PHARMAPLANT

Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH

Schlussbericht

zum Vorhaben

Thema:

Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL); Entwicklung von Standardverfahrensanweisungen zur Bestimmung der Saatgutqualität von Kamille, Baldrian und Zitronenmelisse mit der Zielstellung eines besser gesicherten Feldaufgangs

Zuwendungsempfänger:

PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH

Förderkennzeichen:

08NR196 bzw. **22019608**

Laufzeit:

15.06.09 bis **15.06.12**

Datum der Veröffentlichung:

30.11.2012

Gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMELV für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Demonstrationsprojekt Arzneipflanzen (KAMEL); Entwicklung von Standardverfahrensanweisungen zur Bestimmung der Saatgutqualität von Kamille, Baldrian und Zitronenmelisse mit der Zielstellung eines besser gesicherten Feldaufgangs

- Schlussbericht -

Gliederung

I Ziele 3

1. Aufgabenstellungen 3

2. Stand der Technik 3

3. Zusammenarbeit mit anderen Stellen 3

II Ergebnisse 5

1 Erzielte Ergebnisse 5

1.1 Recherche und Eignungsbewertung bestehender Methoden zur Erfassung der Saatgutqualität 5

1.2 Kamille 5

1.2.1 Situation am Saatgutmarkt 2009 -2011 5

1.2.1.1 Keimfähigkeitsprüfung 5

1.2.1.2 Reinheitssprüfung 6

1.2.1.3 Prüfung auf Fremdsamenbesatz 7

1.2.1.4 TKG – Bestimmung 9

1.2.2 Entwicklung Triebkraftprüfmethode 10

1.2.2.1 Methode 11

1.2.2.2 Methodenvalidierung 11

1.2.2.3 Überprüfung der Aussagefähigkeit der Triebkraftprüfmethoden anhand des Feldaufganges 12

1.2.3 Bestimmung temperaturabhängiger Keimungskinetika 14

1.2.3.1 Temperaturabhängigkeit der Keimrate 15

1.2.3.2 Temperaturabhängigkeit des Keimbeginns 15

1.2.3.3 Temperaturabhängigkeit der mittleren Keimdauer (t50 – Wert) 16

1.2.3.4 Zusammenfassende Darstellung zur Keimbiologie 16

1.2.4 Standardverfahrensanweisung zur Saatgutqualitätsprüfung 17

1.3 Baldrian 18

1.3.1 Situation am Saatgutmarkt 2009 -2011 18

1.3.1.1 Keimfähigkeitsprüfung 18

1.3.1.2 Reinheitssprüfung 19

1.3.1.3 Prüfung auf Fremdsamenbesatz 19

1.3.1.4 TKG – Bestimmung 21

1.3.2 Entwicklung Triebkraftprüfmethode 23

1.3.2.1 Methode 23

1.3.2.2 Methodenvalidierung 23

1.3.2.3 Überprüfung der Aussagefähigkeit der Triebkraftprüfmethoden anhand des Feldaufganges 24

1.3.3 Bestimmung temperaturabhängiger Keimungskinetika 27

1.3.3.1 Temperaturabhängigkeit der Keimrate 28

1.3.3.2 Temperaturabhängigkeit des Keimbeginns 29

1.3.3.3 Temperaturabhängigkeit der mittleren Keimdauer (t50 – Wert) 29

1.3.3.4 Zusammenfassende Darstellung zur Keimbiologie 29

1.3.4 Standardverfahrensanweisung zur Saatgutqualitätsprüfung 30

1.4 Melisse **31**
1.4.1 Situation am Saatgutmarkt 2009 -2011 31
1.4.1.1 Keimfähigkeitsprüfung 31
1.4.1.2 Reinheitssprüfung 32
1.4.1.3 Prüfung auf Fremdsamenbesatz 32
1.4.1.4 TKG – Bestimmung 34
1.4.2 Entwicklung Triebkraftprüfmethode 36
1.4.2.1 Methode 36
1.4.2.2 Methodenvalidierung 36
1.4.2.3 Überprüfung der Aussagefähigkeit der Triebkraftprüfmethoden anhand des Feldaufganges 37
1.4.3 Bestimmung temperaturabhängiger Keimungskinetika 40
1.4.3.1 Temperaturabhängigkeit der Keimrate 41
1.4.3.2 Temperaturabhängigkeit des Keimbeginns 41
1.4.3.3 Temperaturabhängigkeit der mittleren Keimdauer (t50 – Wert) 42
1.4.3.4 Zusammenfassende Darstellung zur Keimbiologie 43
1.4.4 Standardverfahrensanweisung zur Saatgutqualitätsprüfung 44
2. Verwertung **45**
3. Ergebnisse von Dritten **45**
4. Veröffentlichungen **45**
Quellenverzeichnis **47**

Anlagen

Anlage 1: Verfahrensanweisung zur Bestimmung der Saatgutqualität von Arznei- und Gewürzpflanzenarten (VA 07-21)

I Ziele

1. Aufgabenstellungen

Das Verbundprojekt hat das Ziel zu zeigen, dass es durch entsprechende Investitionen in Forschung und Entwicklung gelingen kann, die Rentabilität und Produktqualität von Kamille-, Melisse – und Baldrian- Kulturen zu verbessern und dadurch den Anbau dieser Arten in Deutschland zu intensivieren sowie den Absatz zu international üblichen Preisen zu steigern. Im Teilprojekt sollen die Grundlagen erarbeitet werden für die Sicherung des Feldaufganges von Kamille, Baldrian und Melisse bei Direktsaat durch Ermittlung sortenspezifischer, keimungsbiologischer Parameter und durch die Entwicklung von Standardverfahrensanweisungen für die Erfassung der Saatgutqualität.

Die ersten Arbeiten bestanden darin vorhandene Vorgaben zur Bestimmung von Saatgutqualitätsstandards hinsichtlich Reinheit, Keimfähigkeit und Tausendkornmasse zusammenzutragen, neuere publizierte Methoden auf ihre Rechtsmängelfreiheit (Patentrecherche) abzuschätzen und ihre Eignung für die Anwendung bei Feinsämereien zu prüfen. Einen weiteren Teil der Recherchearbeit nahm die Suche nach in der Anwendung befindlichen bzw. historischen Triebkraftprüfmethoden in Anspruch. Anschließend wurde an der Entwicklung von neuen kulturspezifischen Methoden der Triebkraftprüfung für alle drei Arten gearbeitet.
Ebenfalls wurde die gegenwärtige Situation der Saatgutqualität am Saatgutmarkt der drei Arten untersucht. Die Ergebnisse werden mit neu publizierten unverbindlichen Normvorschlägen (HOPPE 2009) sowie der TGL der DDR 14197 verglichen. Die Analyse soll eventuell Schwachstellen aufzeigen und als Grundlage für die Formulierung realistischer Forderungen an die Qualitätsmerkmale dienen.
Da für den Anbau die Aussaatzeiten von besonderer Bedeutung sind, werden im Rahmen des Projektes sortenspezifische Keimmindesttemperaturen bestimmt. Dies beinhaltet zudem eine Untersuchung zur Keimschnelligkeit in Abhängigkeit von der Bodentemperatur verschiedener Sorten von Kamille, Melisse und Baldrian.

2. Stand der Technik

Es gibt eine ganze Reihe offizieller (ISTA- Vorschriften) oder anderer spezieller Saatgutprüfmethoden die in der Saatgutwirtschaft bei Großkulturen oder auch bei Gemüsesämereien Standard sind. Für die Arznei- und Gewürzpflanzen fehlt es jedoch an geeigneten Methoden zur Unterscheidung von „guten" und „schlechten" Saatgutpartien. Selbst die Keimungsbiologie ist bei vielen Arten relativ unbekannt. Bei den hier genannten Arten treten zum Teil Phänomene in der Keimung auf, die sich aus den bisher publizierten Angaben zur Ökophysiologie nicht erklären lassen.
Im Rahmen des Teilprojektes wurde eine umfassende Recherche zum gegenwärtigen wissenschaftlichen und technischen Stand im Bereich der Saatgutqualitätsprüfung vorgenommen. Die Ergebnisse sowie die verwendete Fachliteratur sowie Informations- und Dokumentationsdienste sind im 1. Zwischenbericht zu „Recherche der Methoden der Saatgutprüfung" aufgeführt. Dieser wurde im November 2009 eingereicht.

3. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Innerhalb des Verbundvorhabens bestand eine enge Zusammenarbeit zur Expertenarbeitsgruppe „Bestandesetablierung". Neu gewonnene Erkenntnisse wurden an andere, im Bereich Bestandesetablierung angesiedelte Teilvorhaben fließend weitergegeben.

Innerhalb des Teilvorhabens wurden Daten zu Auflaufeigenschaften (Bestandesdichte) des Saatgutes von Kamille in drei deutschen Anbaugebieten erfasst. Folgende Praxispartner wirkten an der Datenerhebung mit:

1. Kooperationspartner:
   Agrargenossenschaft Nöbdenitz e. G.
   Bergstraße 16, 04626 Lohma
   Tel.: (034496) 22241, Fax: (034496) 22366
   Ansprechpartner: Herr U. Quaas

2. Kooperationspartner:
   Agrarprodukte Ludwigshof e. G.
   Ludwigshof 14, 07389 Ranis- Ludwigshof
   Tel.: (03647) 4405-0. Fax: (03647) 4405-0
   Ansprechpartner: Frau Hauke

3. Kooperationspartner:
   Kamille GbR (Agrimed Hessen)
   Staatsdomäne Dilshofen, 64354 Reinheim- Dilshofen
   Tel.: 06162-912572 E-mail: vogt.dilshofen@t-online.de
   Ansprechpartner: Herr Vogt

Außerhalb des Verbundvorhabens wurden Informationen zu Saatgutqualitätsuntersuchungen und zur Keimbiologie von folgenden öffentlichen Stellen eingeholt:

- Abteilung Untersuchungswesen, Bereich Saatgut, Thüringischen Landesanstalt, Jena
- Bereich Saatgutuntersuchungswesen des Landes Sachsen- Anhalt, Halle
- Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Bereich Saatgut
- Landwirtschaftliche Fakultät der Martin- Luther- Universität Halle- Wittenberg, Bereich Saatgut

Folgende private Unternehmen stellten ihr Fachwissen zur Verfügung:

- Dr. Junghanns GmbH
- Pharmasaat GmbH
- GHG Saaten
- Enza Zaden
- Jelitto

Zur Überprüfung der Ergebnisse der Saatgutqualitätsuntersuchungen im Labor der Pharmaplant GmbH wurden Kontrollproben in Saatgutlaboren der Landesanstalten untersucht und die Ergebnisse verglichen.

II Ergebnisse

1. Erzielte Ergebnisse

1.1. Recherche und Eignungsbewertung bestehender Methoden zur Erfassung der Saatgutqualität

Aufgabe dieses Projektteils war es, vorhandene Vorgaben zur Bestimmung von Saatgutqualitätsstandards hinsichtlich Reinheit, Keimfähigkeit und Tausendkornmasse zusammenzutragen, neuere publizierte Methoden auf ihre Rechtsmängelfreiheit (Patentrecherche) abzuschätzen und ihre Eignung für die Anwendung bei Feinsämereien zu prüfen. Einen weiteren Teil der Recherchearbeit nahm die Suche nach in der Anwendung befindlichen bzw. auch früheren Triebkraftprüfmethoden in Anspruch. Diese wurden hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit für Feinsämereien sowie Praktikabilität und Kostenstruktur geprüft.

Die Studie „Recherche zu Methoden der Saatgutprüfung" wurde als 1. Zwischenbericht im November 2009 beim Projekträger FNR e.V. eingereicht.

1.2 Kamille

1.2.1 Situation am Saatgutmarkt 2009 -2011

1.2.1.1 Keimfähigkeitsprüfung

Die mittlere Keimfähigkeit der untersuchten Partien lag im Jahr 2009 mit 60% niedriger als in den Jahren 2010 und 2011, in denen sie 82 bzw. 81 % betragen hat. Die TGL der DDR weißt für die Keimfähigkeit von Kamille eine zu erreichende Norm von 75 % aus. In HOPPE 2009 wird ein Normvorschlag in derselben Höhe formuliert. Im Untersuchungsjahr 2009 erreichten 38 % der Saatgutmuster den Normvorschlag von mindestens 75 % Keimfähigkeit. In den Jahren 2010 und 2011 schafften es ungefähr doppelt so viele Partien. In der Abbildung 1.2.1 sind die Untersuchungsergebnisse aller Saatgutmuster dargestellt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Tabelle 1.2.1.

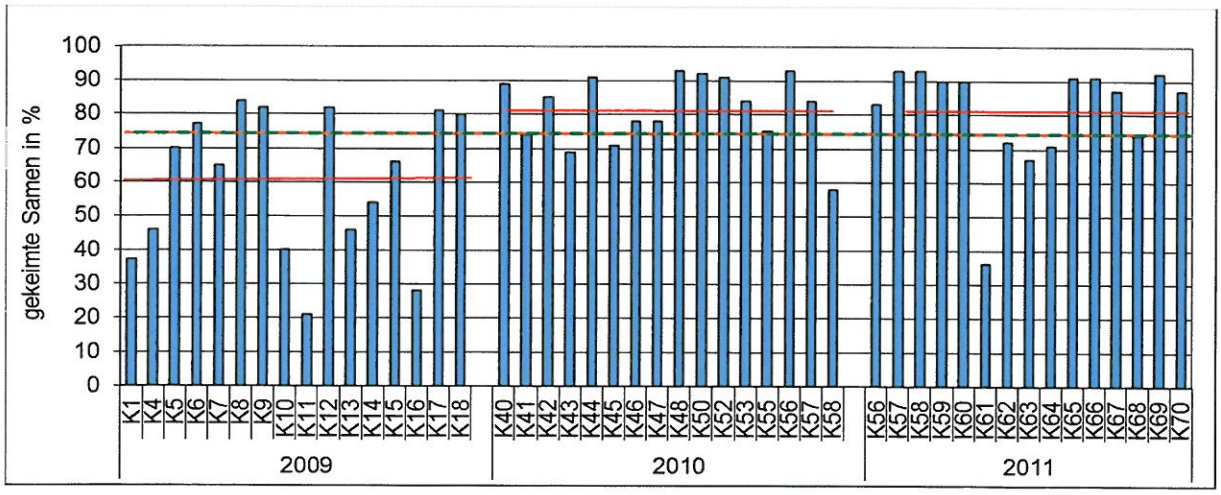

Abbildung 1.2.1: Keimfähigkeitsprüfung von Kamille aus Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011, grün gestrichelte Linie = Normvorschlag nach HOPPE 2009, orange gestrichelte Linie = Norm der TGL 14197, rote durchgehende Linie = Mittelwert je Untersuchungsjahr

Tabelle 1.2.1: Zusammengefasste Ergebnisse der Keimfähigkeitsprüfung von Kamille aus verschiedenen Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011

	Norm ehem. DDR-TGL 14197	Anteil der normentsprechenden Chargen	Norm-vorschlag „Handbuch des A&G-Pflanzen-anbaus“ (HOPPE 2009)	Anteil der norment-sprechenden Chargen	Mittlere Keimfähigkeit der untersuchten Chargen
Kamille 2009 (16 Chargen)	75%	36%	75%	38%	60%
Kamille 2010 (16 Chargen)		75%		75%	82%
Kamille 2011 (15 Chargen)		67%		67%	81%

1.2.1.2 Reinheitssprüfung

Die TGL der DDR 14197 forderte für Kamillesaatgut eine Reinheit von 90 %. Im Handbuch von HOPPE 2009 wird ein Normvorschlag von 99 % erhoben. Eine Reinheit von 90 % kann von den Saatgutproduzenten in der Regel erreicht werden. Probleme entstehen bei einer Reinheitsanforderung von 99 %. Nur ca. 65 % der Partien in den Jahren 2010 und 2011 konnten dies erreichen. Im Jahr 2009 waren es mit lediglich 18 % noch weniger. In der Abbildung 1.2.2 sind die Untersuchungsergebnisse aller Saatgutmuster dargestellt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Tabelle 1.2.2.

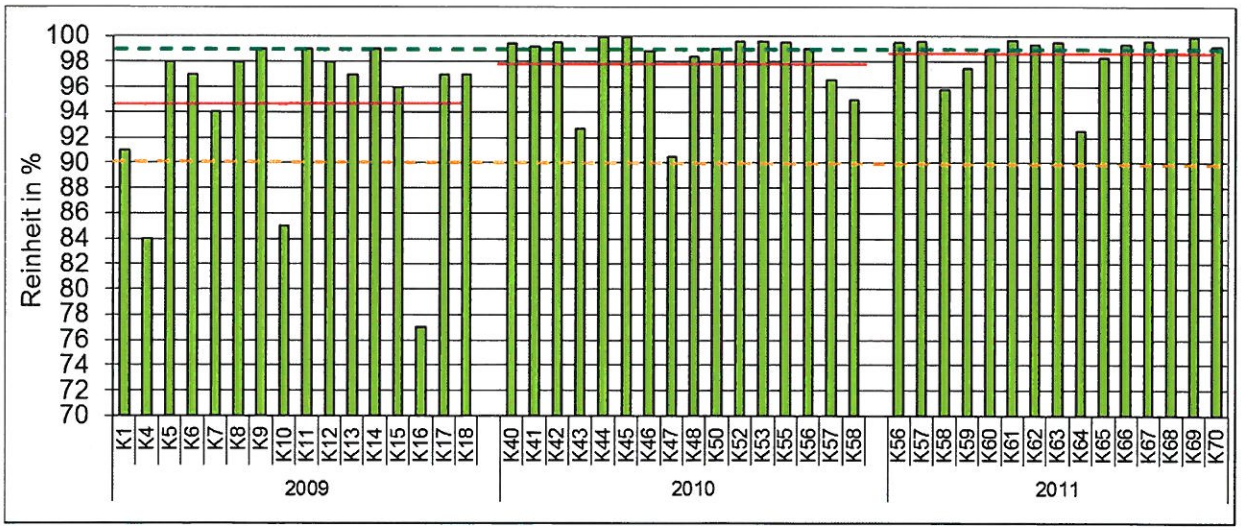

Abbildung 1.2.2: Reinheitsprüfung von Kamille aus Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011, grün gestrichelte Linie = Normvorschlag nach HOPPE 2009, orange gestrichelte Linie = Norm der TGL 14197, rote durchgehende Linie = Mittelwert je Untersuchungsjahr

Tabelle 1.2.2: Zusammengefasste Ergebnisse der Reinheitsprüfung von Kamille aus verschiedenen Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011

	Norm ehem. DDR-TGL 14197	Anteil der normentsprechenden Chargen	Normvorschlag „Handbuch des A&G-Pflanzen-anbaus“ (HOPPE 2009)	Anteil der norment-sprechenden Chargen	Mittlere Reinheit der untersuchten Chargen
Kamille 2009 (16 Chargen)	90%	81%	99%	18%	94,1
Kamille 2010 (16 Chargen)		100%		63%	97,9
Kamille 2011 (15 Chargen)		100%		67%	98,5

1.2.1.3 Prüfung auf Fremdsamenbesatz

Die TGL der DDR 14197 sah für Kamille keine Norm für den Besatz mit Fremdsamen vor. In HOPPE 2009 wird ein Normvorschlag unterbreitet, welcher besagt, dass in einer Saatgutmenge von 0,5 g höchstens 10 Unkrautsamen enthalten sein dürfen. Mehr als die Hälfte der untersuchten Muster konnten dies nicht erreichen. Einzelne Muster wiesen einen extrem hohen Fremdsamenbesatz von mehr als 200 Stück auf. In der Abbildung 1.2.3 sind die Untersuchungsergebnisse aller Saatgutmuster dargestellt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Tabelle 1.2.3.

Insgesamt sind 20 verschiedene Fremdsamenarten gefunden worden. Hirtentäschel, Ehrenpreis und Mohn treten am häufigsten auf und können in großer Anzahl vorhanden sein. Vereinzelt können auch Arten wie Ägyptisches Knopfgras oder Miere ein Fremdsamenproblem darstellen. Eine Häufigkeitsverteilung der vorgefundenen Fremdsamenarten ist in Tabelle 1.2.4 aufgeführt.

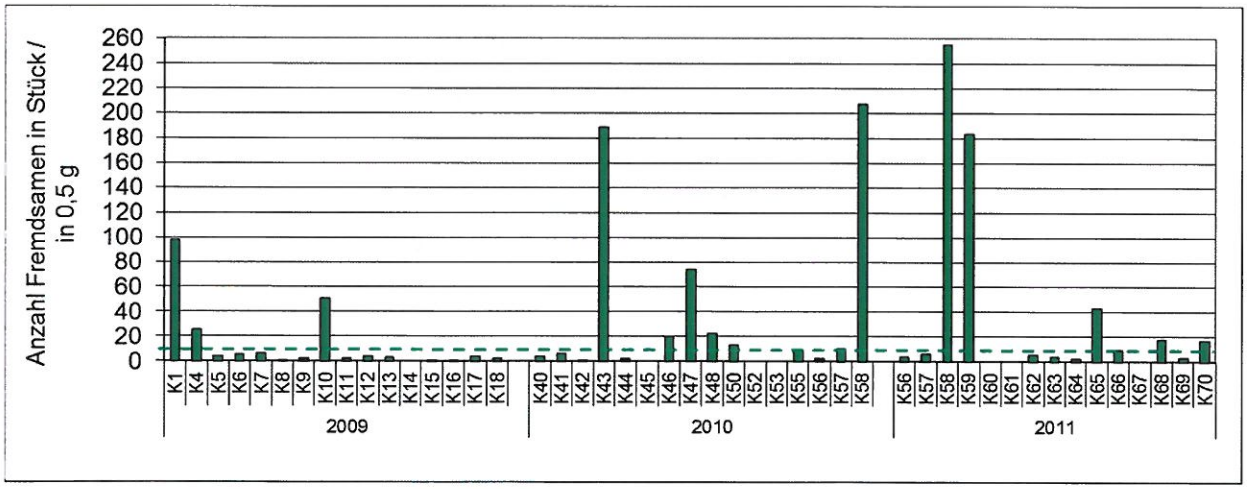

Abbildung 1.2.3: Prüfung von Kamillesaatgut auf Fremdsamenbesatz, Untersuchung von Handelssaatgutpartien der Jahre 2009 bis 2011, grün gestrichelte Linie = Normvorschlag nach HOPPE 2009, orange gestrichelte Linie = Norm der TGL 14197

Tabelle 1.2.3: Zusammengefasste Ergebnisse der Prüfung von Kamillesaatgut auf Fremdsamenbesatz aus verschiedenen Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011

	Norm ehem. DDR-TGL 14197	Anteil der normentsprechenden Chargen	Norm-vorschlag „Handbuch des A&G-Pflanzen-anbaus“ (HOPPE 2009)	Anteil der normentsprechenden Chargen	Mittlere Anzahl an Fremdsamen der untersuchten Chargen
Kamille 2009 (16 Chargen)	keine Angaben	-	max. 10 Stck./ 0,5 g	81%	13,1
Kamille 2010 (16 Chargen)		-		63%	34,9
Kamille 2011 (15 Chargen)		-		67%	36,6

Tabelle 1.2.4: Häufigkeitsverteilung von Fremdsamenarten in Kamillesaatgut aus verschiedenen Handelssaatgutpartien (n =31)

Art	**Häufigkeit in %**	**Maximale Anzahl in 0,5 g Saatgut**
1. Unkrautsamen		
Hirtentäschel	50,0	72
Ehrenpreis	32,2	31
Mohn	29,0	248
Gänserauke	12,9	18
Windhalm	9,7	1
Hornkraut	9,7	13
Binse	9,7	13
Gänsefuß	6,5	5
Vergissmeinnicht	6,5	3
Löffelkraut	6,5	17
Schuppenmiere	3,2	1
Rauke	3,2	1
Johanneskraut	3,2	17
Miere	3,2	75
Fetthenne	3,2	19
Gänsediestel	3,2	1
Ägyptisches Knopfgras	3,2	49
Sandkraut	3,2	6
2. Samen fremder Arten		
Fingerhut	3,2	1
Majoran	6,5	2

1.2.1.4 TKG – Bestimmung

In den Untersuchungen der Jahre 2009 bis 2011 sind bei Kamille Schwankungen im TKG zwischen 0,046 g und 0,130 g beobachtet worden. Das mittlere TKG liegt bei 0,077 g. Zwischen den Untersuchungsjahren ergeben sich keine signifikanten Unterschiede. In der Literatur wird für Kamille ein TKG von 0,2 bis 0,08 g angegeben (DACHLER und PELZMANN 1999, HEEGER 1956, PAUN 1988). Von diesen Werten weicht die gegenwärtige Untersuchung etwas ab. Diploide Sorten wie ‚Bona' oder ‚Novbona' zeigten die niedrigsten TKG- Werte etwa 0,05g. Ebenso besaßen einzelne Chargen von ‚Bodegold' ein niedriges TKG. Insgesamt besaßen zwischen 60 und 70 % der Chargen ein TKG unter 0,08 g. Vereinzelt sind TKG über 0,1 g vorhanden. In der Abbildung 1.2.4 sind alle Ergebnisse graphisch dargestellt. Die Tabelle 1.2.5 gibt die gemessenen Minimal- und Maximalwerte sowie die Mittelwerte je Untersuchungsjahr an.

Die vorwiegend im Anbau befindlichen Sorten ‚Bodegold', ‚Zloty Lan', ‚Mabamille', ‚Goral' und ‚Lutea' werden in ihren TKG- Werten in der Abbildung 1.2.5. verglichen. Diese Sorten sind tetraploid, wobei ‚Bodegold' nach neueren Erkenntnissen des FNR Projektes „Züchtung einer Triploiden Kamillesorte", schon eine Mischung aus diploiden und tetraploiden Pflanzen darstellt. Es konnten je nach Sorte zwischen 2 und 12 Partien ausgewertet werden. Die meisten Sorten zeigten eine relativ breite Verteilung der Samengewichte. Daraus kann geschlossen werden, dass das TKG der Samen stark durch das Wachstum der Mutterpflanze beeinflusst wird. Eine starke Abtrennung von kleinen Samen während der Reinigung kann anschließend das TKG der Saatgutpartie steigern.

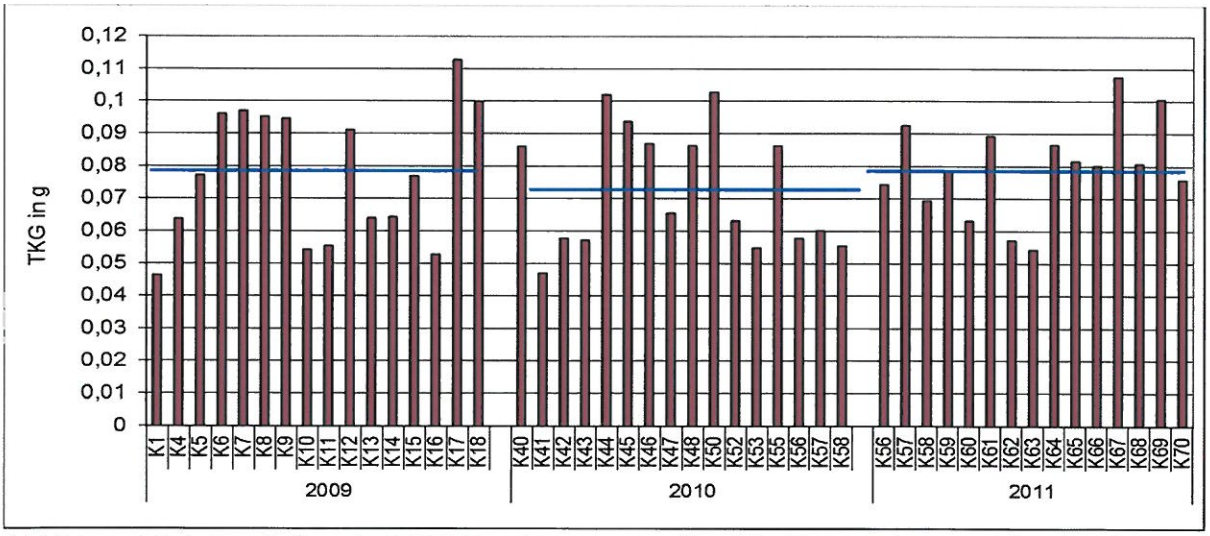

Abbildung 1.2.4: Ergebnisse der TKG- Bestimmung von Kamille, Untersuchung von Handelschargen der Jahre 2009 bis 2011

Tabelle 1.2.5: Zusammenfassung der Ergebnisse zur TKG- Bestimmung von Kamille

	TKG der untersuchten Chargen Min - Max	Mittleres TKG der untersuchten Chargen
Kamille 2009 (16 Chargen)	0,046 – 0,113	0,078
Kamille 2010 (16 Chargen)	0,047 – 0,103	0,073
Kamille 2011 (15 Chargen)	0,054 – 0,108	0,079

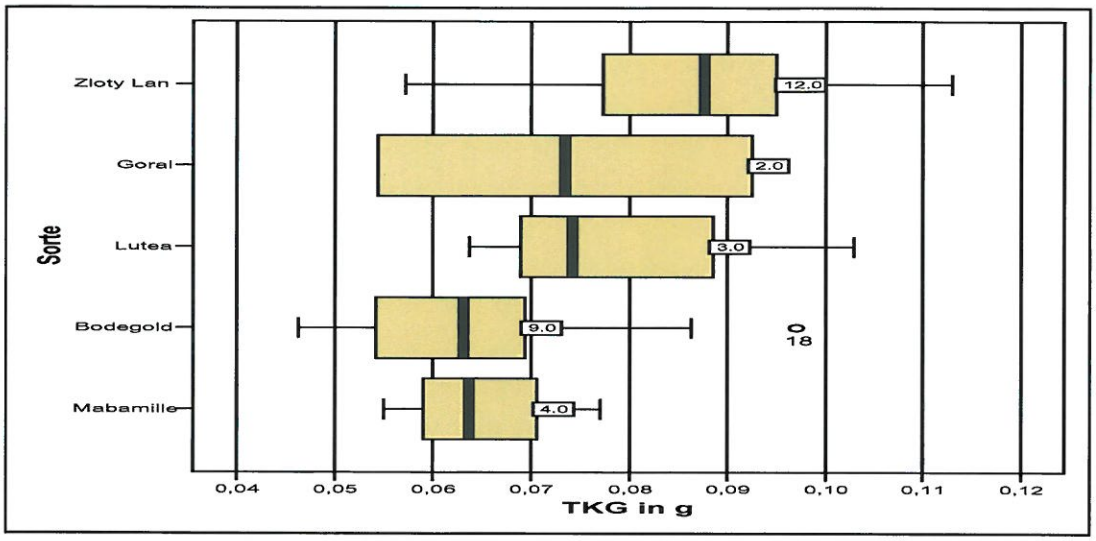

Abbildung 1.2.5: Verteilung des TKG bei verschiedenen Kamillesorten mit Angabe des jeweiligen Stichprobenumfangs, Untersuchung von Handelschargen in den Jahren 2009 bis 2011

Mit den vorliegenden Daten wurde eine Korrelationsuntersuchung vorgenommen, um den Zusammenhang zwischen TKG und Keimfähigkeit der Samen bei Kamille zu untersuchen.
Im Ergebnis wird für Kamillesamen ein signifikanter positiver Zusammenhang festgestellt. Es besteht jedoch nur eine geringe Korrelation der Daten. Es gibt eine Tendenz, dass mit dem Gewicht der Samen die Keimfähigkeit ansteigt. (Abbildung 1.2.6)
Die Qualität des Saatgutes kann also mit einem höheren Reinheitsgrad, bei welchem eine Trennung kleinerer Samen stärker erfolgt, auffallend gesteigert werden.

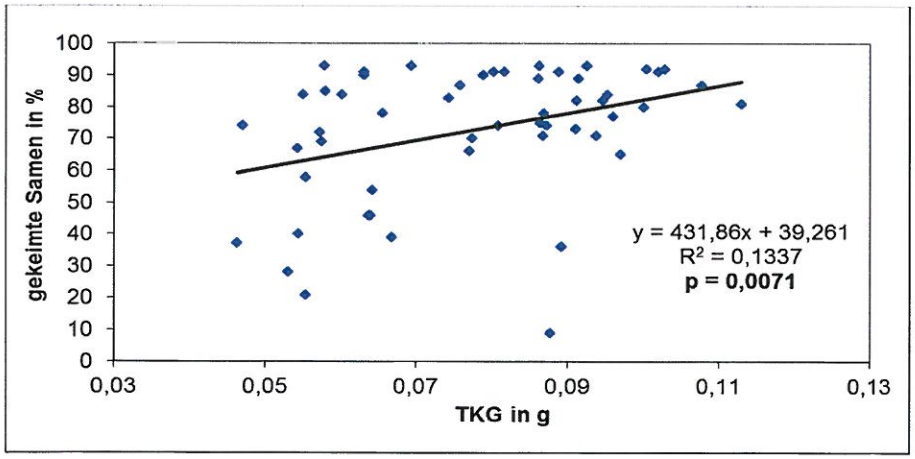

Abbildung 1.2.6: Zusammenhang zwischen TKG und Keimfähigkeit von Kamille, statistische Berechnung mittels Pearson Korrelation, Untersuchung von Handelspartien der Jahre 2009 bis 2011

1.2.2 Entwicklung Triebkraftprüfmethode

Es werden im internationalen Maßstab eine Vielzahl an direkte und indirekte Methoden zur Triebkraftprüfung von Saatgut verwendet. Diese unterliegen nur zum Teil einer Standardisierung. Einige Methoden wurden aus Kostengründen nicht weiter verfolgt, wie z.B. computergesteuerte Bildverarbeitungsprogramme. Im Labor der Pharmaplant GmbH fanden Prüfungen zu verschiedenen

Methoden statt, bei denen eine Verwertbarkeit für Feinsämereien vermutete werden konnte und welche gleichzeitig eine schnelle, objektive und genaue Bewertung der Qualität des Saatgutes erlauben würden.

Es wurde an indirekten Methoden mit Temperatureinwirkung (Kalt- und Warmbehandlung) sowie verschiedenen Chemikalien (Alkohole, Polyethylenglykole) gearbeitet (Testbeschreibung im 1. Zwischenbericht „Recherchen zu Methoden der Triebkraftprüfung Punkt 9. Triebkraft). Variiert wurden dabei die Behandlungszeiten, die Chemikalienkonzentrationen sowie das Quellungsstadium der Samen.
Im Rahmen der direkten Methoden wurden die Samen mit verschiedenen Substraten überschichtet. Hier mussten die Substratdichten sowie die jeweiligen Bedeckungshöhen berücksichtigt werden. Als Substrate dienten Torf, Sand mit verschiedenen Körnungen, Erde, Perlite, Ziegelgrus und Vermiculite. Die Substrate wurden separat und auch als Mischungen verwendet.
Die Triebkraftwerte der indirekten Methoden zeigten bei Kamille große Schwankungen in den Wiederholungen, so dass sie sich als nicht auswertbar erwiesen.
Nach Auswertung aller Ergebnisse wird aufgrund stabiler reproduzierbarer Ergebnisse eine direkte Methode favorisiert, bei welcher die Samen in einer definierten Höhe mit Substrat überschichtet werden.

1.2.2.1 Methode

Die Methode der Triebkraftprüfung für Kamille ist in der Verfahrensanweisung zur Bestimmung der Saatgutqualität für Arznei- und Gewürzpflanzenarten enthalten. Diese liegt diesem Bericht als Anlage 1 (VA 07-21) bei.

1.2.2.2 Methodenvalidierung

Das erarbeitete Verfahren wurde auf seine Wiederholbarkeit geprüft. Dazu wurden Saatgutpartien mit unterschiedlichem genetischen Ursprung, verschiedenen Tausendkornmassen und Keimfähigkeiten getestet. Als Kontrollparameter wird von jeder Partie die Keimfähigkeitsuntersuchung nach ISTA (ISTA 2009) durchgeführt. Die mittleren Standardabweichungen der beiden Parameter werden verglichen. Zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit der Methode wird zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal eine Triebkraftbestimmung mit fünf verschiedenen Partien durchgeführt und die mittlere Standardabweichung zwischen den beiden Testergebnissen ermittelt.

Es wurden 40 verschiedene Kamillepartien untersucht. Die Validierung der Triebkraftuntersuchung konnte positiv abgeschlossen werden. Die mittlere Standardabweichung der Triebkraftprüfung liegt bei 4,3. Sie zeigt damit keine Unterschiede zur Keimfähigkeitsmethode nach ISTA, bei welcher diese bei 4,5 liegt. Ebenfalls ist der Test auf Reproduzierbarkeit der Methode positiv verlaufen. Die mittlere Standardabweichung zwischen den wiederholt getesteten Partien liegt ebenfalls bei 4,5 und ist damit nicht größer als die der Keimfähigkeitsprüfung. (Tabelle 1.2.6)
In der Abbildung 1.2.7 sind die Einzelergebnisse graphisch dargestellt.

Bei Kamille liegen die Triebkraftwerte im Mittel um 36 % niedriger als die Keimfähigkeitswerte.

Tabelle 1.2.6 : Mittlere Standardabweichungen zur Validierung der Triebkraftprüfmethode von Kamille

	Keimfähigkeits-prüfung n = 40	Triebkraft-prüfung n = 40	Reproduzierbarkeits-prüfung n= 5
Mittlere Standardabweichung	4,485	4,246	4,480

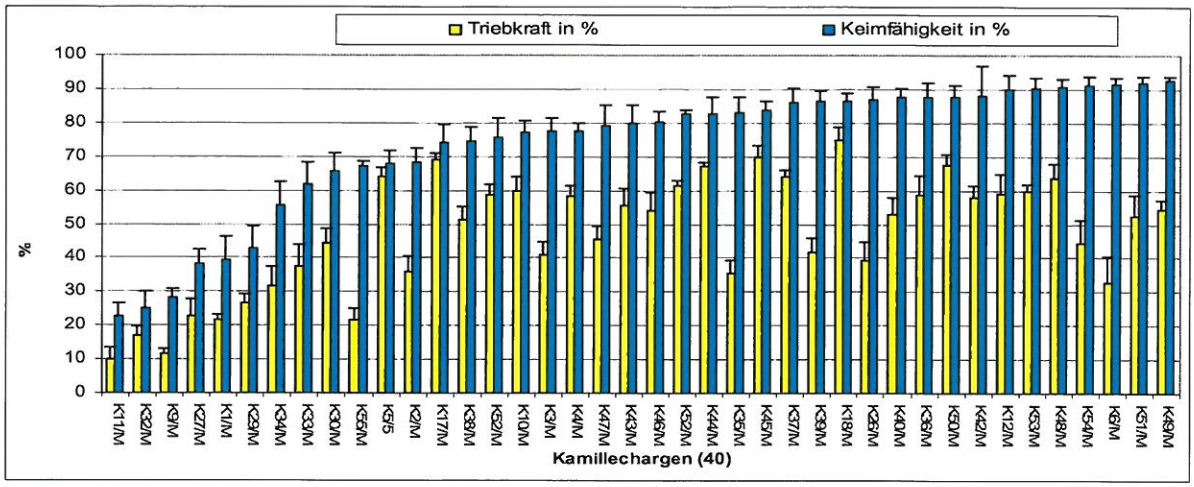

Abbildung 1.2.7: Einzelergebnisse der Keimfähigkeits- und Triebkraftprüfung zur Validierung der Triebkraftprüfmethode von Kamille

1.2.2.3 Überprüfung der Aussagefähigkeit der Triebkraftprüfmethoden anhand des Feldaufganges

Für Kamille wurden 27 verschiedene Feldaufgangsbonituren ausgewertet, welche die Agrarbetriebe in Nöbdenitz, Ranis und Dilshofen in den Jahren 2009 bis 2011 in Kooperation durchgeführt haben. Für alle verwendeten Saatgutpartien wurden die Laborparameter Triebkraft und Keimfähigkeit festgestellt. Die Korrelation der Feldaufgangsergebnisse in Bezug zu den Keimfähigkeits – und Triebkraftergebnissen wurde überprüft und damit eine Aussage zum jeweiligen Zusammenhang der Laborparameter und den Auflaufraten im Feldbereich möglich.
In der Abbildung 1.2.8 sind alle Feldaufgangsdaten und die dazugehörigen Triebkraft- und Keimfähigkeitswerte graphisch dargestellt.

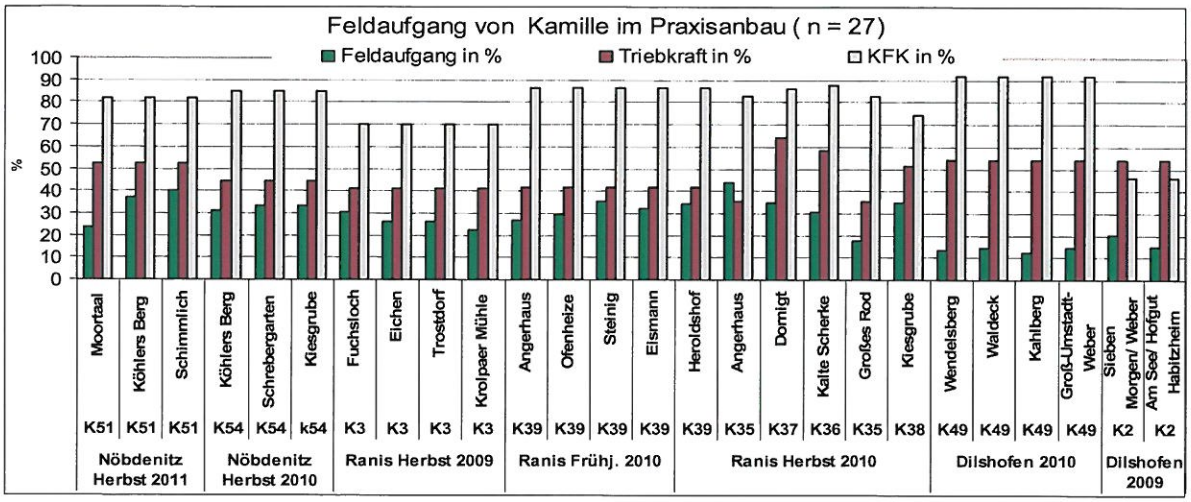

Abbildung 1.2.8: Feldaufgang und dazugehörige Laborergebnisse Keimfähigkeit und Triebkraft von Kamillesaatgut auf Schlägen der Agrarbetriebe Ranis, Nöbdenitz und Dilshofen in den Jahren 2009 bis 2011

Es konnte keine Korrelation des Feldaufgangs zur Keimfähigkeit und zur Triebkraft festgestellt werden. (Abbildung 1.2.9 und 1.2.10)
Die Unterschiede hinsichtlich der Bodenfaktoren, der Aussaattechnik sowie des Klimas in den verschiedenen Orten, aber vermutlich auch hinsichtlich der Schläge eines Ortes, erscheinen zu groß. Bei Verwendung einer größeren Anzahl an Boniturdaten könnte eventuell eine Verbindung der Triebkraft zum Feldaufgang gefunden werden.

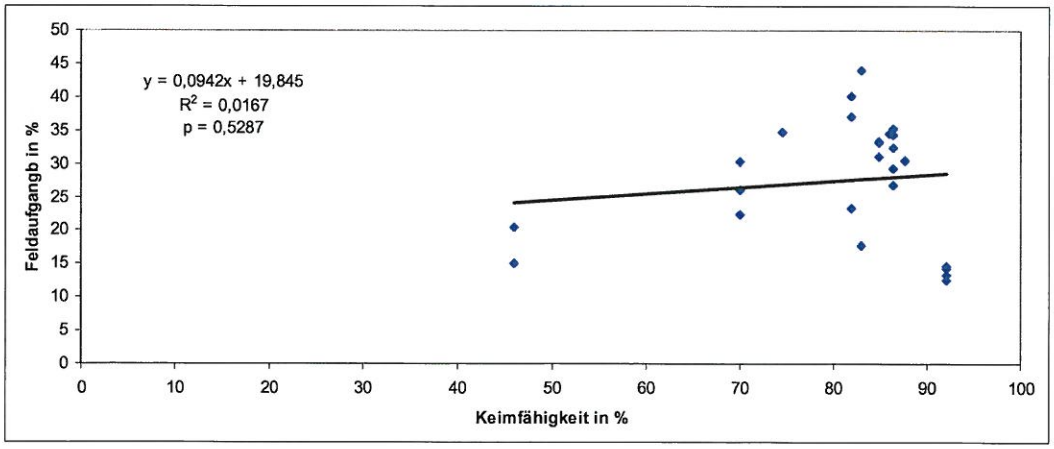

Abbildung 1.2.9: Pearsonkorrelation zwischen der Keimfähigkeit und dem Feldaufgang von Kamillesaatgut im Praxisanbau 2009 bis 2011 (n = 27)

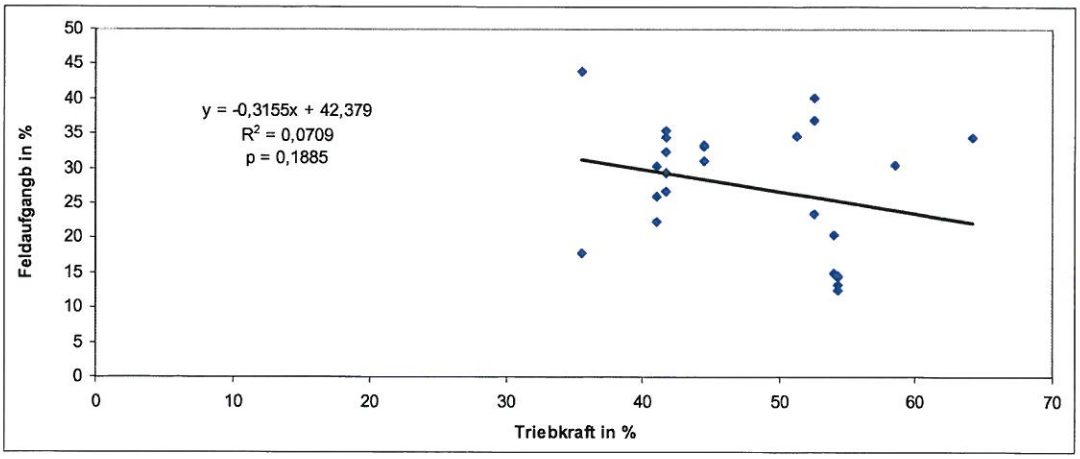

Abbildung 1.2.10: Pearsonkorrelation zwischen der Triebkraft und dem Feldaufgang von Kamillesaatgut im Praxisanbau 2009 bis 2011 (n = 27)

1.2.3 Bestimmung temperaturabhängiger Keimungskinetika

Zur Terminierung der Aussaat ist weniger die meist in der Literatur angegebene optimale Keimtemperatur als vielmehr der Zusammenhang zwischen der gegebenen Bodentemperatur und der Keimschnelligkeit von Bedeutung. Es wurden die Sorten ‚Zloty Lan', ‚Bodegold' und ‚Mabamille' untersucht.

Die Untersuchungen fanden in Kühlbrutschränken (Firma Rumed Typ 3001) statt. Die Inkubationstemperaturen lagen zwischen 1°C und 27 °C. Es erfolgte eine Temperaturabstufung in 2 Grad Schritten.

Es wurden jeweils 100 Samen in vierfacher Wiederholung auf Filterpapier, adäquat der Keimfähigkeitsuntersuchungen nach ISTA (ISTA 2009) ausgelegt. Von Kamille wurden von jeder Sorte zwei Partien verglichen. Die Erfassung der Keimrate erfolgte täglich. Gekeimte Samen wurden entfernt. Die Versuchsdauer betrug 21 Tage.

Dabei wurden folgende Parameter erfasst:

Keimmindesttemperatur (T_0) **= Beginn der Keimung nach ... Tagen:** Termin, wenn erste Keimwurzel einer Probe die Samenschale durchbricht, Angabe in Tagen

Keimrate (KR %): Relativer Anteil gekeimter Samen bei der jeweiligen Temperatur

Die Erfassung erfolgt täglich. Die Angabe erfolgt in Prozent.

Mittlere Keimdauer = t_{50} – Wert (T_{50})**:** Inkubationsdauer, bis 50 % an keimfähigen Samen gekeimt sind

Die Angabe erfolgt in Tagen.

Keimfähigkeit = optimale Keimtemperatur (T_{max})**:** Keimrate unter den für die jeweilige Pflanzenart optimalen und standardisierten äußeren Bedingungen

Die Angabe erfolgt in Prozent. Die optimale Keimtemperatur wird durch eine Auswertung der Parameter *Beginn der Keimung, Keimrate* und *Mittlere Keimdauer* ermittelt. Im Optimum ist die

Zeitdauer bis zum Keimbeginn am kürzesten, die Keimrate am höchsten und der t_{50} – Wert am kleinsten.

1.2.3.1 Temperaturabhängigkeit der Keimrate

Unterhalb von 5°C konnte bei Kamille innerhalb von 21 Tagen bei keiner Sorte eine Keimung festgestellt werden. Die Keimung beginnt zwischen 3 ° und 5 °C. Unterhalb von 9° C ist nur eine geringe Keimung zu erwarten. Ab 11°C wird innerhalb von 21 Tagen die maximale Keimrate erreicht. Zwischen den Sorten ‚Zloty Lan', ‚Bodegold' und ‚Mabamille' ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Die Keimrate der Sorten fiel in Abhängigkeit der getesteten Inkubationstemperaturen gleich hoch aus. (Abbildung 1.2.11)

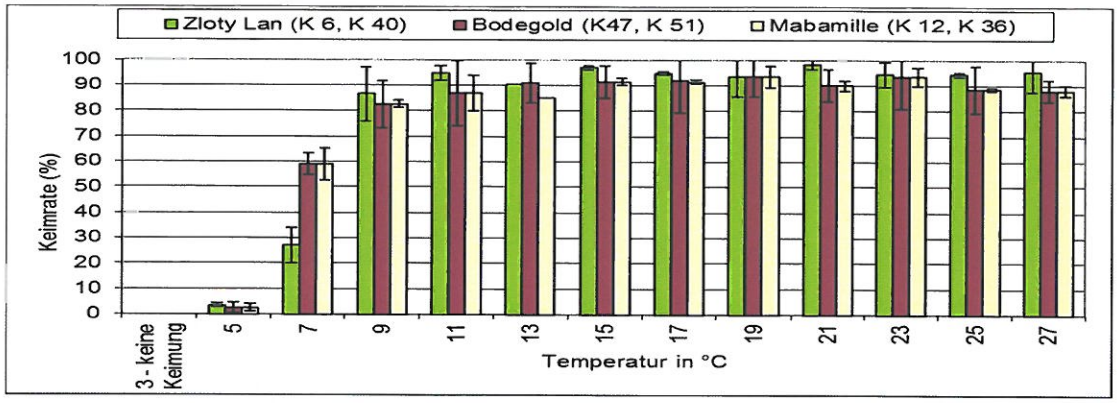

Abbildung 1.2.11: Temperaturabhängigkeit der Keimrate von Kamille- Saatgut, Vergleich der Sorten ‚Zloty Lan', ‚Bodegold' und ‚Mabamille', Versuchsdauer: 21 Tage

1.2.3.2 Temperaturabhängigkeit des Keimbeginns

Bei 5 °C benötigen Kamillesamen im Mittel 17 Tage bis zum Keimbeginn. Diese Zeit verkürzt sich bei Temperaturanstieg. Zwischen 9 °C und 15 °C benötigen sie 7 bis 4 Tage und zwischen 17 und 27 °C lediglich 3 Tage bis zum Keimen der ersten Samen. Es konnten hinsichtlich des Keimbeginns keine Sortenunterschiede festgestellt werden. (Abbildung 1.2.12)

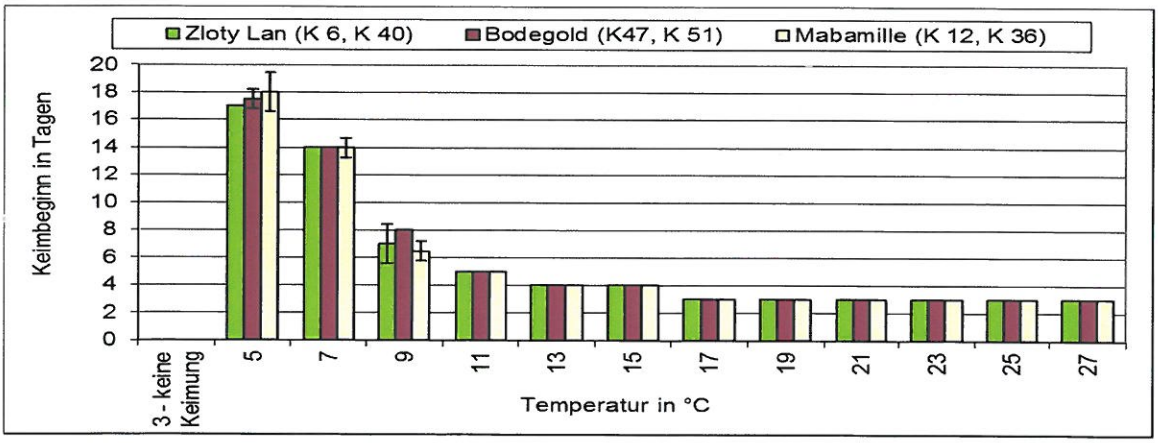

Abbildung 1.2.12: Temperaturabhängigkeit des Keimungsbeginns von Kamille- Saatgut, Vergleich der Sorten ‚Zloty Lan', ‚Bodegold' und ‚Mabamille', Versuchsdauer: 21 Tage

1.2.3.3 Temperaturabhängigkeit der mittleren Keimdauer (t_{50} – Wert)

Die mittlere Keimdauer ist zwischen 19 °C und 27 °C am kürzesten. Mindestens 50% der keimfähigen Samen keimten schon am Tag des Keimbeginns, d.h. nach 3 Tagen. Zwischen 15°C und 17°C werden noch 4 Tage benötigt, woraus ersichtlich wird, dass die Optimaltemperatur nicht erreicht ist. Kühlere Temperaturen verlängern die Zeitdauer. Bei 11 °C werden 5 bis 6 Tage gebraucht. (Abbildung 1.2.13)

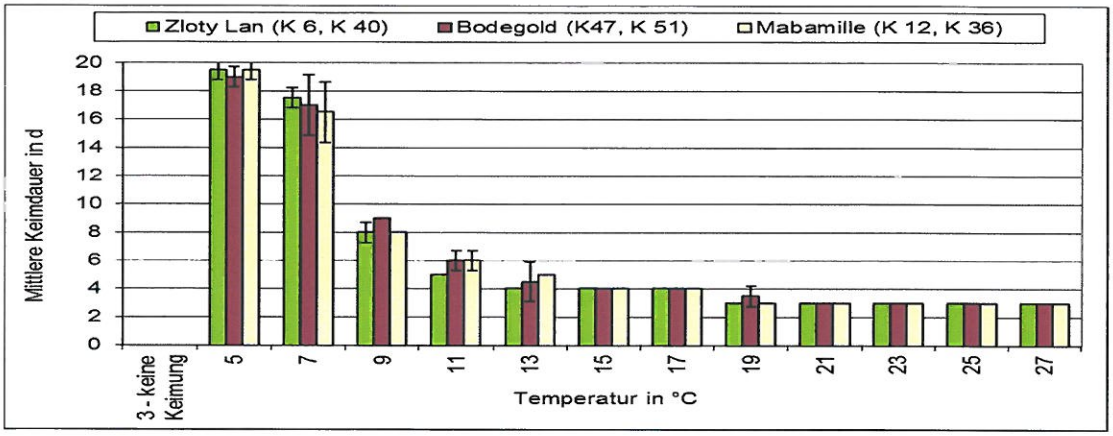

Abbildung 1.2.13: Temperaturabhängigkeit der Mittleren Keimdauer (t_{50} – Wert) von Kamille-Saatgut, Vergleich der Sorten ‚Zloty Lan', ‚Bodegold' und ‚Mabamille', Versuchsdauer: 21 Tage

1.2.3.4 Zusammenfassende Darstellung zur Keimbiologie

Die Tabelle 1.2.7 erfasst alle keimbiologischen Parameter für die untersuchten Kamillesorten ‚Zloty Lan', ‚Bodegold' und ‚Mabamille' noch einmal entlang der Inkubationstemperaturen.

Fazit: Bei Bodentemperaturen unter 9°C ist für Kamillesamen nur eine geringe Keimung im Zeitraum von 21 Tagen zu erwarten. Experimentell, d.h. unter standardisierten optimalen äußeren Bedingungen, lässt sich eine optimale Keimfähigkeit ab 19 °C nachweisen. Drei Tage nach der Aussaat sind ab dieser Temperatur 50 % der keimfähigen Samen gekeimt. Bei einer ausreichenden Wasserversorgung wird die schnellste Keimung im Praxisanbau ab 19 °C Bodentemperatur erreicht werden können, wobei hier mit einer Verzögerung von etwa drei Tagen gerechnet werde muss, d.h. etwa bei der doppelten im Labor festgestellten Keimdauer.

Ab 11 °C ist eine vollständige Keimrate innerhalb von 3 Wochen möglich. Ein günstiger Aussaattermin wäre, je nach geographischer Lage, bei einer Frühjahrsaussaat demnach der April. Nachteilig kann sich dann jedoch eine fehlende Bodenfeuchte auswirken. Eine Herbstaussaat hat den Vorteil, dass der Boden mehr Wärme aufweist und die Keimung schneller erfolgen kann.

Tabelle 1.2.7: Zusammenfassende Ergebnistabelle zur Untersuchung der Keimbiologie von Kamille-Saatgut der Sorten ‚Zloty Lan', ‚Bodegold' und ‚Mabamille' unter Berücksichtigung der Parameter Keimrate, Keimbeginn und Mittlere Keimdauer in Abhängigkeit der Inkubationstemperaturen Untersuchungszeitraum: 21 Tage

	nach 21 d	3°C	5°C	7°C	9°C	11°C	13°C	15°C	17°C	19°C	21°C	23°C	25°C	27°C
Zloty Lan (K 6, K 40)	KR %	0	3,5	27	86,5	95	90,5	97	95	93,5	98,5	94,5	94,5	95,5
	Keim-beginn in d	0	17	14	7	5	4	4	3	3	3	3	3	3
	T_{50}	0	19,5	17,5	8	5	4	4	4	3	3	3	3	3
Bodegold (K 47, K 51)	KR %	0	2,5	59	82,5	87	91	91,5	92	93,5	90	93,5	88,5	88
	Keim-beginn in d	0	17,5	14	8	5	4	4	3	3	3	3	3	3
	T_{50}	0	19	17	9	6	4,5	4	4	3,5	3	3	3	3
Maba-mille (K 12, K 36)	KR %	0	2,5	59	82,5	87	85	91,5	91,5	93,5	90	93,5	88,5	88
	Keim-beginn in d	0	18	14	6,5	5	4	4	3	3	3	3	3	3
	T_{50}	0	19,5	16,5	8	6	5	4	4	3	3	3	3	3

1.2.4 Standardverfahrensanweisung zur Saatgutqualitätsprüfung

Die Verfahrensanweisung für Kamille liegt diesem Bericht als Anlage 1 (Verfahrensanweisung zur Bestimmung der Saatgutqualität von Arznei- und Gewürzpflanzenarten VA 07-21) bei.

1.3 Baldrian

1.3.1 Situation am Saatgutmarkt 2009 -2011

1.3.1.1 Keimfähigkeitsprüfung

Bei Baldrian fiel die Keimfähigkeit in allen drei Untersuchungsjahren in vielen Partien sehr schlecht aus. Die mittlere Keimfähigkeit lag zwischen 45 und 55 %. In HOPPE 2009 wird für die Keimfähigkeit von Baldrian eine Mindestanforderung von 75 % angegeben. Lediglich zwischen 8 und 17 % der Partien konnten diesen Normvorschlag erreichen. Die TGL der DDR lag mit einer Norm von 60 % etwas niedriger, aber auch dies konnten in den Untersuchungsjahren nur 30 bzw. 50 % der Partien erreichen. In der Abbildung 1.3.1 sind die Untersuchungsergebnisse aller Saatgutmuster dargestellt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Tabelle 1.3.1.

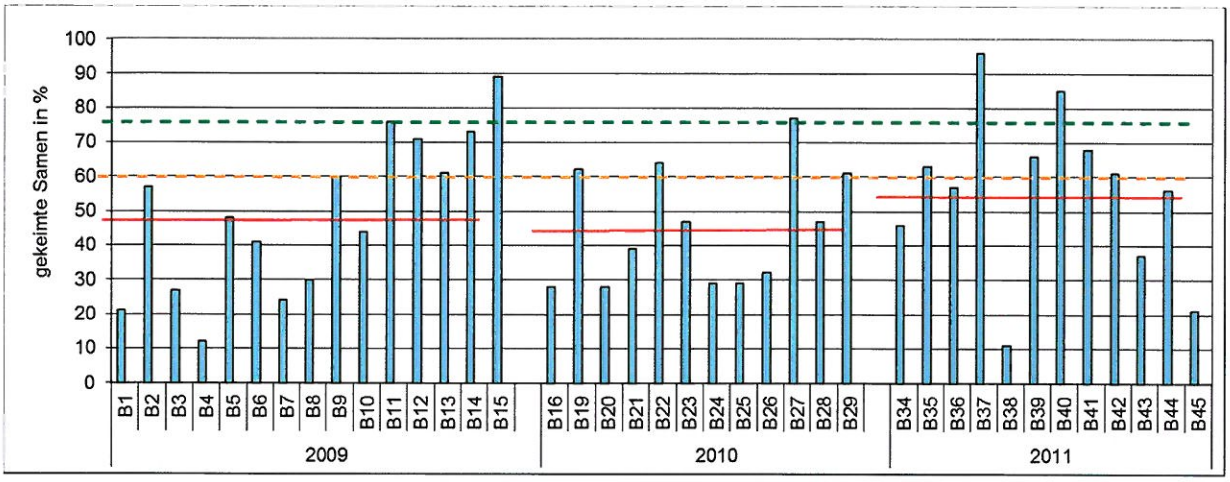

Abbildung 1.3.1: Keimfähigkeitsprüfung von Baldrian aus Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011, grün gestrichelte Linie = Normvorschlag nach HOPPE 2009 (75%), orange gestrichelte Linie = Norm der TGL 14197 (60%), rote durchgehende Linie = Mittelwert je Untersuchungsjahr

Tabelle 1.3.1: Zusammengefasste Ergebnisse der Keimfähigkeitsprüfung von Baldrian aus verschiedenen Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011

	Norm ehem. DDR-TGL 14197	Anteil der normentsprechenden Chargen	Normvorschlag „Handbuch des A&G-Pflanzen-anbaus“ (HOPPE 2009)	Anteil der norment-sprechenden Chargen	Mittlere Keimfähigkeit der untersuchten Chargen
Baldrian 2009 (15 Chargen)	60%	40%	75%	13%	49%
Baldrian 2010 (12 Chargen)		33%		8%	45%
Baldrian 2011 (12 Chargen)		50%		17%	55%

1.3.1.2 Reinheitssprüfung

Die mittlere Reinheit lag 2009 bei ca. 96 % und in den beiden anderen Jahren bei 97%. Die TGL der DDR 14197 forderte für Baldriansaatgut eine Reinheit von 98 %. Im Handbuch von HOPPE 2009 wird ein Normvorschlag von 99 % erhoben. Nicht alle Partien konnten eine Reinheit von 98 % erreichen. Vor allem in den Jahren 2010 und 2011 schafften dies nur zwischen ca. 30 und 50 %. Bei einer Reinheitsanforderung von 99 % fallen die Ergebnisse noch schlechter aus. In der Abbildung 1.3.2 sind die Untersuchungsergebnisse aller Saatgutmuster dargestellt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Tabelle 1.3.2.

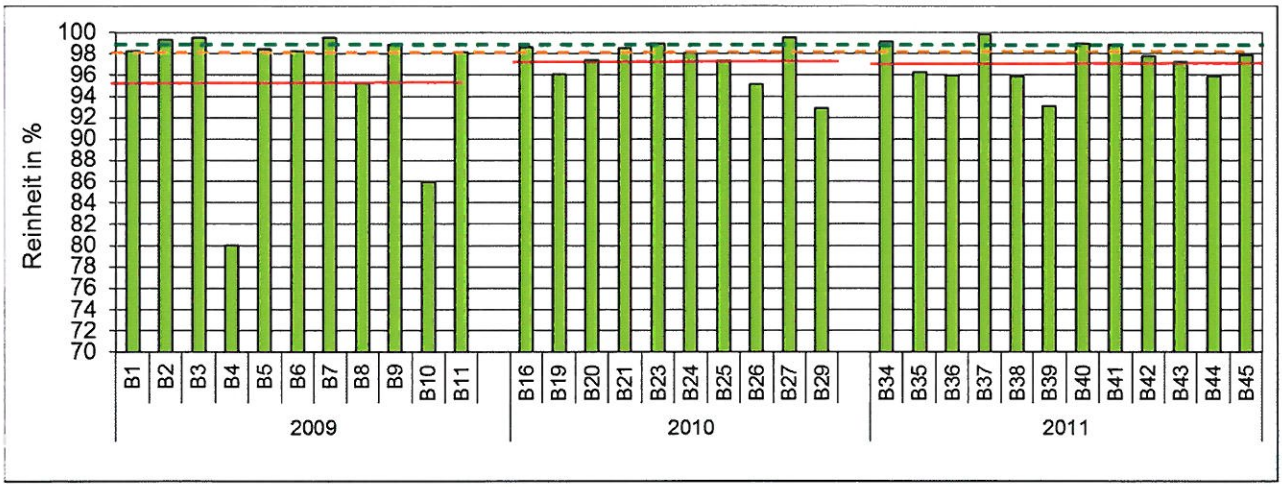

Abbildung 1.3.2: Reinheitsprüfung von Baldrian aus Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011, grün gestrichelte Linie = Normvorschlag nach HOPPE 2009, orange gestrichelte Linie = Norm der TGL 14197, rote durchgehende Linie = Mittelwert je Untersuchungsjahr

Tabelle 1.3.2: Zusammengefasste Ergebnisse der Reinheitssprüfung von Baldrian aus verschiedenen Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011

	Norm ehem. DDR- TGL 14197	Anteil der normentsprechenden Chargen	Normvorschlag „Handbuch des A&G-Pflanzen-anbaus“ (HOPPE 2009)	Anteil der norment-sprechenden Chargen	Mittlere Reinheit der untersuchten Chargen
Baldrian 2009 (11 Chargen)	98%	72%	99%	28%	95.6
Baldrian 2010 (12 Chargen)		50%		10%	97,2
Baldrian 2011 (12 Chargen)		33%		16%	97,2

1.3.1.3 Prüfung auf Fremdsamenbesatz

Die TGL der DDR 14197 sah für Baldrian eine Norm für den Besatz mit Fremdsamen vor. Es durften in 0,5 g Saatgut nicht mehr als 5 Unkrautsamen enthalten sein. In HOPPE 2009 wird ein Normvorschlag unterbreitet, welcher besagt, dass in einer Saatgutmenge von 0,5 g höchstens 2 Unkrautsamen enthalten sein dürfen. Die meisten der untersuchten Muster konnten den

Normvorschlag erreichen. Ungefähr die Hälfte der Saatgutproben war frei von fremden Samen. Vereinzelt gab es aber auch Partien mit einem hohem Fremdsamenbesatz . In der Abbildung 1.3.3 sind die Untersuchungsergebnisse aller Saatgutmuster dargestellt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Tabelle 1.3.3.

Insgesamt sind 21 verschiedene Fremdsamenarten gefunden worden. Die meisten der Arten treten nur in kleiner Stückzahl auf und es zeichnet sich auch keine Art durch ein besonders häufiges Vorkommen aus. Einige Proben sind jedoch mit Unkräutern belastet. So gibt es Partien mit einem höherem Besatz an Windhalm oder Wiesenrispe, was sich auf den Unkrautdruck im Bestand durchaus negativ auswirken könnte. Eine Häufigkeitsverteilung der vorgefundenen Fremdsamenarten ist in Tabelle 1.3.4 aufgeführt.

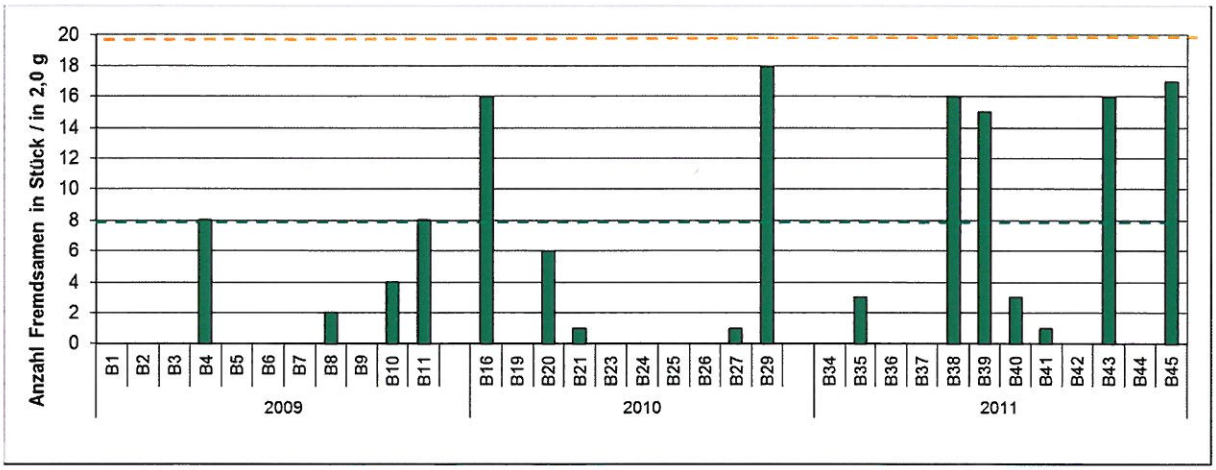

Abbildung 1.3.3: Prüfung von Baldrian auf Fremdsamenbesatz, Untersuchung von Handelssaatgutpartien der Jahre 2009 bis 2011, grün gestrichelte Linie = Normvorschlag nach HOPPE 2009, orange gestrichelte Linie = Norm der TGL 14197 (im Diagramm Anpassung auf 2,0 g Saatgut)

Tabelle 1.3.3: Zusammengefasste Ergebnisse der Prüfung von Baldrian auf Fremdsamenbesatz aus verschiedenen Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011

	Norm ehem. DDR- TGL 14197	Anteil der normentsprechenden Chargen	Normvorschlag „Handbuch des A&G-Pflanzen-anbaus“ (HOPPE 2009)	Anteil der norment-sprechenden Chargen	Mittlere Anzahl an Fremdsamen der untersuchten Chargen
Baldrian 2009 (11 Chargen)	max. 5 Stck./ 0,5 g (Angleichung an ISTA-Probenmenge = max. 20 Stck/ 2,0 g)	100%	max. 2 Stck./0,5 g (Angleichung an ISTA-Probenmenge = max. 8 Stck/2,0 g)	100%	0
Baldrian 2010 (12 Chargen)		100%		80%	4
Baldrian 2011 (12 Chargen)		100%		67%	6

Tabelle 1.3.4: Häufigkeitsverteilung von Fremdsamenarten in Baldrian aus verschiedenen Handelssaatgutpartien (n =24)

	Häufigkeit in %	**Maximale Anzahl in 2,0 g Saatgut**
1. Unkrautsamen		
Geruchlose Kamille	16,7	4
Gänsedistel	8,3	2
Ackerkratzdistel	8,3	1
Rainkohl	8,3	9
Hirtentäschel	8,3	3
Windhalm	8,3	17
Gänsefuß	4,2	1
Löwenzahn	4,2	1
Ampferblättriger Knöterich	4,2	1
Wiesenrispe	4,2	13
Pippau	4,2	1
Gemeines Greiskraut	4,2	2
Rauke	4,2	9
Spitzwegerich	4,2	2
Rispe	4,2	3
Weidelgras	4,2	1
Knaulgras	4,2	1
2. Samen fremder Arten		
Nelke	4,2	1
Liebliche Godetie	4,2	1
Margerite	4,2	3
Salat	8,3	10

1.3.1.4 TKG – Bestimmung

Es konnten Schwankungen im TKG von Baldrian zwischen 0,48 g und 0,97 g beobachtet werden. Das mittlere TKG liegt bei 0,66 g. Zwischen den Untersuchungsjahren ergeben sich keine signifikanten Schwankungen. Die Ergebnisse entsprechen den Literaturangaben, welche ein TKG zwischen 0,52 g und 1,0 g angeben (DACHLER und PELZMANN 1999, HEEGER 1956, PAUN 1988, BOMME und FUCHS 1993). In der Abbildung 1.3.4 sind alle Ergebnisse graphisch dargestellt. Die Tabelle 1.3.5 gibt die gemessenen Minimal- und Maximalwerte sowie die Mittelwerte je Untersuchungsjahr an.

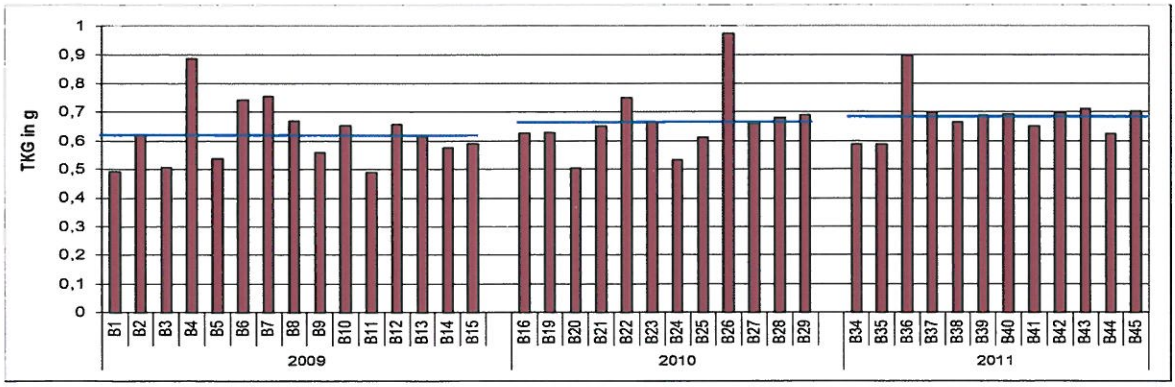

Abbildung 1.3.4: Ergebnisse der TKG- Bestimmung von Baldrian, Untersuchung von Handelschargen in den Jahren 2009 bis 2011

Tabelle 1.3.5: Zusammenfassung der Ergebnisse zur TKG- Bestimmung von Baldrian

	TKG der untersuchten Chargen Min - Max	Mittleres TKG der untersuchten Chargen
Baldrian 2009 (11 Chargen)	0,489 - 0,886	0,623
Baldrian 2010 (12 Chargen)	0,503 -0,974	0,665
Baldrian 2011 (12 Chargen)	0,588 - 0,9	0,684

Die Sorten bzw. Linien ‚Anton', ‚Artener Züchtung', ‚Lubelski', ‚Stamm PHASA', ‚Stamm NLC', ‚BLBP 19' und ‚BLBP 20' wurden in ihren TKG- Werten verglichen. In der Abbildung 2.5.5 ist die Verteilung der Einzelwerte graphisch dargestellt. Es konnten je nach Sorte zwischen 2 und 5 Partien ausgewertet werden. Die meisten Prüfglieder liegen in ihrem TKG im Bereich zwischen ca. 0,55 g und 0,75 g, jedoch kommen auch größere Abweichungen vor. Die untersuchten Partien des Stamm ‚NLC' besaßen ein besonders niedriges TKG von ca. 0,5 g. Bei der Linie ‚BLBP 20' dagegen lag das TKG über 0,9 g. (Abbildung 1.3.5)

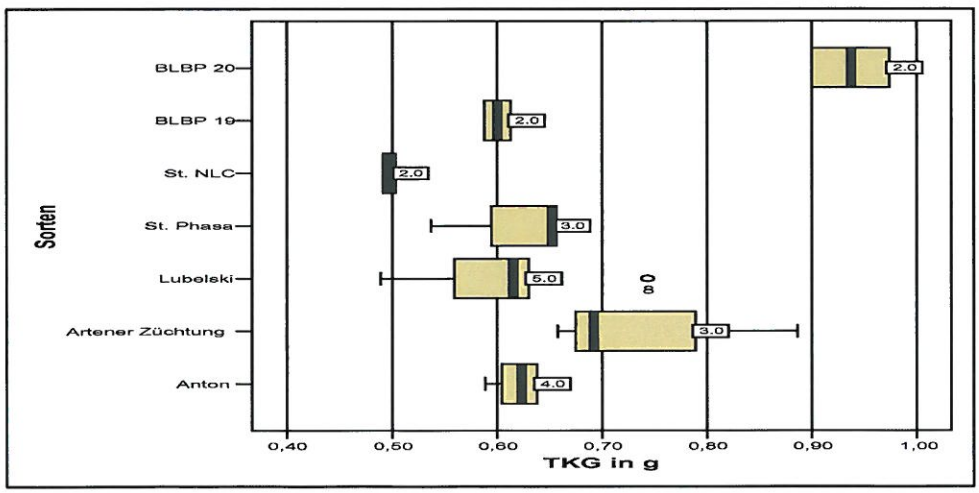

Abbildung 1.3.5: Verteilung des TKG bei verschiedenen Baldriansorten mit Angabe des jeweiligen Stichprobenumfangs, Untersuchung von Handelschargen in den Jahre 2009 bis 2011

Es wurde eine Korrelation der TKG- Ergebnisse mit den Ergebnissen der Keimfähigkeitsprüfung vorgenommen. Es ergibt sich bei Baldrian kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Samengewicht und der Keimrate der Samen. (Abbildung 1.3.6)

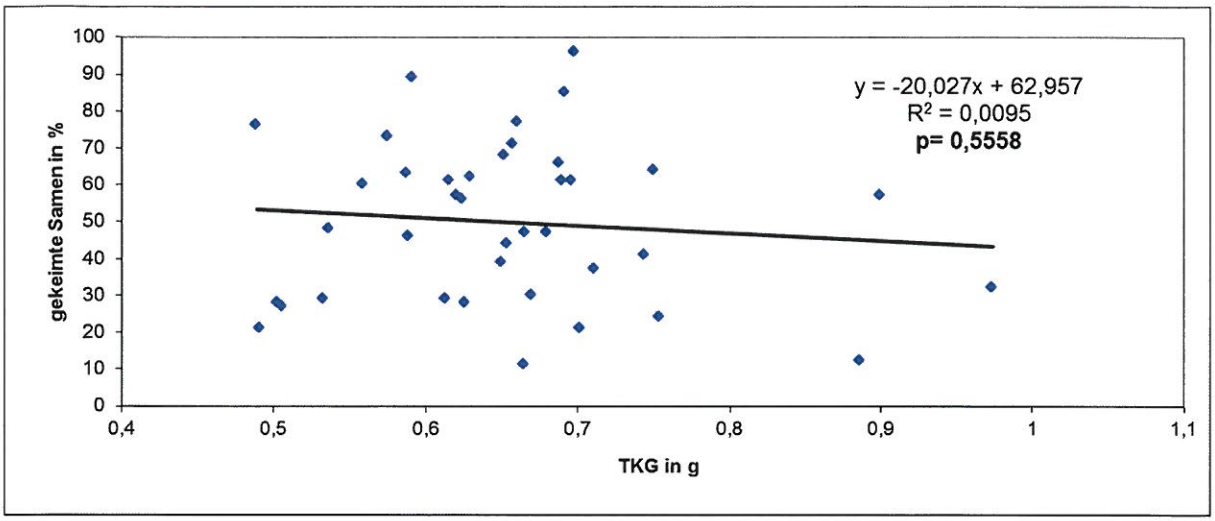

Abbildung 1.3.6: Zusammenhang zwischen TKG und Keimfähigkeit von Baldrian, statistische Berechnung mittels Pearson Korrelation, Untersuchung von Handelschargen der Jahre 2009 bis 2011

1.3.2 Entwicklung Triebkraftprüfmethode

1.3.2.1 Methode

Die Methode der Triebkraftprüfung für Baldrian ist in der Verfahrensanweisung zur Bestimmung der Saatgutqualität für Arznei- und Gewürzpflanzenarten enthalten. Diese liegt diesem Bericht als Anlage 1 (VA 07-21) bei.

1.3.2.2 Methodenvalidierung

Das erarbeitete Verfahren wird einer Validierung unterzogen. Dazu wurden Saatgutpartien mit unterschiedlichem genetischen Ursprung, verschiedenen Tausendkornmassen und Keimfähigkeiten getestet. Als Kontrollparameter wird für jede Partie die Keimfähigkeitsuntersuchung nach ISTA (ISTA 2009) durchgeführt. Die mittleren Standardabweichungen der beiden Parameter werden verglichen. Zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit der Methode wird zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal eine Triebkraftbestimmung mit fünf verschiedenen Partien durchgeführt und die mittlere Standardabweichung zwischen den beiden Testergebnissen ermittelt.

Es wurden 32 verschiedene Baldrianpartien getestet. Die Validierung der Triebkraftuntersuchung konnte positiv abgeschlossen werden. Die ermittelten mittleren Standardabweichungen liegen bei der Keimfähigkeitsprüfung bei 4,8 und bei der Triebkraftprüfung bei 3,7. Damit ist innerhalb der Triebkraftprüfung eine noch höhere Sicherheit gegeben. Die mittlere Standardabweichung zwischen den wiederholt getesteten Partien liegt ebenfalls bei nur 3,9 und ist damit wiederum geringer als die der Keimfähigkeitsprüfung. (Tabelle 1.3.6)
In der Abbildung 1.3.7 sind die Einzelergebnisse graphisch dargestellt.

Bei Baldrian liegen die Triebkraftwerte im Mittel um 20 % niedriger als die Keimfähigkeitswerte.

Tabelle 1.3.6: Mittlere Standardabweichungen zur Validierung der Triebkraftprüfmethode von Baldrian

	Keimfähigkeits-prüfung n = 32	Triebkraft-prüfung n = 32	Reproduzierbarkeits-prüfung n= 5
Mittlere Standardabweichung	4,76	3,703	3,853

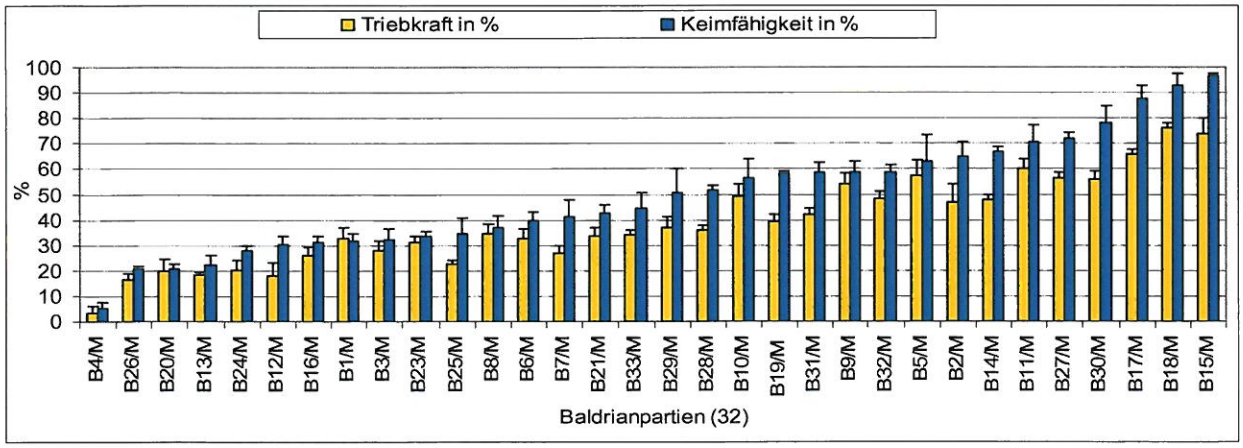

Abbildung 1.3.7: Einzelergebnisse der Keimfähigkeits- und Triebkraftprüfung zur Validierung der Triebkraftprüfmethode von Baldrian

1.3.2.3 Überprüfung der Aussagefähigkeit der Triebkraftprüfmethoden anhand des Feldaufganges

Um eine Verbindung der Triebkraft zum Feldaufgang herzustellen und die Aussagefähigkeit des Parameters Triebkraft hinsichtlich des Feldaufganges zu untersuchen, wurden für Baldrian Aussaatversuche in Arten auf fünf verschiedenen Bodentypen in einer Großgefäßanlage vorgenommen. Auf jedem Boden wurden sechs verschiedene Partien am 15. September 2011 manuell eingesät, so dass insgesamt 30 verschiedene Boniturdaten vorliegen (Abb. 1.3.8). Diese unterschieden sich hinsichtlich der Sorte, im Tausendkorngewicht und der Keimfähigkeit. Alle Untersuchungen fanden jeweils in vierfacher Wiederholung statt. Die Saattiefe lag zwischen 1 bis 1,5 cm. Nach Erscheinen der ersten Keimpflanzen wurde die Auflaufrate wöchentlich über einen Zeitraum von 6 Wochen bestimmt (Abb. 1.3.9).

Abbildung 1.3.8: Versuchsanlage zur Bestimmung des Feldaufganges von Baldrian, Großgefäß der Pharmaplant GmbH

Abbildung 1.3.9: Feldaufgang von Baldrian im Lehmboden 4 Wochen nach der Aussaat

Die Korrelation der Feldaufgangsergebnisse in Bezug zu den Keimfähigkeits – und Triebkraftergebnissen kann somit überprüft werden. Es ist eine Aussage zum Zusammenhang der Laborparameter und den Auflaufraten im Feldbereich möglich.
Die Korrelation der Daten zeigt für Baldrian keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Keimfähigkeit und dem Feldaufgang (Abbildung 1.3.11). Es ergibt sich aber ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Triebkraft und dem Feldaufgang (Abbildung 1.3.12), wobei der Korrelationsfaktor relativ klein ausfällt. Aus diesem Ergebnis lässt sich schlussfolgern, dass eine Triebkraftuntersuchung für Baldrian aussagekräftiger die Qualität des Saatgutes im Hinblick auf den Feldanbau widerspiegelt, als Angaben zur Keimfähigkeit. Mit einer Angabe zur Triebkraft des Saatgutes kann die notwendige Saatgutmenge im Direktsaatverfahren besser angepasst werden.
Die Boniturergebnisse zum Feldaufgang sowie die zugehörigen Laborwerte sind in Abbildung 1.3.10 dargestellt.

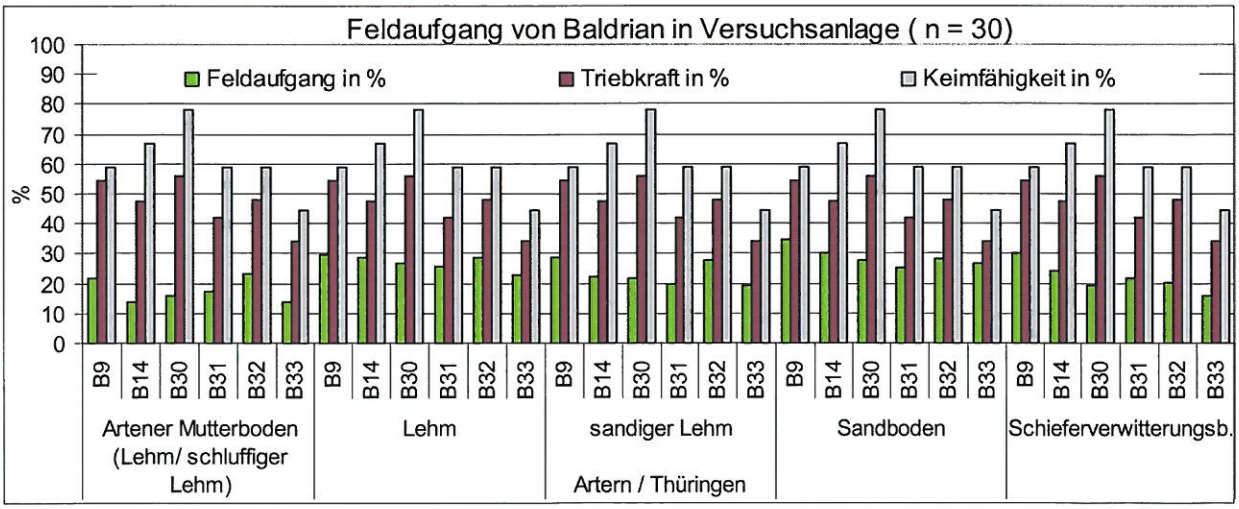

Abbildung 1.3.10: Feldaufgang und dazugehörige Laborergebnisse Keimfähigkeit und Triebkraft von Baldriansaatgut, Großgefäßversuchsanlage der Pharmaplant GmbH Artern, Einsaat von sechs Chargen in fünf verschiedene Bodentypen, Untersuchungszeitraum Herbst 2011

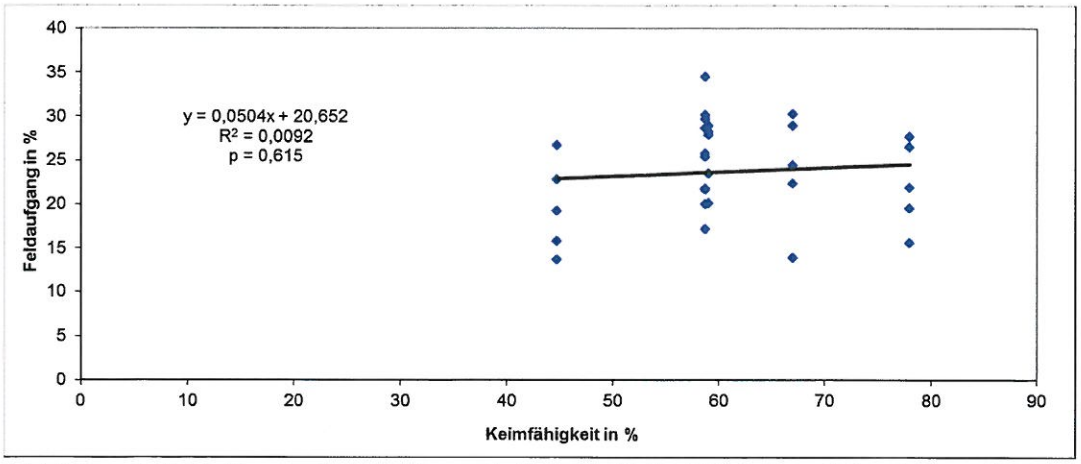

Abbildung 1.3.11: Pearsonkorrelation zwischen der Keimfähigkeit und dem Feldaufgang von Baldriansaatgut, Großgefäßversuchsanlage der Pharmaplant GmbH Artern, Einsaat von sechs Chargen in fünf verschiedene Bodentypen, Untersuchungszeitraum Herbst 2011 (n = 30)

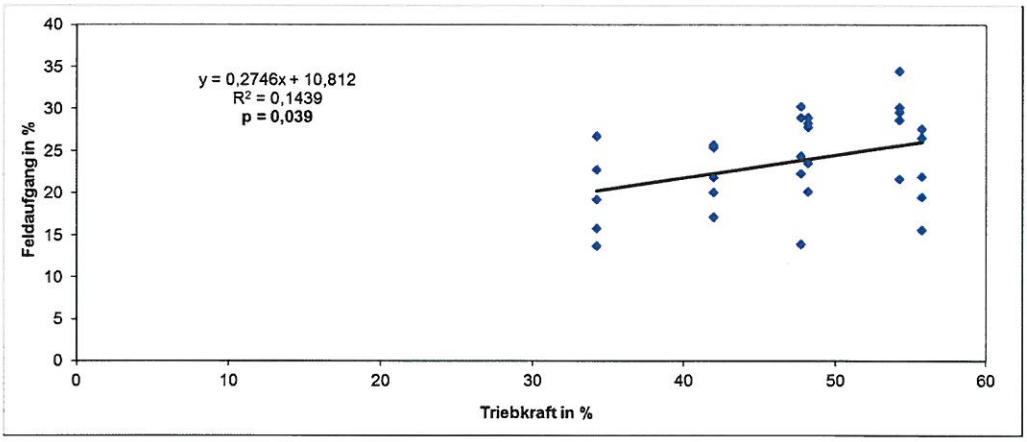

Abbildung 1.3.12: Pearsonkorrelation zwischen der Triebkraft und dem Feldaufgang von Baldriansaatgut, Großgefäßversuchsanlage der Pharmaplant GmbH Artern, Einsaat von sechs Chargen in fünf verschiedene Bodentypen, Untersuchungszeitraum Herbst 2011 (n = 30)

Es werden die Daten für Baldrian und Melisse statistisch weitergehend ausgewertet. Dabei kann die Frage beantwortet werden, welche Bodentypen einen signifikanten Einfluss auf den Feldaufgang ausüben. Da jeder Boden mit sechs verschiedenen Saatgutpartien getestet wurde, kann ebenfalls eine Auswertung der Wechselwirkungen zwischen Saatgut und Boden erfolgen.

Baldrian zeigte insgesamt einen mittleren Feldaufgang. Im Sandboden und im Lehmboden konnten mit fast 30 % die meisten Samen auflaufen. Aber auch in den anderen drei Böden wurde ein Feldaufgang von ca. 20 % erreicht. Das niedrigste Auflaufen fand im „sandig/ schluffigem Lehm" statt. Es sind signifikante Unterschiede zwischen den Böden vorhanden. In Abbildung 1.3.13 sind die Ergebnisse und signifikante Unterschiede grafisch dargestellt.

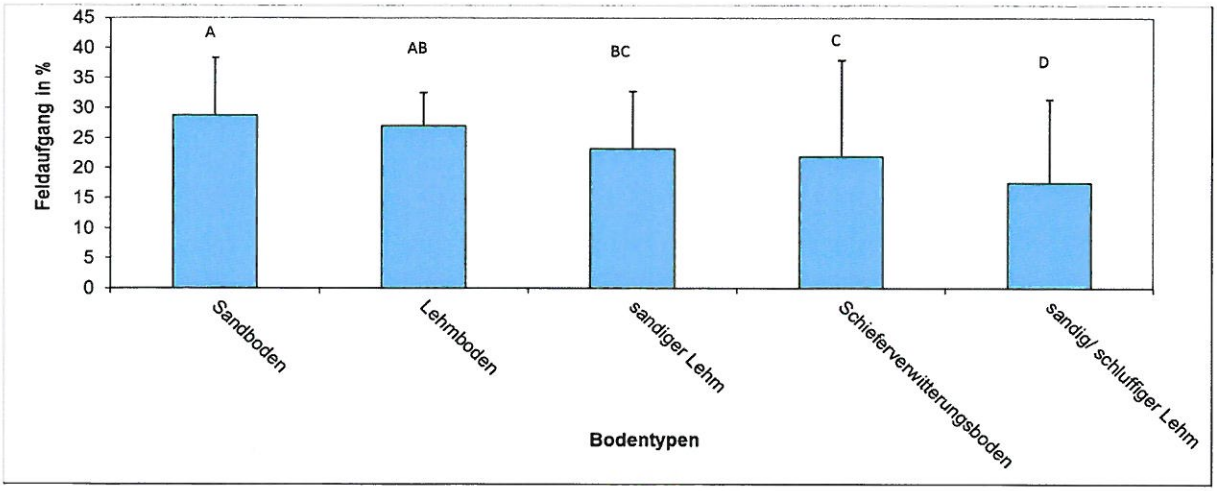

Abbildung 1.3.13: Mittlerer Feldaufgang von Baldrian, Großgefäßanlage in Artern, Herbst 2011, unterschiedliche Buchstaben zeigen Signifikanz an

In Abbildung 1.3.14 sind Wechselwirkungen zwischen dem Feldaufgang der verwendeten Saatgutchargen und den untersuchten Bodentypen ersichtlich. Eine statistische Auswertung zeigt, dass nicht nur der Bodentyp für den Feldaufgang entscheidend ist, sondern ebenfalls die Saatgutpartien einen signifikanten Einfluss ausüben können. Bei unseren Untersuchungen fallen die Partien B 33 und B 9 durch signifikant höhere bzw. niedrigere Auflaufraten heraus.

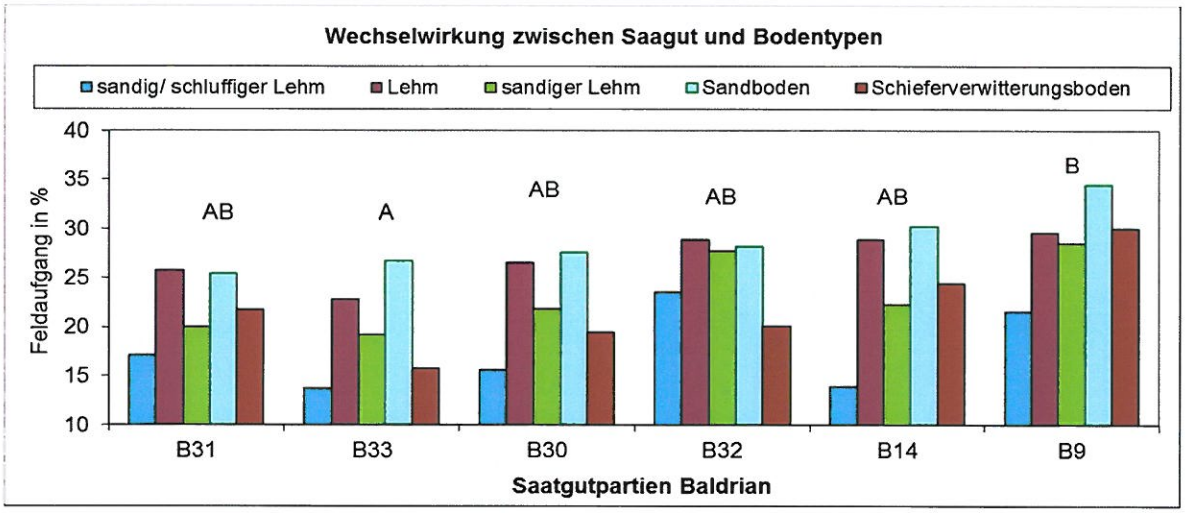

Abbildung 1.3.14: Wechselwirkung zwischen verschiedenen Saatgutchargen (n = 6) von Baldrian und den verwendeten Bodentypen (n = 5), unterschiedliche Buchstaben zeigen Signifikanz an

1.3.3 Bestimmung temperaturabhängiger Keimungskinetika

Die Untersuchungen fanden in Kühlbrutschränken (Firma Rume Typ 3001) statt. Die Inkubationstemperaturen lagen zwischen 1°C und 27 °C. Es erfolgte eine Temperaturabstufung in 2 Grad Schritten. Der Keimbeginn sowie die tägliche Keimrate wurden erfasst, woraus Aussagen zur Keimschnelligkeit bei Temperaturänderung möglich werden. Dies ist ein wichtiges Merkmal zur Optimierung der Aussaatzeit bei Direktsaat.
Es wurden die Sorten ‚Artener Züchtung', ‚Lubelski' und ‚Anton' untersucht. Dabei wurden von jeder Sorte zwei Partien verglichen. Adäquat der Keimfähigkeitsuntersuchungen nach ISTA wurden

jeweils 100 Samen in vierfacher Wiederholung auf Filterpapier ausgelegt. Die Versuchsdauer betrug 21 Tage.

Es wurden folgende Parameter erfasst:

Keimmindesttemperatur (T_0) **= Beginn der Keimung nach ... Tagen:** Termin, wenn erste Keimwurzel einer Probe die Samenschale durchbricht, Angabe in Tagen

Keimrate (KR %): Relativer Anteil gekeimter Samen bei der jeweiligen Temperatur

Die Erfassung erfolgt täglich. Die Angabe erfolgt in Prozent.

Mittlere Keimdauer = t_{50} – Wert (T_{50})**:** Inkubationsdauer, bis 50 % an keimfähigen Samen gekeimt sind

Die Angabe erfolgt in Tagen.

Keimfähigkeit = optimale Keimtemperatur (T_{max})**:** Keimrate unter den für die jeweilige Pflanzenart optimalen und standardisierten äußeren Bedingungen

Die Angabe erfolgt in Prozent. Die optimale Keimtemperatur wird durch eine Auswertung der Parameter *Beginn der Keimung, Keimrate* und *Mittlere Keimdauer* ermittelt. Im Optimum ist der Zeitraum bis zum Keimbeginn am kürzesten, die Keimrate am höchsten und der t_{50} – Wert am kleinsten.

1.3.3.1 Temperaturabhängigkeit der Keimrate

Zwischen den Sorten ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in Bezug zur Keimrate. Unterhalb von 5 °C konnte bei keiner der Sorten innerhalb von 21 Tagen eine Keimung festgestellt werden. Die Keimung beginnt einheitlich zwischen 3 °C und 5 °C. Unterhalb von 11°C ist nur eine geringe Keimung zu erwarten. Ab 15 °C steigt die Keimrate deutlich an und erreicht ab 19 °C innerhalb von 21 Tagen das Maximum. (Abbildung 1.3.15)

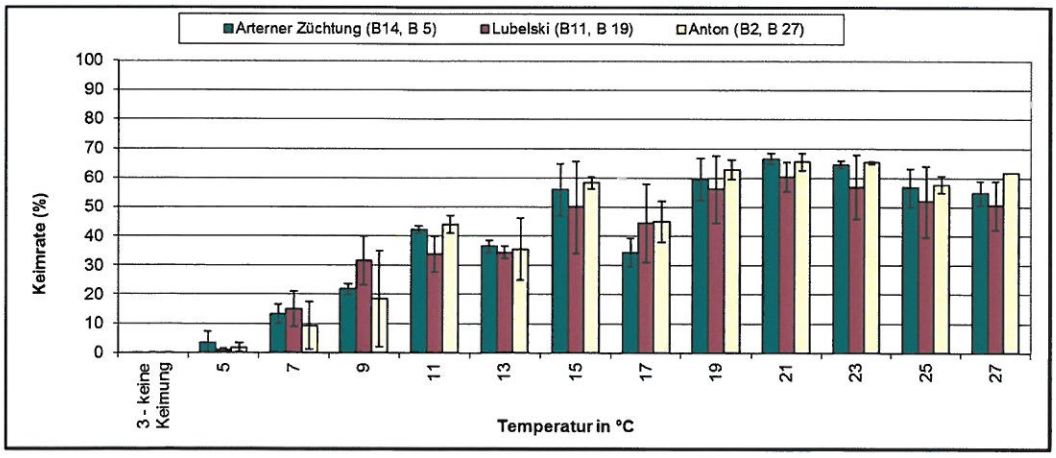

Abbildung 1.3.15: Abhängigkeit der Keimrate von Baldrian- Saatgut von der Inkubationstemperatur, Vergleich der Sorten ‚Artener Züchtung', ‚Lubelski' und ‚Anton', Versuchsdauer 21 Tage

1.3.3.2 Temperaturabhängigkeit des Keimbeginns

Bei 5 °C benötigen die Samen zwischen 17 und 20 Tagen bis zum Keimbeginn. Diese Zeit verkürzt sich bei Temperaturanstieg. Zwischen 13 und 21 °C benötigen sie 6 bis 4 Tage und zwischen 23 und 27 °C lediglich 3 Tage bis zum Keimen der ersten Samen. Es gibt keine signifikanten Sortenunterschiede. (Abbildung 1.3.16)

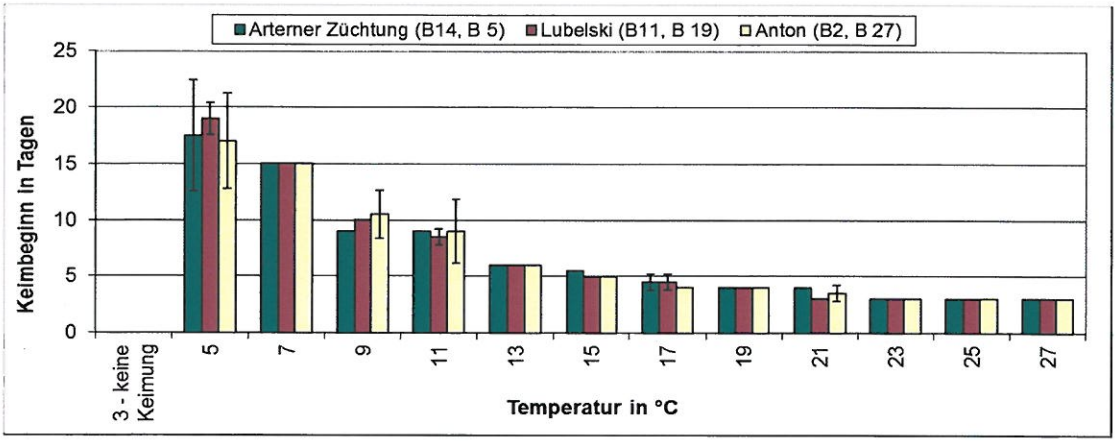

Abbildung 1.3.16: Temperaturabhängigkeit des Keimungsbeginns von Baldrian- Saatgut, Vergleich der Sorten ‚Artener Züchtung', ‚Lubelski' und ‚Anton'

1.3.3.3 Temperaturabhängigkeit der mittleren Keimdauer (t_{50} – Wert)

Die mittlere Keimdauer ist zwischen 23 °C und 27 °C am kürzesten. Mindestens 50% der keimfähigen Samen keimten nach 4 bis 5 Tagen. In diesem Temperaturbereich befindet sich das Optimum. Zwischen 13 °C und 21 °C werden 6 bis 9 Tage benötigt, um den t_{50} – Wert zu erreichen. Mit kühler werdenden Temperaturen nimmt die mittlere Keimdauer weiter zu. (Abbildung 1.3.17)

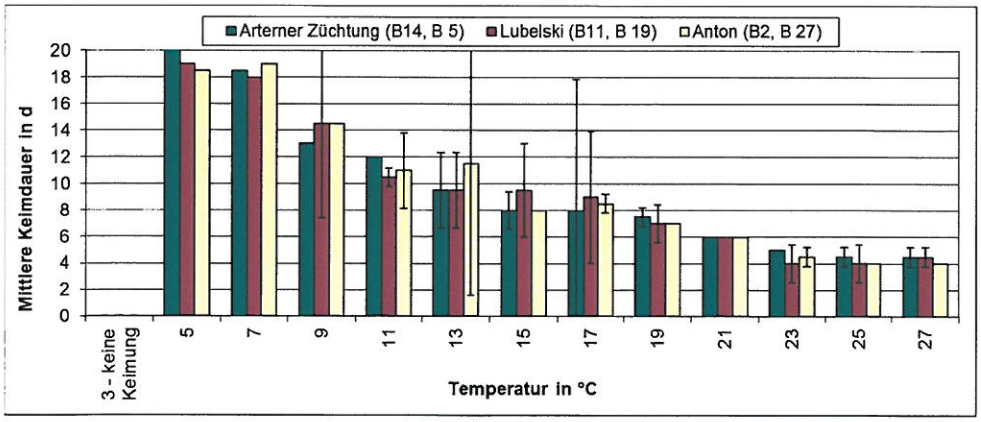

Abbildung 1.3.17: Temperaturabhängigkeit der Mittleren Keimdauer (t_{50} – Wert) von Baldrian-Saatgut, Vergleich der Sorten ‚Artener Züchtung', ‚Lubelski' und ‚Anton'

1.3.3.4 Zusammenfassende Darstellung zur Keimbiologie

Die Tabelle 1.3.7 erfasst alle Parameter für die untersuchten Baldriansorten ‚Artener Züchtung', ‚Lubelski' und ‚Anton' noch einmal entlang des Temperaturgradienten.

Fazit: Bei Bodentemperaturen unter 9 °C ist für Baldriansamen nur eine geringe Keimung in überschaubaren Zeiträumen zu erwarten. Experimentell, d.h. unter standardisierten optimalen äußeren

Bedingungen, lässt sich eine optimale Keimfähigkeit ab 23 °C nachweisen. Nach einer Zeitspanne von vier bis fünf Tagen nach der Aussaat können ab dieser Temperatur 50 % der keimfähigen Samen keimen. Somit wird bei ausreichender Wasserversorgung die schnellste Keimung im Praxisanbau ab 23 °C Bodentemperatur erreicht werden können. Dabei muss mit einer Verzögerung von etwa 8 bis 10 Tagen gerechnet werde, d.h. etwa nach der doppelten im Labor festgestellten Keimdauer.

Ein günstiger Aussaattermin wäre entsprechend der Ergebnisse der Spätsommer. Es sollte nicht vor August gesät werden, damit die Pflanzen nicht zu kräftig in die Vegetationsruhe gehen. Bei zu großen Pflanzen wird durch kühle Temperaturen eine Vernalisation ausgelöst und sie beginnen im nächsten Jahr sehr schnell mit der Blütenbildung, wodurch ein verminderter Ertrag entsteht.

Tabelle 1.3.7: Zusammenfassende Ergebnistabelle zur Untersuchung der Keimbiologie von Baldrian-Saatgut unter Berücksichtigung der Parameter Keimrate, Keimbeginn und Mittlerer Keimdauer in Abhängigkeit der Inkubationstemperatur für die Baldriansorten ‚Artener Züchtung', ‚Lubelski' und ‚Anton', Untersuchungszeitraum: 21 Tage

	nach 21 d	3°C	5°C	7°C	9°C	11°C	13°C	15°C	17°C	19°C	21°C	23°C	25°C	27°C
Arterner Züch-tung (B14, B 5)	KR %	0,0	3,5	13,3	21,8	42,3	36,5	55,9	34,5	59,4	66,5	64,6	56,6	54,8
	Keim-beginn in d	0,0	17,5	15,0	9,0	9,0	6,0	5,5	4,5	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0
	T_{50}	0,0	20,5	18,5	13,0	12,0	9,5	8,0	8,0	7,5	6,0	5,0	4,5	4,5
Lubelski (B11, B 19)	KR %	0,0	0,9	15,0	31,6	33,9	34,5	49,9	44,5	56,0	60,3	56,8	51,9	50,6
	Keim-beginn in d	0,0	19,0	15,0	10,0	8,5	6,0	5,0	4,5	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	T_{50}	0,0	19,0	18,0	14,5	10,5	9,5	9,5	9,0	7,0	6,0	4,0	4,0	4,5
Anton (B2, B 27)	KR %	0,0	1,9	9,3	18,6	44,0	35,5	58,3	45,0	62,9	65,5	65,3	57,6	61,8
	Keim-beginn in d	0,0	17,0	15,0	10,5	9,0	6,0	5,0	4,0	4,0	3,5	3,0	3,0	3,0
	T_{50}	0,0	18,5	19,0	14,5	11,0	11,5	8,0	8,5	7,0	6,0	4,5	4,0	4,0

1.3.4 Standardverfahrensanweisung zur Saatgutqualitätsprüfung

Die Verfahrensanweisung für Baldrian liegt diesem Bericht als Anlage 1 (Verfahrensanweisung zur Bestimmung der Saatgutqualität von Arznei- und Gewürzpflanzenarten VA 07-21) bei.

1.4 Melisse

1.4.1 Situation am Saatgutmarkt 2009 -2011

1.4.1.1 Keimfähigkeitsprüfung

Im Jahr 2009 fielen die Keimfähigkeitsergebnisse für Melisse insgesamt niedriger aus als in den beiden anderen Jahren. Die mittlere Keimfähigkeit der untersuchten Partien lag im Jahr 2009 nur bei 46%. In den Jahren 2010 und 2011wurden 79 bzw. 76 % erreicht. Die TGL der DDR legte für die Keimfähigkeit von Melisse eine zu erreichende Norm von 70 % fest. In HOPPE 2009 wird ein Normvorschlag von 80 % formuliert.
Nur 33 % bzw. 22 % der Saatgutmuster erreichten die Normvorschläge 2009. In den Jahren 2010 und 2011 schafften es ungefähr die Hälfte bzw. Dreiviertel der untersuchten Partien. In der Abbildung 1.4.1 sind die Untersuchungsergebnisse aller Saatgutmuster dargestellt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Tabelle 1.4.1.

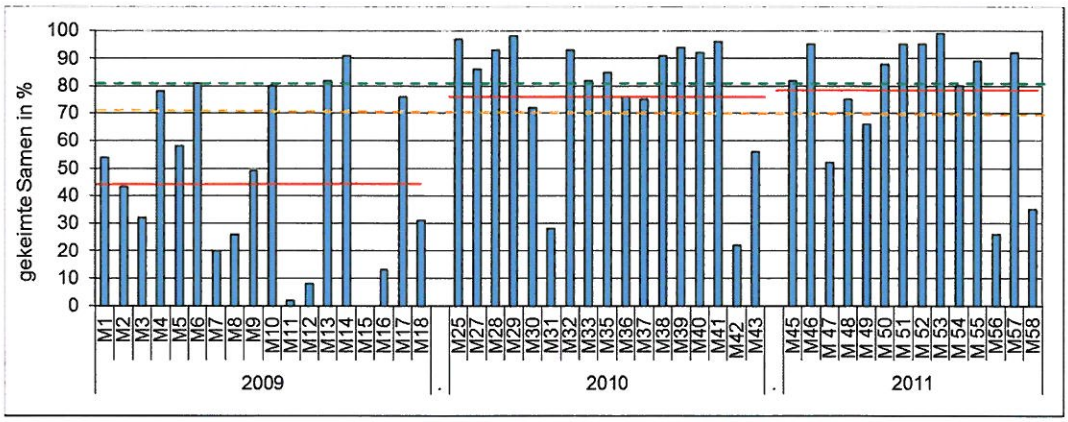

Abbildung 1.4.1: Keimfähigkeitsprüfung von Melisse aus Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011, grün gestrichelte Linie = Normvorschlag nach HOPPE 2009, orange gestrichelte Linie = Norm der TGL 14197, rote durchgehende Linie = Mittelwert je Untersuchungsjahr

Tabelle 1.4.1: Zusammengefasste Ergebnisse der Keimfähigkeitsprüfung von Melisse aus verschiedenen Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011

	Norm ehem. DDR-TGL 14197	Anteil der normentsprechenden Chargen	Norm-vorschlag „Handbuch des A&G-Pflanzen-anbaus“ (HOPPE 2009)	Anteil der norment-sprechenden Chargen	Mittlere Keimfähigkeit der untersuchten Chargen
Melisse 2009 (18 Chargen)	70%	33%	80%	22%	46%
Melisse 2010 (16 Chargen)		82%		65%	79%
Melisse 2011 (14 Chargen)		71%		64%	76%

1.4.1.2 Reinheitsprüfung

Die TGL der DDR 14197 forderte für Melissesaatgut eine Reinheit von 97 %. Im Handbuch von HOPPE 2009 wird ein Normvorschlag von 99 % erhoben. Die meisten Partien konnten eine Reinheit von 99 % erreichen. Nur ganz vereinzelt gab es Partien mit einer Reinheit unter 97 %. In der Abbildung 1.4.2 sind die Untersuchungsergebnisse aller Saatgutmuster dargestellt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Tabelle 1.4.2.

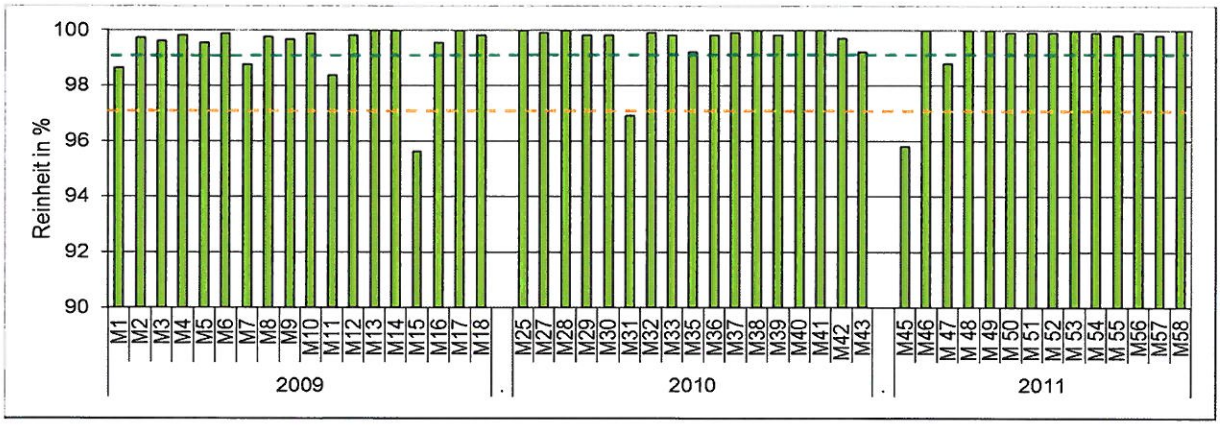

Abbildung 1.4.2: Reinheitsprüfung von Melisse aus Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011, grün gestrichelte Linie = Normvorschlag nach HOPPE 2009, orange gestrichelte Linie = Norm der TGL 14197, rote durchgehende Linie = Mittelwert je Untersuchungsjahr

Tabelle 1.4.2: Zusammengefasste Ergebnisse der Reinheitssprüfung von Melisse aus verschiedenen Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011

	Norm ehem. DDR-TGL 14197	Anteil der normentsprechenden Chargen	Normvorschlag „Handbuch des A&G-Pflanzen-anbaus“ (HOPPE 2009)	Anteil der norment-sprechenden Chargen	Mittlere Reinheit der untersuchten Chargen
Melisse 2009 (18 Chargen)	97%	94%	99%	78%	99,4%
Melisse 2010 (16 Chargen)		94%		94%	99,6%
Melisse 2011 (14 Chargen)		93%		86%	99,6%

1.4.1.3 Prüfung auf Fremdsamenbesatz

Die TGL der DDR 14197 sah für Melisse eine Norm für den Besatz mit Fremdsamen vor. Es durften in 1,0 g Saatgut nicht mehr als 5 Unkrautsamen enthalten sein. In HOPPE 2009 wird ein Normvorschlag unterbreitet, welcher besagt, dass in einer Saatgutmenge von 1,0 g höchstens 2 Unkrautsamen enthalten sein dürfen. Im Jahr 2009 war der Besatz mit fremden Samen sehr gering, alle

Proben erreichten diesen Normvorschlag. In den beiden anderen Jahren waren es ungefähr Zweidrittel der Proben. In der Regel wurde ein Besatz von 15 Fremdsamen nicht überschritten. Eine Partie zeigte jedoch einen extrem hohen Besatz von über 120 Fremdsamen. In der Abbildung 1.4.3 sind die Untersuchungsergebnisse aller Saatgutmuster dargestellt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Tabelle 1.4.3.

Insgesamt sind 13 verschiedene Fremdsamenarten gefunden worden. Darunter sind 9 Unkrautarten und 4 andere Krautarten. Amaranth und Gänsefuß kommen am häufigsten vor. Meist liegt dieAnzahl einer Art unter 10 Stück in 2,0 g Saatgut. Eine Partie besaß einen extrem hohen Besatz an Leimkraut. Eine Häufigkeitsverteilung der vorgefundenen Arten ist in Tabelle 1.4.4 aufgeführt.

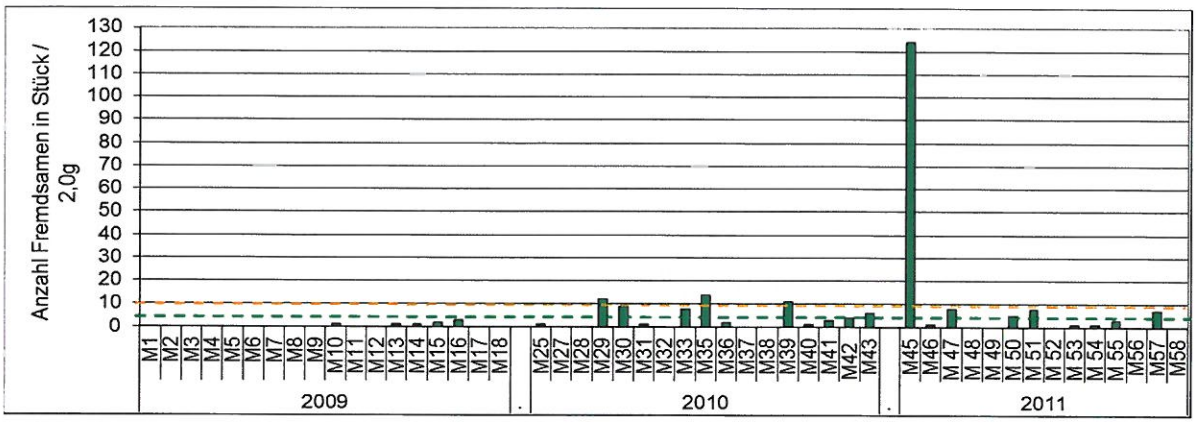

Abbildung 1.4.3: Prüfung von Melisse auf Fremdsamenbesatz, Untersuchung von Handelssaatgutpartien der Jahre 2009 bis 2011, grün gestrichelte Linie = Normvorschlag nach HOPPE 2009, orange gestrichelte Linie = Norm der TGL 14197 (im Diagramm Anpassung auf 2,0 g Saatgut)

Tabelle 1.4.3: Zusammengefasste Ergebnisse der Prüfung von Melisse auf Fremdsamenbesatz aus verschiedenen Handelssaatgutpartien in den Jahren 2009 bis 2011

	Norm ehem. DDR- TGL 14197	Anteil der normentsprechenden Chargen	Norm-vorschlag „Handbuch des A&G-Pflanzen-anbaus“ (HOPPE 2009)	Anteil der norment-sprechenden Chargen	Mittlere Anzahl an Fremdsamen der untersuchten Chargen
Melisse 2009 (18 Chargen)	max. 5 Stck./ 1,0 g (Angleichung an ISTA-Probenmenge = max. 10 Stck/ 2,0 g)	100%	max. 2 Stck./ 1,0 g (Angleichung an ISTA-Probenmenge = max. 4 Stck/ 2,0 g)	100%	0,44
Melisse 2010 (16 Chargen)		82%		65%	4,2
Melisse 2011 (14 Chargen)		93%		64%	11,3

Tabelle 1.4.4: Häufigkeitsverteilung von Fremdsamenarten in Melisse aus verschiedenen Handelssaatgutpartien (n =24)

	Häufigkeit	Maximale Anzahl in 2,0 g
1. Unkrautsamen		
Amaranth	51,6	10
Gänsefuß	32,3	6
Geruchlose Kamille	6,4	5
Leimkraut	6,4	124
Hirse	6,4	2
Gezähnter Dotter	3,2	1
Gemeiner Wurmlattich	3,1	1
Ackerkratzdistel	3,1	1
Ackergauchheil	3,1	1
2. Samen fremder Arten		
Salbei	3,2	1
Majoran	3,1	1
Echte Kamille	3,2	2
Lavendel	6,4	2

1.4.1.4 TKG – Bestimmung

Bei der TKG- Untersuchung von Melisse konnten Gewichte zwischen 0,49 g und 0,65 g festgestellt werden. Das mittlere TKG liegt bei 0,58 g. Die Ergebnisse entsprechen den Literaturangaben, welche ein TKG zwischen 0,45 g und 0,68 g angeben (DACHLER und PELZMANN 1999, HEEGER 1956, PAUN 1988, BOMME und FUCHS 1993). Zwischen den Untersuchungsjahren ergeben sich keine signifikanten Schwankungen. In der Abbildung 1.4.4 sind alle Ergebnisse graphisch dargestellt. Die Tabelle 1.4.5 gibt die gemessenen Minimal- und Maximalwerte sowie die Mittelwerte je Untersuchungsjahr an.

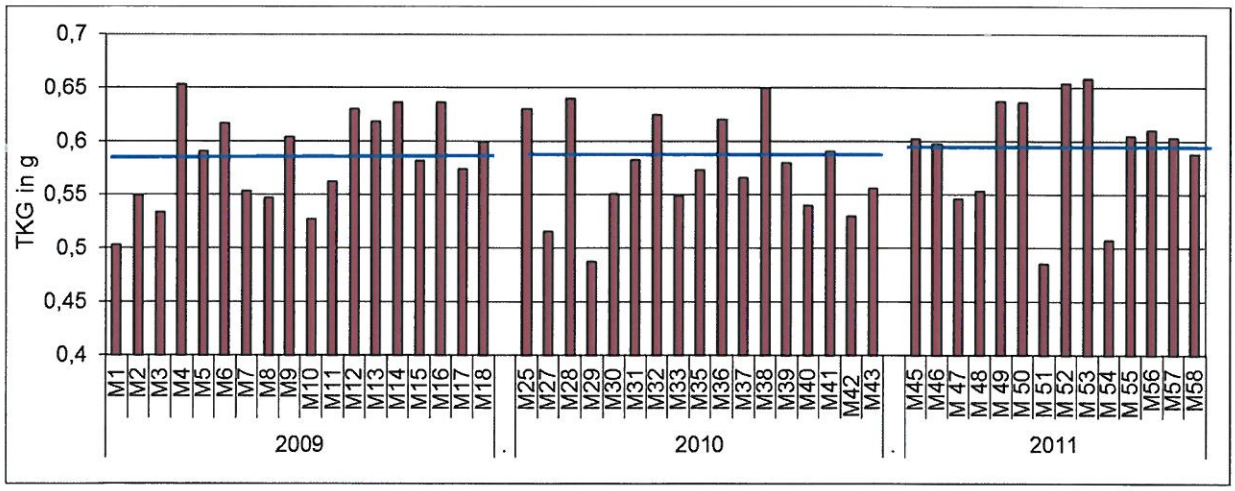

Abbildung 1.4.4: Ergebnisse der TKG- Bestimmung von Melisse, Untersuchung von Handelschargen in den Jahren 2009 bis 2011

Tabelle 1.4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse zur TKG- Bestimmung von Melisse

	TKG der untersuchten Chargen, Min - Max	Mittleres TKG der untersuchten Chargen
Melisse 2009 (18 Chargen)	0,50 - 0,65	0,58
Melisse 2010 (16 Chargen)	0,49 -0,65	0,58
Melisse 2011 (14 Chargen)	0,49 - 0,66	0,59

Die Sorten bzw. Linien ‚Limonella', ‚Lemona', ‚Citronella', ‚Quedlinburger Niederliegende', ‚Erfurter Aufrechte', ‚Offstein' und ‚Stamm NLC' wurden in ihren TKG- Werten verglichen. In der Abbildung 1.4.5 ist die Verteilung der Einzelwerte graphisch dargestellt. Es konnten je nach Sorte zwischen 2 und 9 Partien ausgewertet werden. Ein niedriges TKG von ca. 0,5 g zeigten die Sorte Offstein und der Stamm NLC. Ein hohes TKG von ca. 0,63 zeigte Limonella. Die getesteten Partien der Sorten Citronella, Quedlinburger Niederliegende und ErfurterAufrechte zeigten größere Abweichungen.

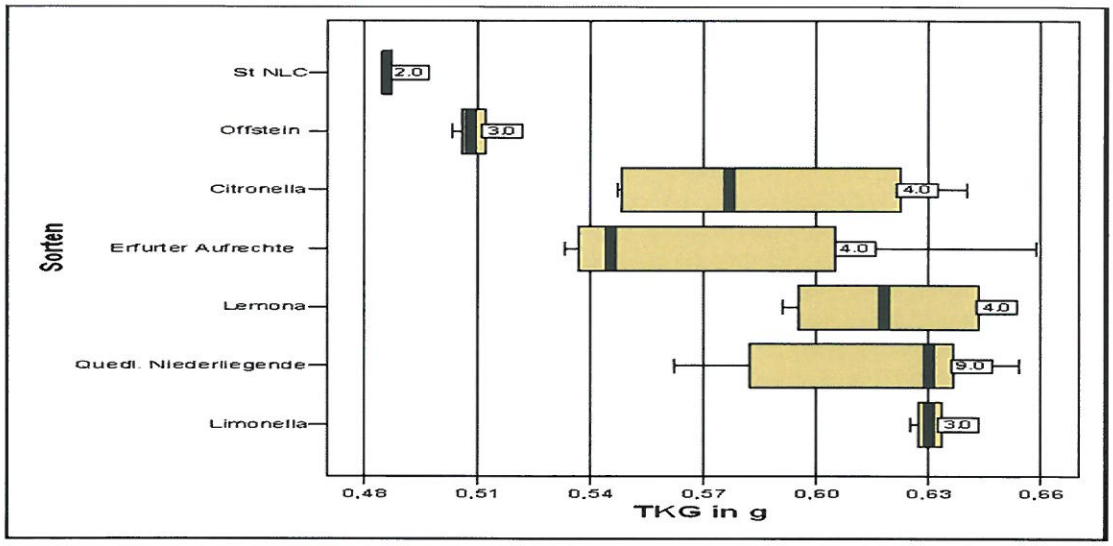

Abbildung 1.4.5 Verteilung des TKG bei verschiedenen Melissesorten mit Angabe des jeweiligen Stichprobenumfangs, Untersuchung von Handelschargen in den Jahre 2009 bis 2011

Es wurde eine Korrelation der TKG- Werte mit den Werten der Keimfähigkeitsprüfung vorgenommen, um einen Zusammenhang zu untersuchen. Es ergibt sich bei Melisse kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Samengewicht und der Keimrate der Samen. (Abbildung 1.4.6)

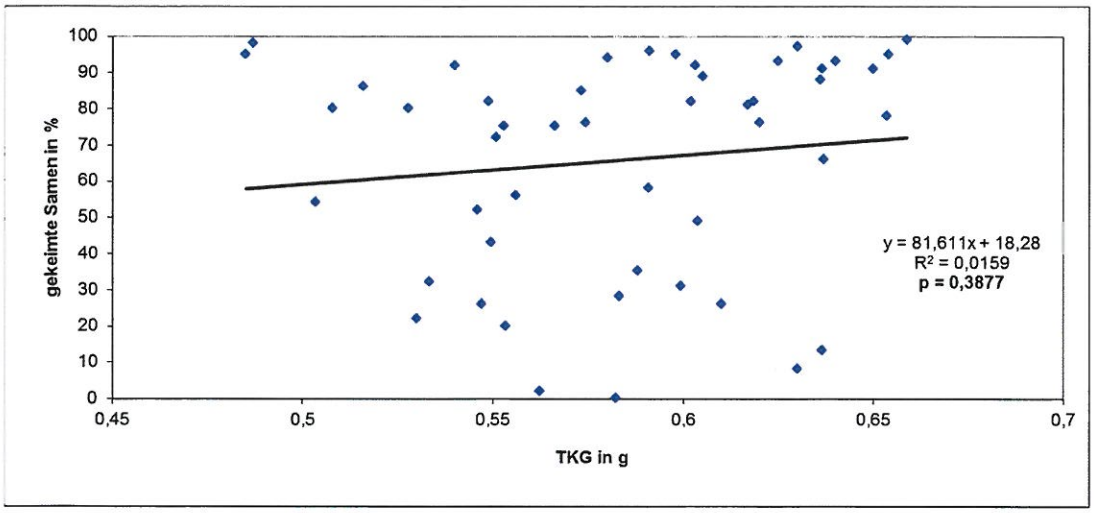

Abbildung 1.4.6: Zusammenhang zwischen TKG und Keimfähigkeit von Melisse, statistische Berechnung mittels Pearson Korrelation, Untersuchung von Handelschargen der Jahre 2009 bis 2011

1.4.2 Entwicklung Triebkraftprüfmethode

1.4.2.1 Methode

Die Methode der Triebkraftprüfung für Melisse ist in der Verfahrensanweisung zur Bestimmung der Saatgutqualität für Arznei- und Gewürzpflanzenarten enthalten. Diese liegt diesem Bericht als Anlage 1 (VA 07-21) bei.

1.4.2.2 Methodenvalidierung

Das erarbeitete Verfahren wurde einer Validierung unterzogen. Dazu wurden Saatgutpartien mit unterschiedlichem genetischen Ursprung, verschiedenen Tausendkornmassen und Keimfähigkeiten getestet. Als Kontrollparameter wurde für jede Partie die Keimfähigkeitsuntersuchung nach ISTA (ISTA 2009) durchgeführt. Die mittleren Standardabweichungen der beiden Parameter werden verglichen. Zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit der Methode wurde zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal eine Triebkraftbestimmung mit fünf verschiedenen Partien durchgeführt und die mittlere Standardabweichung zwischen den beiden Testergebnissen ermittelt.

Es wurden 40 verschiedene Melissechargen getestet. Die mittlere Standardabweichung der Triebkraftprüfung liegt bei 6,1 und zeigt damit einen etwas höheren Wert als die Keimfähigkeitsmethode nach ISTA mit 3,6. Melisse reagiert auf eine Substratbedeckung der Samen empfindlich, was sich in größeren Abweichungen zwischen den Wiederholungen widerspiegelt. Die Validierung der Triebkraftuntersuchung kann dennoch als positiv abgeschlossen angesehen werden, da eine Standardabweichung von 6,1 noch als gering eingestuft werden kann. Der Test auf Reproduzierbarkeit ist ebenfalls positiv verlaufen. Es wurde zwischen den wiederholt getesteten Partien eine mittlere Standardabweichung von 6,4 erreicht. (Tabelle 1.4.6)
In der Abbildung 1.4.7 sind die Einzelergebnisse für die Keimfähigkeits- und Triebkraftprüfung der untersuchten Partien graphisch dargestellt.

Bei Melisse wird eine mittlere Reduktion der Keimfähigkeit von 23 % erreicht.

Tabelle 1.4.6: Mittlere Standardabweichungen zur Validierung der Triebkraftprüfmethode von Melisse

	Keimfähigkeits-prüfung n = 32	Triebkraft-prüfung n = 32	Reproduzierbarkeits-prüfung n= 5
Mittlere Standardabweichung	3,560	6,046	6,443

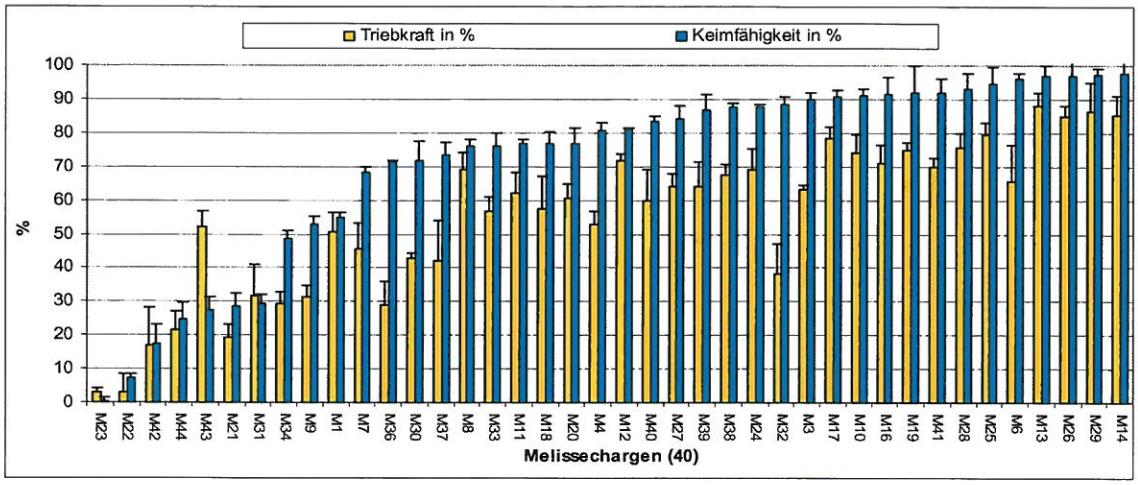

Abbildung 1.4.7: Einzelergebnisse der Keimfähigkeits- und Triebkraftprüfung zur Validierung der Triebkraftprüfmethode von Melisse

1.4.2.3 Überprüfung der Aussagefähigkeit der Triebkraftprüfmethoden anhand des Feldaufganges

Für Melisse wurden Aussaatversuche in Artern auf vier verschiedenen Bodentypen in einer Großgefäßanlage vorgenommen. Auf jedem Boden wurden neun verschiedene Partien am 22. August 2011 manuell eingesät. Diese unterschieden sich hinsichtlich der Sorte, im Tausendkorngewicht und in der Keimfähigkeit. Alle Untersuchungen fanden jeweils in vierfacher Wiederholung statt. Dabei wurde auf eine geringe Saattiefe geachtet. Die Samen wurden flach eingesät und dünn mit Erde bedeckt, so dass eine maximale Bedeckung von 0,5 cm entstanden ist. Mit Beginn des Auflaufens wurden wöchentlich Zählungen durchgeführt. Eine Endzählung fand nach 6 Wochen statt. Insgesamt stehen zur Auswertung 36 Feldaufgangswerte für Melisse zur Verfügung. Mit allen Saatgutpartien wurde zeitgleich im Labor die Keimfähigkeits- und Triebkraftuntersuchung durchgeführt.

Die Korrelation des Feldaufgangs in Bezug zur Keimfähigkeit und Triebkraft wird überprüft. Es ergibt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Keimfähigkeit und dem Feldaufgang (Abbildung 1.4.9). Ebenso ergibt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Triebkraft und dem Feldaufgang (Abbildung 1.4.10). Beide Korrelationen zeigen jedoch einen niedrigen Korrelationsfaktor.
Aus diesem Ergebnis lässt sich schlussfolgern, dass eine Triebkraftuntersuchung für Melisse eine gleiche Aussage zur Saatgutqualität liefert wie die bisher übliche Keimfähigkeitsuntersuchung, da ein direkter Zusammenhang beider Parameter vorliegt. Für den Landwirt lässt jedoch die Triebkraft eine bessere Berechnung der nötigen Aussaatmenge zu, da der Anteil an nicht triebkräftige Samen erkannt wird und eine Reduktion der Keimfähigkeit um diesen Faktor eintritt. Die Boniturergebnisse und die zugehörigen Laborwerte sind in der Abbildung 1.4.8 dargestellt.

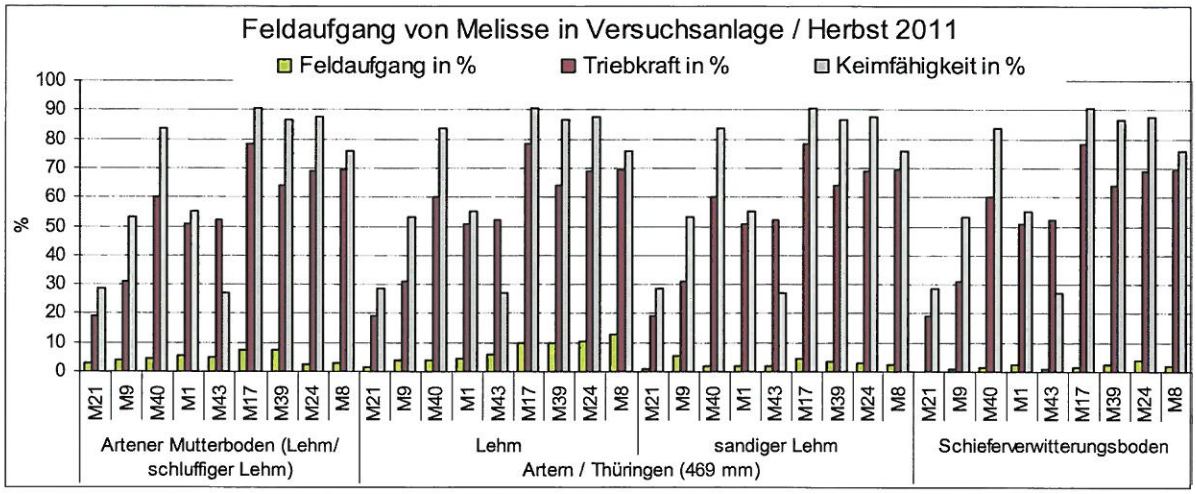

Abbildung 1.4.8: Feldaufgang und entsprechende Laborergebnisse zu Keimfähigkeit und Triebkraft von Melissesaatgut, Großgefäßversuchsanlage der Pharmaplant GmbH Artern, Untersuchungszeitraum Herbst 2011

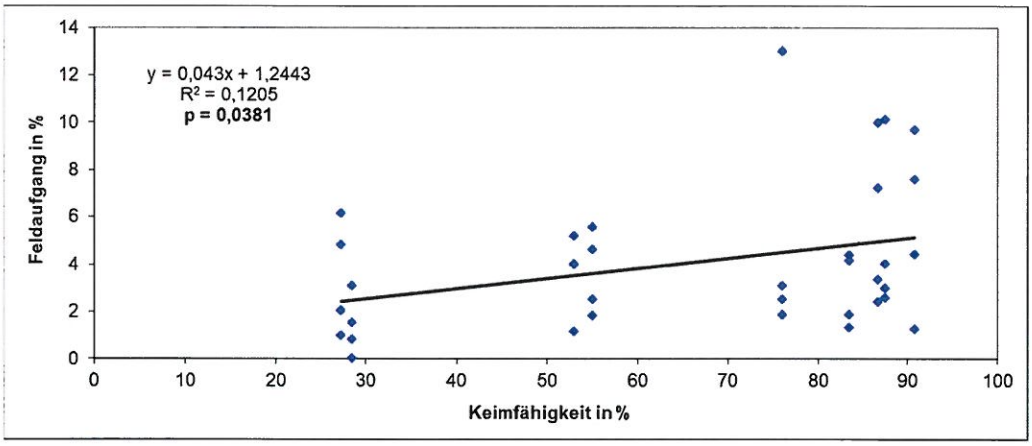

Abbildung 1.4.9: Pearsonkorrelation zwischen der Keimfähigkeit und dem Feldaufgang von Melissesaatgut, Großgefäßversuchsanlage der Pharmaplant GmbH Artern, Untersuchungszeitraum Herbst 2011 (n = 36)

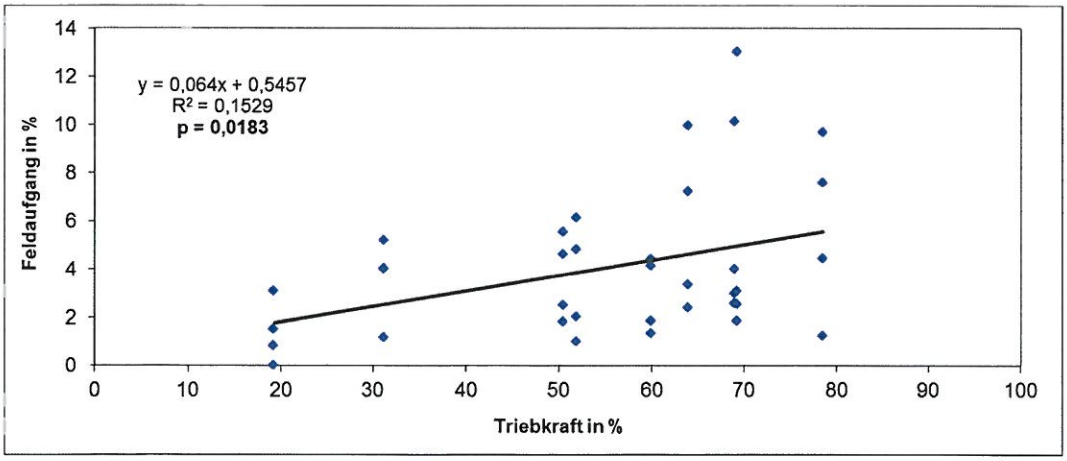

Abbildung 1.4.10: Pearsonkorrelation zwischen der Triebkraft und dem Feldaufgang von Melissesaatgut, Großgefäßversuchsanlage der Pharmaplant GmbH Artern, Untersuchungszeitraum Herbst 2011 (n = 36)

Mittels der vorgenommenen Feldaufgangsuntersuchungen kann die Frage beantwortet werden, welche Bodentypen einen signifikanten Einfluss auf den Feldaufgang von Melisse ausüben. Da jeder Boden mit neun verschiedenen Saatgutpartien getestet wurde, kann ebenfalls eine Auswertung der Wechselwirkungen zwischen Saatgut und Boden erfolgen.
Melisse zeigte insgesamt einen geringen Feldaufgang. Im Lehmboden liefen mit ca. 11 % die meisten Samen auf. (Abbildungen 1.4.12 und 1.4.13) Schieferverwitterungsboden wirkte sich sehr negativ auf die Auflaufrate aus. Dort konnten lediglich 2 % der ausgelegten Samen auflaufen. Im mittleren Bereich liegen die Böden „Lehm/ schluffiger Lehm" und „sandiger Lehm". Die Bodenarten reagieren signifikant unterschiedlich auf den Feldaufgang von Melisse. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 1.4.11 grafisch dargestellt.

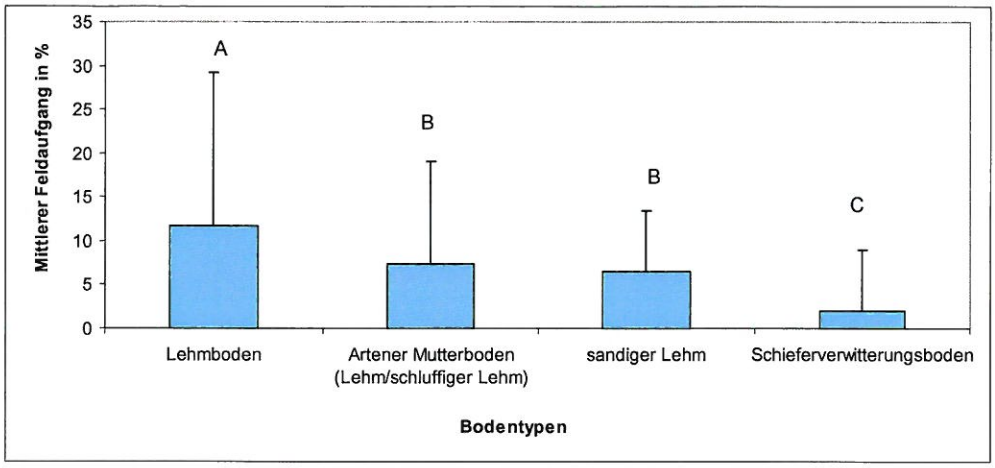

Abbildung 1.4.11: Mittlerer Feldaufgang von Melisse, Großgefäßanlage in Artern, Herbst 2011 (unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede an)

Abbildungen 1.4.12 und 1.4.13: Auflaufen von Melisse im Lehmboden nach 4 Wochen

In Abbildung 1.4.14 sind die Wechselwirkungen im Feldaufgang zwischen den Saatgutpartien und den getesteten Bodentypen ersichtlich. Es konnte für zwei Partien (M 21 und M 24) ein signifikant unterschiedlicher Feldaufgang in Abhängigkeit der Bodentypen nachgewiesen werden. Die Höhe des Feldaufgangs kann somit signifikant vom Bodentyp als auch vom Saatgut beeinflusst werden.

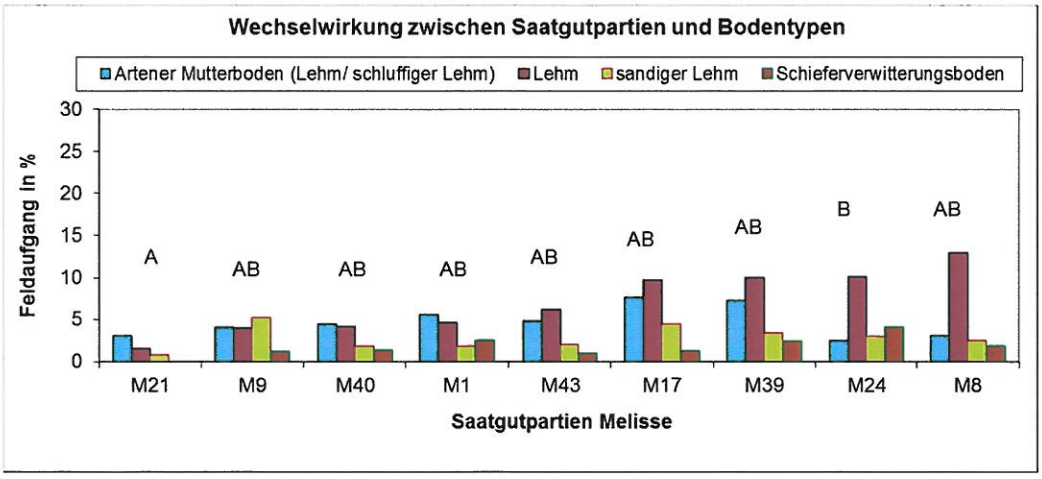

Abbildung 1.4.14: Wechselwirkung zwischen verschiedenen Saatgutchargen (n = 9) und Bodentypen (n = 4) von Melisse, unterschiedliche Buchstaben zeigen Signifikanz an

1.4.3 Bestimmung temperaturabhängiger Keimungskinetika

Die Untersuchungen fanden in Kühlbrutschränken (Firma Rumed Typ 3001) statt. Melisse wurde zwischen 1 °C und 33 °C inkubiert. Es erfolgte eine Temperaturabstufung in 2 Grad Schritten. Der Keimbeginn sowie die tägliche Keimrate wurden erfasst, woraus Aussagen zur Keimschnelligkeit bei Temperaturänderung möglich werden.

Es wurden die Reaktionen der Sorten ‚Aufrechte Herkunft', ‚Offstein', ‚Limonella', ‚Lemona', ‚Quedlinburger Niederliegende' und ‚Citronella' im Temperaturgradienten verglichen. Ab erreichen der Mindestkeimtemperatur wurde die Untersuchung bei Wechseltemperatur (Tag-Nacht- Rhythmus) durchgeführt. Da Melisse sich als sehr thermophile Art herausstellte, schien die Einführung einer Kühlphase (8 h) angebracht, um natürliche vorkommende Schwankungen zu berücksichtigen.
Von jeder Sorte wurden in der Regel drei Partien verglichen. Adäquat der Keimfähigkeitsuntersuchungen nach ISTA (ISTA 2009) wurden jeweils 100 Samen in vierfacher Wiederholung auf Filterpapier ausgelegt. Die Versuchsdauer betrug 21 Tage.

Es wurden folgende Parameter erfasst:

Keimmindesttemperatur (T_0) **= Beginn der Keimung nach ... Tagen:** Termin, wenn erste Keimwurzel einer Probe die Samenschale durchbricht, Angabe in Tagen

Keimrate (KR %): Relativer Anteil gekeimter Samen bei der jeweiligen Temperatur

Die Erfassung erfolgt täglich. Die Angabe erfolgt in Prozent.

Mittlere Keimdauer = t_{50} – Wert (T_{50})**:** Inkubationsdauer, bis 50 % an keimfähigen Samen gekeimt sind

Die Angabe erfolgt in Tagen.

Keimfähigkeit = optimale Keimtemperatur (T_{max})**:** Keimrate unter den für die jeweilige Pflanzenart optimalen und standardisierten äußeren Bedingungen

Die Angabe erfolgt in Prozent. Die optimale Keimtemperatur wird durch eine Auswertung der Parameter *Beginn der Keimung, Keimrate* und *Mittlere Keimdauer* ermittelt. Im Optimum ist der

Zeitraum bis zum Keimbeginn am kürzesten, die Keimrate am höchsten und der t_{50} – Wert am kleinsten.

1.4.3.1 Temperaturabhängigkeit der Keimrate

Die ermittelte minimale Keimtemperatur (T_0) liegt bei allen Sorten bei 15/ 8 °C (Tag/ Nacht). Unterhalb dessen gab es innerhalb von 21 Tagen keine Keimung.
Auffällig ist die schon recht hohe Keimrate von 30 % der Sorte ‚Quedlinburger Niederliegende' bei 15/8 °C. Auch bei 17/10 °C keimten nur die Sorten ‚Quedlinburger Niederliegende' und ‚Offstein' mit ca. 40 %. Erst ab 19/10 °C gibt es ein mittleres Ergebnis bei allen Sorten, wobei hier die ‚Erfurter Aufrechte' ein besonders hohes Ergebnis erzielt. Eine Ausnahme bildete die Sorte ‚Limonella', bei welcher sich die getesteten Muster als besonders thermophil zeigten. Es konnten bis 21/10 °C nur sehr niedrige Keimraten ermittelt werden. Maximale Keimraten innerhalb der Versuchsdauer von 21 Tagen konnten bei allen Sorten ab 23/14 °C erreicht werden. (Abbildung 1.4.15)
Die Sortenunterschiede können signifikant bestätigt werden.

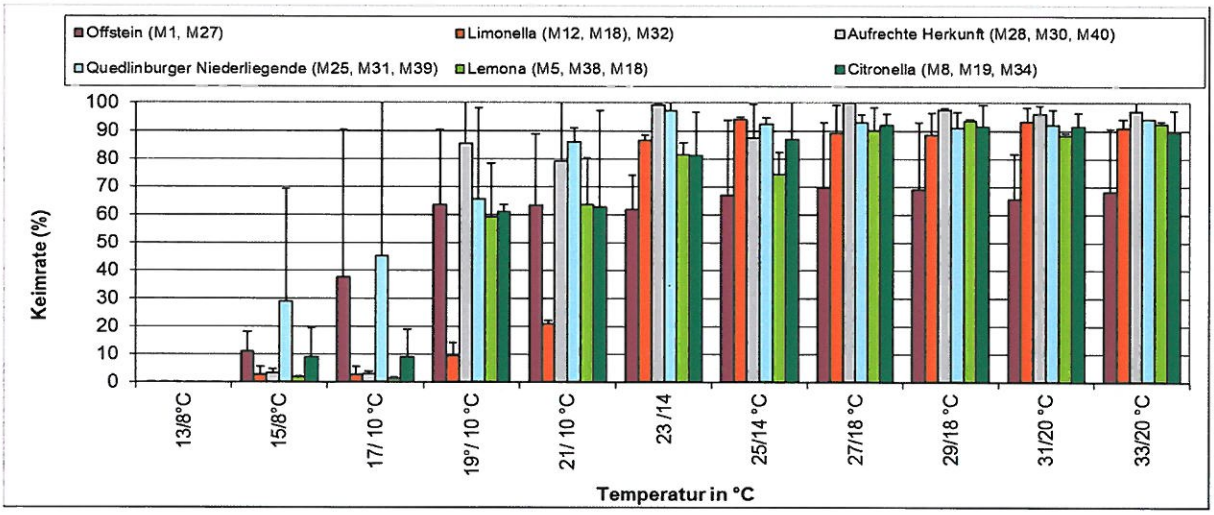

Abbildung 1.4.15: Abhängigkeit der Keimrate von Melisse- Saatgut nach 21 Tagen von der Inkubationstemperatur für die Melissesorten ‚Aufrechte Herkunft', ‚Offstein', ‚Limonella', ‚Lemona', ‚Quedlinburger Niederliegende' und ‚Citronella'

1.4.3.2 Temperaturabhängigkeit des Keimbeginns

Zwischen 15/ 8 °C und 19/10 °C benötigen die Samen zwischen 8 und 13 Tagen bis zum Erscheinen der ersten Keimlinge. Diese Zeit verkürzt sich bei Erhöhung der Inkubationstemperatur. Zwischen 21/14 °C und 23/14 °C benötigen sie nur noch 5 bis 7 Tage und ab 25 °C 4 bis 5 Tage. Es konnten keine signifikanten Sortenunterschiede festgestellt werden. (Abbildung 1.4.16).

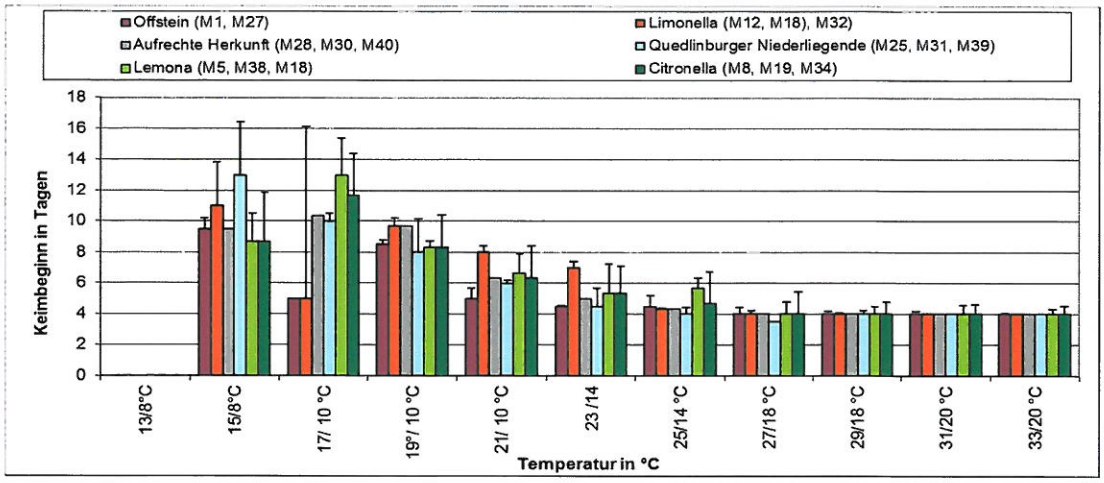

Abbildung 1.4.16: Temperaturabhängigkeit des Keimungsbeginns von Melisse- Saatgut für die Melissesorten „Aufrechte Herkunft", ‚Aufrechte Herkunft', ‚Offstein', ‚Limonella', ‚Lemona', ‚Quedlinburger Niederliegende' und ‚Citronella', Untersuchungsdauer: 21 Tage

1.4.3.3 Temperaturabhängigkeit der mittleren Keimdauer (t_{50} – Wert)

Im Bereich der kürzesten mittleren Keimdauer befindet sich das Temperaturoptimum. Sie wird bei den Sorten ‚Offstein', ‚Limonella' und ‚Quedlinburger Niederliegende' ab 25/14°C und bei den Sorten ‚Lemona', ‚Citronella' und ‚Aufrechte Herkunft' ab 27/18 °C erreicht. Mindestens 50 % der keimfähigen Samen keimten im Bereich der optimalen Keimtemperatur nach ca. 4,5 bis 6 Tagen. Die mittlere Keimdauer verlängert sich auffallend bei Temperaturrückgang. So wird der t_{50} – Wert zwischen 19/10 °C und 23/14 °C bei den meisten Sorten erst in einem Zeitraum von 9 bis 14 Tagen erreicht. ‚Quedlinburger Niederliegende' und ‚Offstein' zeichnen sich durch eine kurze mittlere Keimdauer von nur 6 bis 7 Tagen bei 21/10 °C aus. Signifikante Sortenunterschiede sind insgesamt vorhanden. (Abbildung 1.4.17)

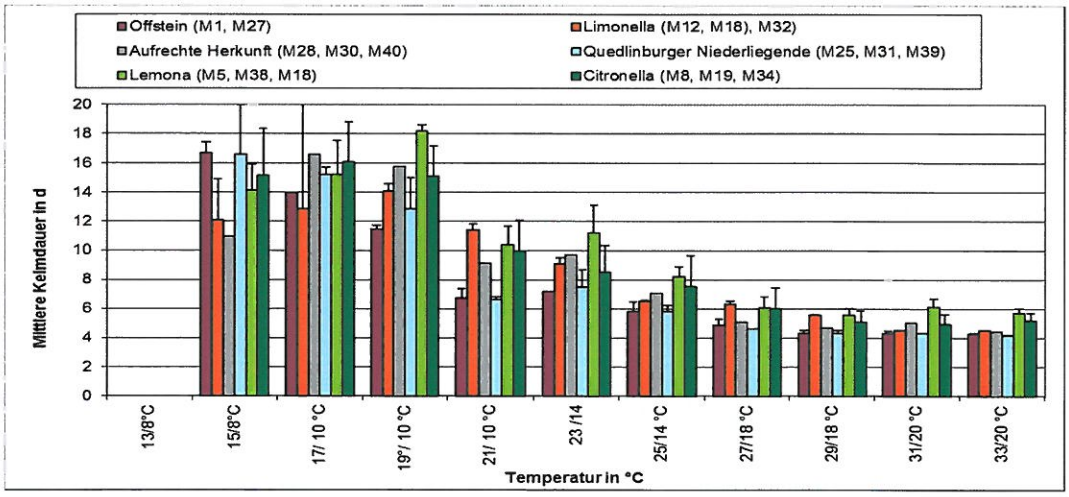

Abbildung 1.4.17: Temperaturabhängigkeit der Mittleren Keimdauer (t_{50} – Wert) von Melisse- Saatgut für die Melissesorten ‚Aufrechte Herkunft', ‚Offstein', ‚Limonella', ‚Lemona', ‚Quedlinburger Niederliegende' und ‚Citronella', Untersuchungszeitraum: 21 Tage

1.4.3.4 Zusammenfassende Darstellung zur Keimbiologie

Die Tabelle 1.4.7 erfasst alle Parameter für Melisse noch einmal entlang des Temperaturgradienten.

Fazit: Bei der Entwicklung von Direktsaatverfahren sind die Aussaatzeiten so zu wählen, dass die mittleren Bodentemperaturen mindestens 23 °C betragen, da ab dieser Temperatur innerhalb von 21 Tagen die maximale Keimrate bei allen untersuchten Sorten erreicht wird und somit gute Auflaufraten in überschaubaren Zeiträumen möglich sind. Beim Anbau spezieller Sorten, wie ‚Quedlinburger Niederliegende', ‚Offstein' und ‚Erfurter Aufrechte' kann ein mittleres Auflaufen ab 19 °C möglich sein, jedoch ist mit einer längeren Keimdauer zu rechnen, welche ein größeres Risiko birgt. Beim Absinken der Temperatur unterhalb dessen ist eine Keimung kaum noch möglich.
Unter standardisierten optimalen äußeren Bedingungen, lässt sich experimentell je nach Sorte eine optimale Keimfähigkeit erst ab 25/14 °C bzw. 27/18 °C nachweisen. Ca. fünf bis sechs Tage nach der Aussaat sind ab dieser Temperatur 50 % der keimfähigen Samen gekeimt. Bei einer ausreichenden Wasserversorgung wird die schnellste Keimung im Praxisanbau ebenfalls ab 25 °C bzw. 27 °C Bodentemperatur erreicht werden können, wobei hier mit einer Verzögerung von etwa fünf Tagen gerechnet werde muss, d.h. etwa bei der doppelten im Labor festgestellten Keimdauer.

Die mittlere Bodentemperatur in Artern/ Thüringen in den vergangenen zehn Jahren liegt im Mai bei 13,4 °C und im Juni bei 16,7 °C. Eine gute Keimung kann im Juni noch nicht erfolgen. Eine Aussaat von Melisse sollte demzufolge im Hochsommer erfolgen. Diese hohen Temperaturen sind in der Regel in unseren Regionen mit Bodentrockenheit verbunden, so dass Kompromisse notwendig werden, oder aber eine Bewässerung eingeplant werden muss. Eine Frühsommeraussaat hat den Vorteil, dass die Pflanzen sich genügend etablieren können. Sehr jungen Pflanzen kann eine Abhärtungszeit vor dem Winter fehlen, wodurch mit vermehrten Ausfällen gerechnet werden muss.

Tabelle 1.4.7: Zusammenfassende Ergebnistabelle zur Untersuchung der Keimbiologie von Melisse-Saatgut unter Berücksichtigung der Parameter Keimrate, Keimbeginn und Mittlere Keimdauer in Abhängigkeit der Inkubationstemperatur für die Melissesorten ‚Aufrechte Herkunft', ‚Offstein', ‚Limonella', ‚Lemona', ‚Quedlinburger Niederliegende' und ‚Citronella'
Untersuchungszeitraum: 21 Tage

	nach 21 d	13/8°	15/8°	17/10°	19°/10°	21/10°	23/14°	25/14°	27/18°	29/18°	31/20°	33/20°
Aufrechte Herkunft (M28, M30, M40)	KR %	0,0	3,4	3,0	85,5	79,4	99,3	87,5	100,0	97,5	96,0	97,0
	Keimbeginn in d	0,0	9,5	10,3	9,7	6,3	5,0	4,3	4,0	4,0	4,0	4,0
	T50	0,0	10,9	16,6	15,8	9,1	9,7	7,1	5,1	4,7	5,0	4,4
Offstein (M1, M27)	KR %	0,0	10,9	37,5	63,6	63,3	61,9	67,0	69,5	69,0	65,5	68,0
	Keimbeginn in d	0,0	9,5	5,0	8,5	5,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0
	T50	0,0	16,7	14,0	11,5	6,7	7,2	5,8	4,9	4,3	4,3	4,2
Limonella (M12, M18), M32)	KR %	0,0	2,7	2,7	9,4	20,9	86,7	94,0	89,3	88,7	93,3	91,0
	Keimbeginn in d	0,0	11,0	5,0	9,7	8,0	7,0	4,3	4,0	4,0	4,0	4,0
	T50	0,0	12,1	12,8	14,1	11,4	9,1	6,5	6,3	5,5	4,5	4,5
Lemona (M5, M38, M18)	KR %	0,0	1,9	1,3	59,1	63,5	81,5	74,5	90,0	93,5	88,5	92,5
	Keimbeginn in d	0,0	8,7	13,0	8,3	6,7	5,3	5,7	4,0	4,0	4,0	4,0
	T50	0,0	14,1	15,2	18,2	10,4	11,2	8,2	6,1	5,5	6,1	5,7
Quedl. Niederlieg. (M25, M31, M39)	KR %	0,0	29,0	45,3	65,5	86,1	97,3	92,5	93,0	91,0	92,0	94,0
	Keimbeginn in d	0,0	13,0	10,0	8,0	6,0	4,5	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0
	T50	0,0	16,6	15,2	12,9	6,6	7,5	5,8	4,6	4,3	4,3	4,2
Citronella (M8, M19, M34)	KR %	0,0	8,9	8,9	61,0	62,8	81,4	87,0	92,0	91,5	91,5	89,5
	Keimbeginn in d	0,0	8,7	11,7	8,3	6,3	5,3	4,7	4,0	4,0	4,0	4,0
	T50	0,0	15,2	16,1	15,1	10,0	8,5	7,6	6,0	5,1	4,9	5,2

1.4.4 Standardverfahrensanweisung zur Saatgutqualitätsprüfung

Die Verfahrensanweisung für Melisse liegt diesem Bericht als Anlage 1 (Verfahrensanweisung zur Bestimmung der Saatgutqualität von Arznei- und Gewürzpflanzenarten VA 07-21) bei.

2. Verwertung

Mit dem vorliegenden Teilprojekt soll ein substanzieller Beitrag zur Erreichung der wirtschaftlichen Ziele des Verbundvorhabens geleistet werden. Die gewonnenen Erkenntnisse sind Voraussetzung für die anderen im Bereich „Bestandesetablierung" angesiedelten Teilvorhaben. Die erarbeiteten Verfahren zur Charakterisierung der Saatgutqualität und vor allem die neu entwickelten Verfahren zur Triebkraftprüfung, sind eine der Grundlagen für die sich darauf aufbauende Entwicklung von Saatgutvorbehandlungs- und Direktsaatverfahren. Gleichzeitig führten die keimungsbiologischen Untersuchungen zu neuen Erkenntnissen bei der Optimierung des Aussaattermins. Dieser stellt eine wichtige Basis zur Verbesserung der Bestandesdichte dar, da die Erreichung einer kurzen Keimdauer eine wesentliche Komponente für einen sicheren Feldaufgang ist. Die vorliegenden Ergebnisse sind somit wichtige Informationen in der praktische Anbauplanung der Landwirte.
Eine Bewertung zur Marktrelevanz der erwarteten Ergebnisse kann nicht abgeschätzt werden, da es sich im vorliegenden Teilprojekt um ein Grundlagenforschungsprojekt handelt. Es besteht jedoch die Möglichkeit, die entwickelten Triebkraftprüfmethoden zur Qualitätsbestimmung von Saatgutpartien auf dem Markt anzubieten. Diese könnten im Labor der Pharmaplant GmbH durchgeführt werden. Die Ergebnisse zur Analytik der aktuellen Qualiätssituation am Saatgutmarkt konnten eine neue Diskussion über die Notwendigkeit von Normen im Bereich der Saatgutproduktion und des Saatguthandels entfachen. Die vorliegenden Daten wurden zu einer Ist- Stands- Analyse zusammengestellt und mit publizierten Normvorschlägen (HOPPE 2009) sowie der früheren TGL der DDR 14197 verglichen. Zum Teil konnten Schwachstellen im derzeitigen Handel aufgezeigt werden. In diesem Bereich ist weiterer Entscheidungsbedarf notwendig, um qualitativ hochwertiges Saatgut am Saatgutmarkt vorfinden zu können.

3. Erkenntnisse von Dritten

Innerhalb der dreijährigen Bearbeitungszeit sind uns keine weiteren bedeutenden Fortschritte durch Dritte auf dem Gebiet des Vorhabens bekannt geworden.

4. Veröffentlichungen

a) Erfolgte Veröffentlichungen

- Wahl S, Plescher A: Zur Qualitätssituation von Handelssaatgut bei Baldrian, Kamille und Zitronenmelisse. Poster. 6. Fachtagung für Arznei- und Gewürzpflanzen, Berlin 19. bis 21 September 2011

- Plescher A, Wahl S: Ergebnisse zur Analyse der aktuellen Qualitätssituation am Saatgutmarkt von Kamille, Melisse und Baldrian. Vortrag. Arbeitsgruppensitzung der Forschungsvereinigung der Arzneimittelhersteller (FAH) e. V., Bonn 08. Dezember 2011

- Wahl S, Plescher A: Arbeiten zur Entwicklung von Triebkraftprüfmethoden für Kamille, Melisse und Baldrian.Vortrag. 22. Bernburger Winterseminar für Arznei- und Gewürzpflanzen, Bernburg- Strenzfeld 21. und 22. Februar 2012

- Plescher A, Wahl S: Ergebnisse zur Analyse der aktuellen Qualitätssituation am Saatgutmarkt von Baldrian. Vortrag. Baldrian Feldtag der Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft, Forstwiesen 20. September 2012

- Wahl S, Plescher A: Ergebnisse zur Analyse der aktuellen Qualitätssituation am Saatgutmarkt von Melisse. Vortrag. Workshop der Arbeitsgemeinschaft Arznei- und Gewürzpflanzen der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung und der FNR, Quedlinburg, 09.Oktober.2012

b) Geplante Veröffentlichungen:

- Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen

voraussichtlich zu folgenden Themen:

Saatgutqualität
Keimbiologie
Methoden der Triebkraftprüfung

Quellenverzeichnis

BOMME U. FUCHS H. 1993: Keimfähigkeit und Tausendkorngewicht verschiedener Heil- und Gewürzpflanzen.
Schule und Beratung 8: III-7-III-10

DACHLER M PELZMANN H. 1999: Arznei- und Gewürzpflanzen – Anbau, Ernte, Aufbereitung .
2. Auflage, Österreichischer Agrarverlag Klosterneuburg;
ISBN 3-7040-1360-9

HEEGER E. F. 1956: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaues.
1. Auflage, Deutscher Bauernverlag 1956

HOPPE B. 2009: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenanbaus. Bd. 1,
Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen SALUPLANTA e.V.
Bernburg:646-654

ISTA 2009: International Rules for Seed Testing. Ed. 2009/1
International Seed Testing Association, Basserdorf (CH);
ISBN 13 978-3-906549-53-8

PAUN E. MIHALEA A. DUMITRESCU A. VERZEA M. COSOCARIU O. 1988:
Tratat de plante medicinale si aromatice cultivate.
Editura Academiei Republicii Socialiste Romania Vol. II, Bucaresti 1988