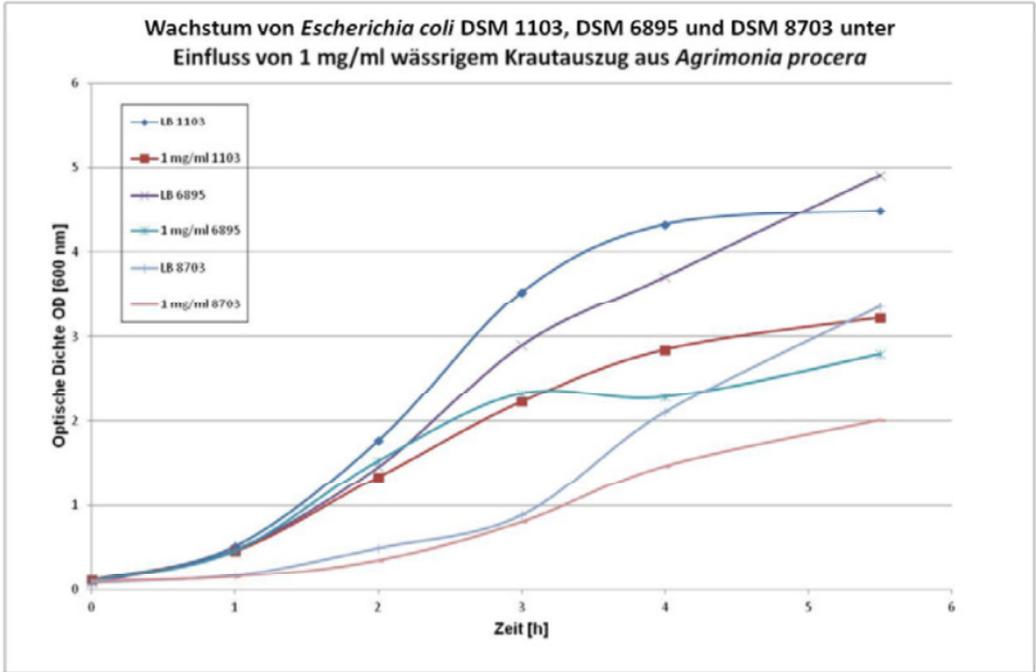
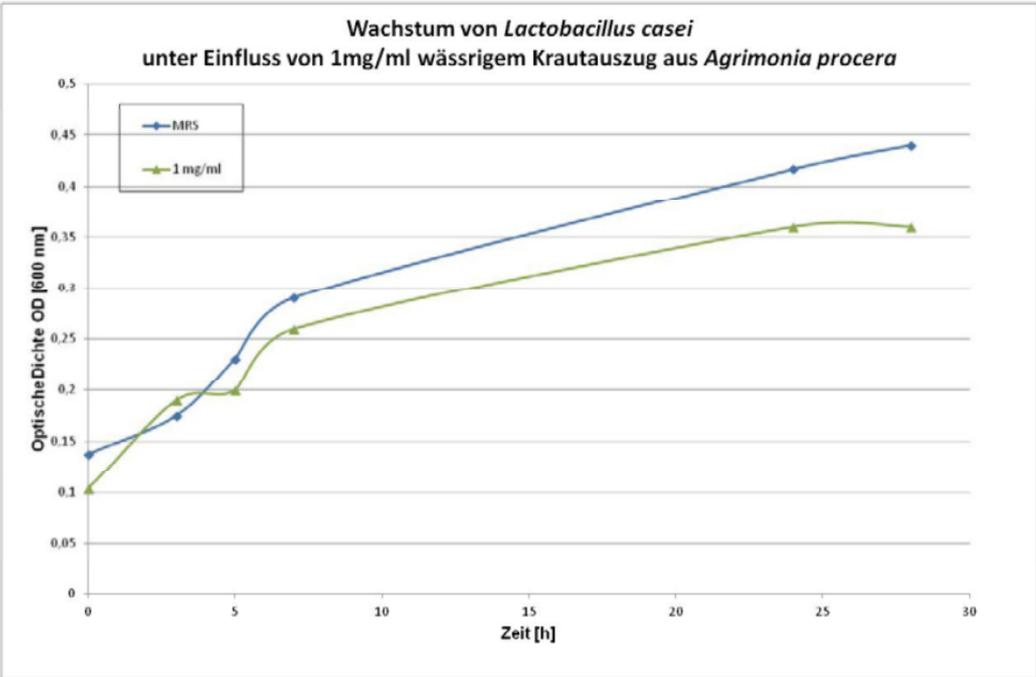
Zur Bestimmung der antimikrobiellen Aktivität von wässrigen Auszügen aus Kraut von *Agrimonia procera* wurden diese in den entsprechenden Nährmedien einer Konzentration von 1 mg/ml angefertigt. Dazu wurden jeweils 150 ml Luria Bertani-Medium (*E.coli*), MRS-Medium (*Lactobacillus casei*; *Pediococcus pentosaceus*) bzw. CASO-Bouillon (*Salmonella enterica*) auf 100 °C erhitzt, anschließend 150 mg *Agrimonia procera* Kraut (Charge AP 03 Ernte 2011) zugegeben und 5 min ziehen gelassen. Nach dem Abkühlen des Auszugs wurden die Extrakte sterilfiltriert, mit den oben genannten Bakterien beimpft und das Wachstum durch Messung der optischen Dichte bei 600 nm analysiert. Als Kontrollen wurde jeweils Nährmedium ohne *Agrimonia procera* mitgeführt. Die Kontrollen wurden mit einer identischen Keimzahl an Bakterien beimpft, wie die Auszug-Proben. Die drei *Escherichia coli* Stämme wurden in Luria Bertani (LB) bei 37°C und 170 rpm im Schüttelkolben kultiviert. *Lactobacillus casei* und *Pediococcus pentosaceus* wurden in MRS-Medium bei 30°C und 170 rpm im Schüttelkolben kultiviert. *Salmonella enterica* wurde in CASO-Bouillon bei 37°C und 170 rpm im Schüttelkolben inkubiert.

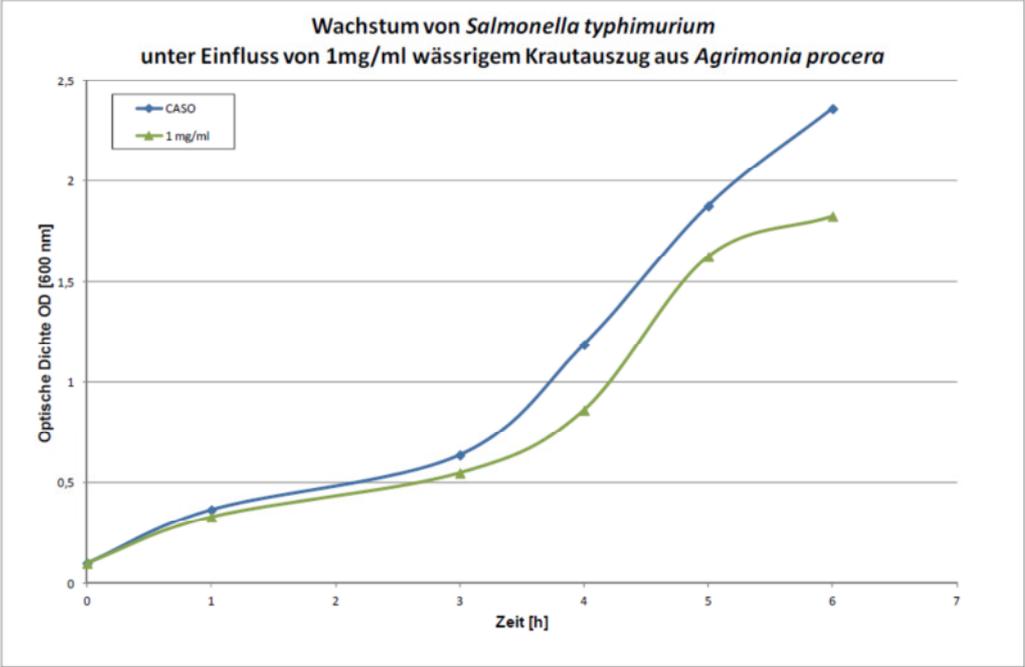
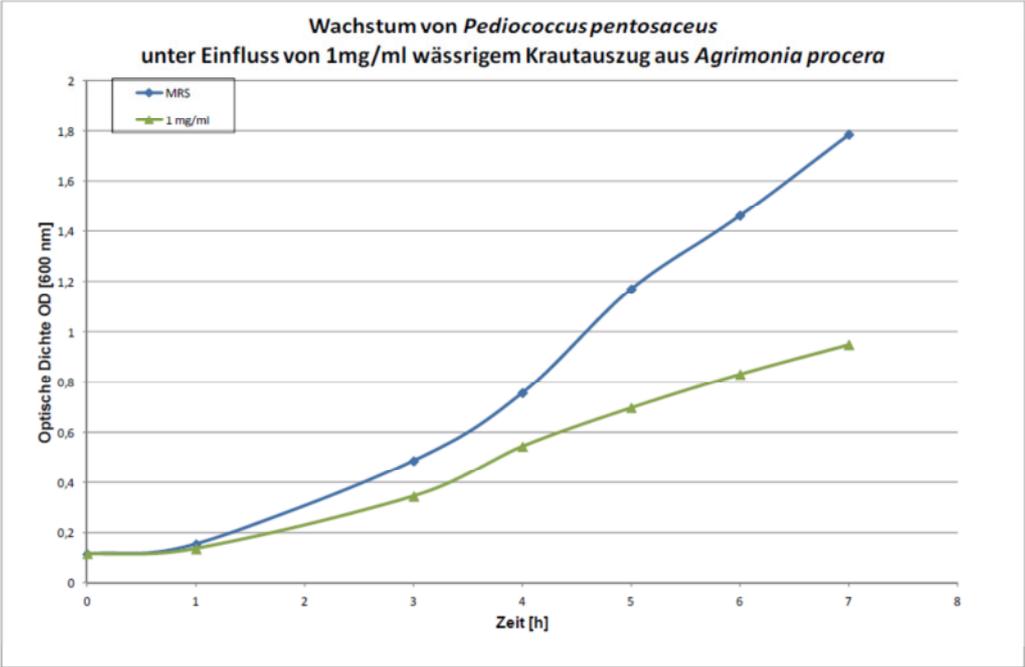
Die Herstellung des wässrigen Auszugs aus *Agrimonia procera* Kraut (Charge AP 03 Ernte 2011) erfolgte der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Vorschrift.

Zur Untersuchung der antimikrobiellen Wirkung wurde jeweils die optische Dichte bei 600 nm bestimmt.

Ergebnisse:

Sowohl für alle oben genannten *Escherichia coli* Stämme als auch für *Lactobacillus casei*, *Pediococcus pentosaceus* und *Salmonella enterica* war eine Wachstumsinhibition (antibakterielle Aktivität) bei einer untersuchten Konzentration von 1 mg/ml *Agrimonia procera* (wässriger Auszug aus Kraut) nachweisbar.





Anlage 14, Seite 4

Rohdaten:

Optische Dichte bei 600 nm

Kultivierung von *Escherichia coli* DSM 1103, DSM 6895 und DSM 8703:

Zeit [h]	LB 1103	1 mg/ml 1103	LB 6895	1 mg/ml 6895	LB 8703	1 mg/ml 8703
0	0,114	0,116	0,079	0,099	0,085	0,107
1	0,523	0,464	0,484	0,466	0,181	0,163
2	1,770	1,340	1,460	1,530	0,502	0,362
3	3,530	2,230	2,900	2,330	0,887	0,807
4	4,320	2,850	3,710	2,290	2,110	1,470
5,5	4,490	3,220	4,910	2,800	3,360	2,010

Kultivierung von *Lactobacillus casei*:

Zeit [h]	MRS	1 mg/ml
0	0,138	0,104
3	0,175	0,190
5	0,231	0,200
7	0,290	0,260
24	0,417	0,360
28	0,440	0,360

Kultivierung von *Pediococcus pentosaceus*:

Zeit [h]	MRS	1 mg/ml
0	0,11633	0,11466
1	0,156	0,137
3	0,488	0,346
4	0,758	0,545
5	1,170	0,699
6	1,463	0,833
7	1,787	0,950

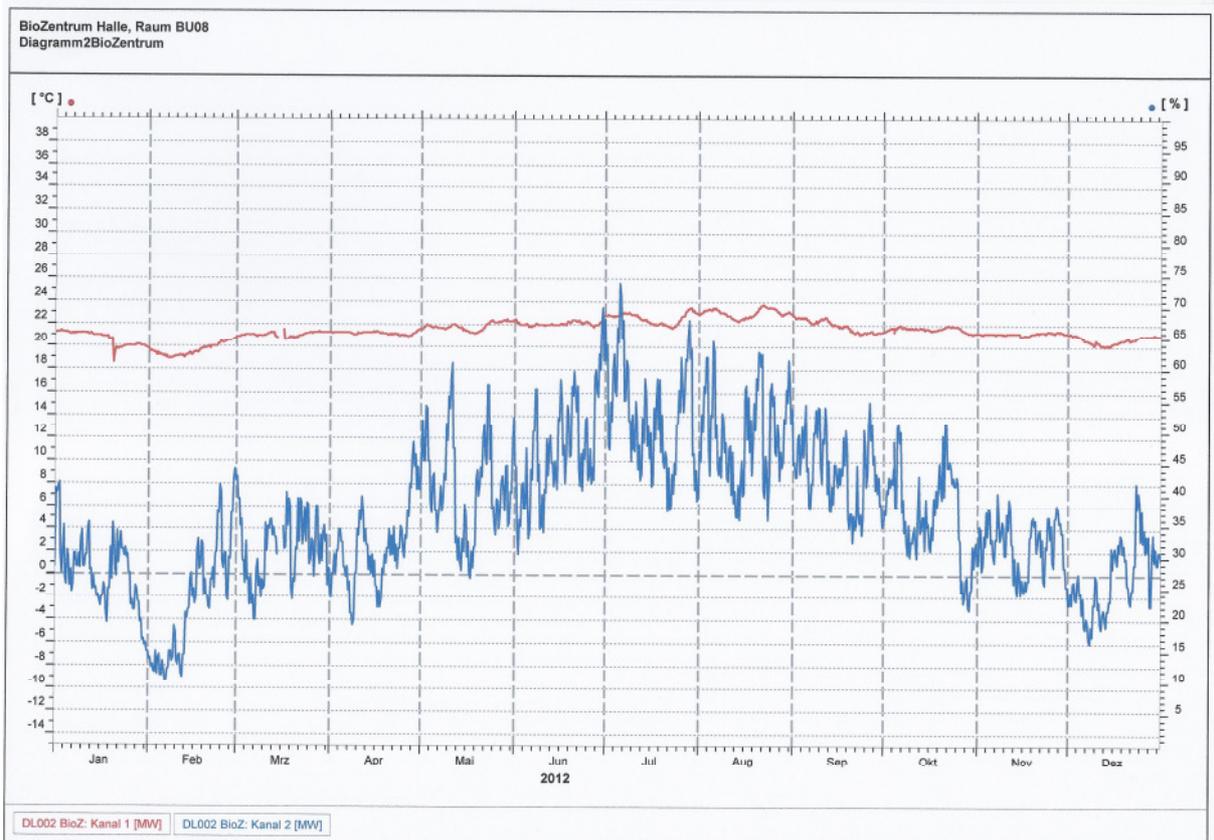
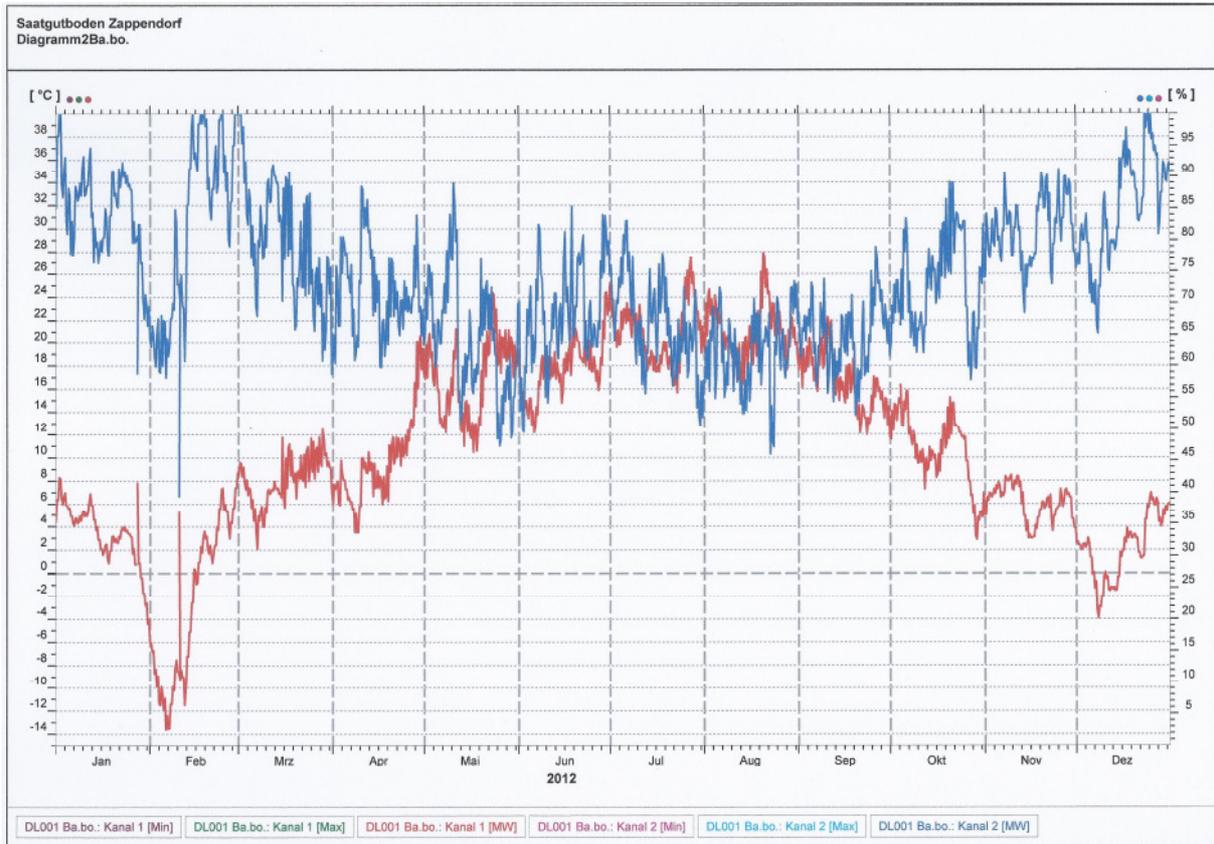
Kultivierung von *Salmonella enterica* subsp. typhimurium:

Zeit [h]	CASO	1 mg/ml
0	0,10033	0,09933
1	0,366	0,330
3	0,636	0,547
4	1,187	0,860
5	1,877	1,627
6	2,360	1,827
7	2,080	1,787

Agrimonia procera - Lagerversuch mit Blatt-Trockendroge

Lagerklima an den Lagerorten Saatgutboden Zappendorf und Biozentrum Halle 2012

rot: Temperatur, blau: Luftfeuchtigkeit



Fotoanhang

Verzeichnis der Fotografien

- Foto 1 Vorkultur von Akzessionen in Töpfen für den Anbau im Sortiment
- Foto 2 Sortiment von Akzessionen, Julius-Kühn-Feld Halle
- Foto 3 Sortiment von Akzessionen, Versuchsfeld Zappendorf
- Foto 4 Laborkeimfähigkeitstest auf Faltenfilter
- Foto 5 Prüfung von Aussaatvarianten
- Foto 6 Schnittversuch, Prüfung zum Einfluss von Schnittmaßnahmen im Ansaatjahr
- Foto 7 Reihentfernungversuch
- Foto 8 Standraumversuch
- Foto 9 Pflegeversuch
- Foto 10 Düngungsversuch
- Foto 11 Erntezeitenversuch
- Foto 12 Produktionsversuch im ersten Vegetationsjahr



Foto 1 Vorkultur von Akzessionen in Töpfen für den Anbau im Sortiment Zappendorf, Februar 2010



Foto 2 Sortiment von Akzessionen Julius-Kühn-Feld Halle, Juni 2012



Foto 3 Sortiment von Akzessionen Versuchsfeld Zappendorf, Juni 2012



Foto 4 Laborkeimfähigkeitstest auf Faltenfilter
März 2011



Foto 5 Prüfung von Aussaatvarianten;
von links nach rechts: Herbstansaat, Frühjahrsansaat, Pflanzung
Versuchsstation Etdorf, April 2011



Foto 6 Schnittversuch, Prüfung zum Einfluss von Schnittmaßnahmen im Ansaatjahr
Versuchsfeld Zappendorf, Oktober 2010



Foto 7 Reihentfernungsversuch
Versuchsfeld Zappendorf, Juni 2010



Foto 8 Standraumversuch
Versuchsstation Etdorf, Juni 2012



Foto 9 Pflegeversuch, von links nach rechts zunehmende Pflegeintensität
Versuchsfeld Zappendorf, April 2011



Foto 10 Düngungsversuch, vorn rechts eine ungedüngte Parzelle
Julius-Kühn-Versuchsfeld Halle, Juni 2012



Foto 11 Erntezeitenversuch nach den ersten zwei Ernteterminen
Versuchsfeld Zappendorf, Juli 2010



Foto 12 Produktionsversuch im ersten Vegetationsjahr, Stamm AP03, kbA
Zappendorf, Juni 2013