

Soja Ganzpflanzensilage

Alternative Nutzungsverfahren für Soja in Mittelgebirgslagen



Sojapflanze in Everlingen, Mai 2012, Katharina David

Ein Versuch der Ekologischen Landwirtschaftsberatung

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
2	Material und Methode.....	6
2.1.1	Soja-GPS in der Wiederkäuerfütterung.....	6
2.1.2	Pflanzenbauliche Aspekte.....	8
2.2	Soja-GPS Versuch Erreur ! Signet non défini.	
2.2.1	Versuchsbeschreibung und Beobachtungen.....	12
3	Ergebnisse und Diskussion	20
4	Fazit, Empfehlungen und Ausblick	27
5	Literatur	30
6	Anlage	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Defizit proteinreicher Futtermittel in der EU – 15 Staaten in den Jahren 2003/2004 nach GL-Pro (2005)	5
Abbildung 6 Mangelnder Felddaufgang auf ca. 45% der Parzelle, K. David 28.05.2012	13
Abbildung 7 Vergleich von Jahresdurchschnittstemperatur und -niederschlag von 2012 mit dem langjährigen Mittel, Wetterstation Useldange, eigene Darstellung anhand der Wetterdaten von agrimertio Luxemburg	14
Abbildung 8 Vergleich der Jahresdurchschnittstemperatur von 2012 mit dem langjährigen Mittel, Wetterstation Useldange, eigene Darstellung anhand der Wetterdaten von agrimertio Luxemburg	14
Abbildung 9 Vergleich der Jahresdurchschnittsniederschlag von 2012 mit dem langjährigen Mittel, Wetterstation Useldange, eigene Darstellung anhand der Wetterdaten von agrimertio Luxemburg	14
Abbildung 10 1 Sorten mit stockender Jugendentwicklung, K. David 25.06.2012	15
Abbildung 11 Aktives Knöllchen I. und Knöllchenbakterienaktivität Einzelpflanzenvergleich r., K. David 17.08.2012	15
Abbildung 12 Aufholjagt der späten 1 Sorte im Vergleich zur 000 Sorte, K. David 17.08.2012.....	15
Abbildung 13 20-75% Wiesenschwingel im Sojabestand, K. David 01.06.2012.....	16
Abbildung 14 Durch PSM Einsatz geschwächte Jungpflanze, umgeben von Kamille, K. David 08.06.2012	16
Abbildung 15 Schäden durch Schneckenfraß, K. David 01.06.2012	17
Abbildung 16 Verschlemmter Boden mit Trockenrissen, K. David 01.06.2012.....	17
Abbildung 17 Ernte: Verholzter Stängel auf 10 cm Schnitthöhe I. und Blüte der spätem Sorte r. K. David 01.06.2012.....	17
Abbildung 18 Entwicklungsstadien der einzelnen Reifegruppen zum Erntetermin, von I. n. r. 1,0,000,0000, K. David 28.08.2012	18
Abbildung 19 Ernteprobe 1 m ² im Sojabestand, K. David 01.06.2012.....	19
Abbildung 20 Siliervarianten, K. David 28.08.2012.....	19
Abbildung 21 Sortenvergleich: Trockenmasseertrag in dt/ha, eigene Darstellung....	20
Abbildung 22 Sortenvergleich Rohproteingehalte der einzelnen Varianten, eigene Darstellung	22

Abbildung 23 Sorten- und Methodenvergleich: Rohproteingehalte der einzelnen Varianten, eigene Darstellung	23
Abbildung 24 Sortenvergleich: Rohproteinertrag in dt/ ha der einzelnen Varianten, eigene Darstellung.....	24
Abbildung 25 Silierte Sojabohne I. und nach dem öffnen rückverdichtete 100% Sojavariante r., K. David 28.12..2012	25
Abbildung 26 Siliervarianten im Vorher – Nachher - Vergleich, K. David 28.08.2012 und 19.12.2012.....	26
Abbildung 27 Aktionsbereich des Donau Soja Bündnisses Quelle: www.donausoja.de	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3 Phosphor-, Kalium- und Magnesiumgehalte in kg/dt Sojabohnen, nach Asam 2012	9
Tabelle 4 Stickstofffixierleistung verschiedener Körnerleguminosen nach Freyer et al. 2005.....	10
Tabelle 5 Gegenüberstellung von GPS-Nutzung und Sojabohnenproduktion	11
Tabelle 6 TS Entwicklung im GPS Versuch.....	17
Tabelle 7 Sortenvergleich: Einzelpflanzenentwicklung, eigene Darstellung	21

1 Einleitung

Die Sojabohne wird als traditionelle asiatische Nahrungspflanze beschrieben, die etwa 20 % Öl und 40 % Eiweiß enthält. In Europa fand sie im Zuge der Grünen Revolution, als verstärkt nach konzentrierten Leistungsfuttermitteln gesucht wurde, Beachtung als Eiweißquelle für die Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere.

Die weltweite Produktion stieg von 26 Millionen Tonnen in 1961 auf rund 260 Millionen in 2011¹. 2 % hiervon werden direkt als Lebensmittel konsumiert. Der überwiegende Teil wird zu Sojaöl verarbeitet, das für die Produktion von Lebensmitteln (z. B. Sojalecithin in Margarine, Schokolade etc.), Industrieschmierstoffen oder Biodiesel verwendet wird. Der Pressrückstand wird als Sojakuchen bezeichnet und als hochwertiges Proteinkonzentrat in der Tierernährung eingesetzt.

Innerhalb der EU-27-Staaten wird auf rund 400 tsd ha Soja angebaut, das sind 0,4 % der weltweiten Anbaufläche. Demgegenüber steht ein Bedarf von rund 20 % der Weltproduktion, die in Europa veredelt wird.² Aufgrund der Vorzüglichkeit der Sojabohne gegenüber anderen Körnerleguminosen hinsichtlich der Eiweißkonzentration und -qualität, ist das Potential der europäischen Sojaproduktion bedeutsam für die Entwicklung der europäischen Eiweißfuttermittelautarkie.

Wie der nebenstehenden Grafik zu entnehmen ist, importiert die EU jährlich das Fünffache ihrer Eiweißfuttermittelproduktion, insbesondere Soja, das rund 75% des europäischen Eiweißfuttermittelbedarfes ausmacht. Die hohe Abhängigkeit von Sojaimporten wird aber zunehmend kritisch gesehen. Gründe hierfür sind:

- Geringe Preis- und Versorgungssicherheit

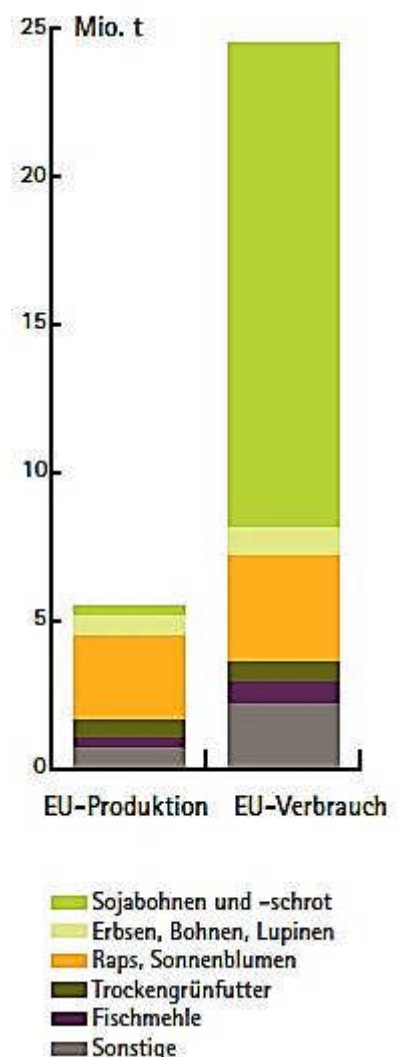


Abbildung 1 Defizit proteinreicher Futtermittel in der EU – 15 Staaten in den Jahren 2003/2004 nach GL-Pro (2005)

¹ FAOSTAT 2013

² Lehner 2011

- 90% der weltweiten Futtermittelsojaproduktion basiert auf gentechnisch veränderten Organismen (GVO). Damit kann dem Verbraucherwunsch nach GVO-frei produzierten Lebensmitteln nicht nachgekommen werden.
- Die sozialpolitischen (z. B. Enteignung von Kleinbauern) und ökologischen (z. B. Regenwaldrodung zur Gewinnung von Sojaanbaufläche, massiver Glyphosat-Einsatz) Rahmenbedingungen in den Anbauländern, insbesondere in Südamerika, entsprechen nicht dem europäischen Standard.
- Aufgrund des Sojaimports ist der Leguminosenanbau in Europa stark rückläufig. Dadurch verengen sich die Fruchtfolgen, die Agrobiodiversität nimmt ab (Körnerleguminosen sind wichtige Bienenweiden) und der Bedarf an mineralischem Stickstoffdünger steigt.

2 Material und Methode

2.1.1 Soja-GPS in der Wiederkäuerfütterung

Da sich Soja-GPS in erster Linie als Futtermittel für Wiederkäuer eignet, wird im Folgenden speziell auf die ernährungsphysiologische Bedeutung beim Einsatz von Soja in der Wiederkäuerfütterung eingegangen.

Aus dem hohen Anspruch an eine leistungsstarke Tierhaltung ergibt sich die große Bedeutung der Sojabohne für die moderne Tierernährung. Soja enthält Eiweiß in hoher Konzentration (Rohproteingehalt: 40%) und Qualität (Proteinverdaulichkeit: 85 %). Eine ausgesprochene Vorzüglichkeit der Sojabohne gegenüber anderen Körnerleguminosen besteht zudem hinsichtlich der Gehalte und des Verhältnisses essentieller Aminosäuren (Lysin, Methionin etc.).

Essentielle Aminosäuren spielen vor allem in der Monogastrierernährung (Menschen, Hühner, Schweine etc.) eine große Rolle, da sie über die Nahrung zugeführt werden müssen und oft leistungslimitierend wirken (vgl. Minimumgesetz). Für die Ernährung von Wiederkäuern ist die Aminosäuren-Zusammensetzung, bis zu einem gewissen Leistungsniveau (ca. 11 tsd l/ Laktation), eher zweitrangig. Der Großteil der benötigten Proteinverbindungen (70-80 %) wird beim Wiederkäuer über die mikrobielle Aminosäuresynthese bereitgestellt.

Ein wesentlicher Punkt bzgl. der Proteinversorgung des Wiederkäuers wird hauptsächlich über das Grundfutter sichergestellt. Milchkühe können beispielsweise je nach Qualität rund 6.000 l Milch/ Laktation aus dem Grundfutter liefern, sog. Grundfutterleistung. Erst bei höherer Leistung ist der Einsatz konzentrierter Eiweißfuttermittel sinnvoll, um das Leistungspotential des Tieres (z.B. 11.000 l Milch/ Laktation) „auszufüttern“.

Oft wird hierzu Sojaextraktionsschrot, sprich die thermisch aufbereiteten Pressrückstände (sog. Presskuchen) aus der Sojaölgewinnung eingesetzt. Rohe Sojabohnen erzielen nicht die beschriebenen Futterwerte. Aufgrund ihres Ölgehaltes (Rohfettgehalt 20%) sollte eine Einsatzmenge von 1,5 kg/ Tier und Tag nicht überschritten werden. Dies entspricht in etwa dem Eiweißergänzungsbedarfs einer Futterration für eine Leistung von 8.000 kg Milch/ Laktation. Das Fett hemmt die Pansenbakterien, speziell die Acetatbildner, wodurch die Rohfaserverdaulichkeit herabgesetzt wird. Zudem enthalten Sojabohnen Antinutritiva, sekundäre Pflanzenstoffe, die sich negativ auf die Verdaulichkeit, den Stoffwechsel und die Tiergesundheit auswirken können. Für die Wiederkäuerernährung sind bei der Sojabohne die Trypsininhibitoren von besonderer Bedeutung. Nur durch eine thermische Aufbereitung können die in der Sojabohne enthaltenen Antinutritiva reduziert und die hohe Qualität des Eiweißes erzielt werden (z. B. Anteil UDP am XP von 25 auf 48 %)³.

Die zur Sojaaufbereitung benötigte Technik und Infrastruktur ist relativ kostenintensiv. Auch wenn bereits erste Prototypen für mobile Aufbereitungsanlagen entwickelt wurden, ist eine effiziente Nutzung der regionalen Sojabohnenproduktion bislang oft nicht möglich.

Soja-GPS könnte also zum einen als eiweißreiches Grundfutter den Bedarf an Eiweißkonzentraten senken und zum anderen eine direkte Verwertung der Sojakulturen, ohne zusätzliche Aufbereitung ermöglichen.

³ Ettle und Obermaier 2011

2.1.2 Pflanzenbauliche Aspekte

Die Sojabohne (*Glycine max* (L.) Merr.) ist eine Nutzpflanze aus der Familie der Hülsenfrüchtler (Leguminosae oder Fabaceae), Unterfamilie Schmetterlingsblütler (Faboideae).⁴ Sie ist eine Kurztagspflanze mit verhältnismäßig hohem Wärmeanspruch (Bodentemperatur zur Keimung >10 °C, Wärmesumme >1400 °C)⁵. Übertragen auf den Maisanbau entsprechen Soja-Sorten der Reifegruppe „00“ (früh) mittelspäten Körnermaissorten mit der Reifezahl 260-300 und Soja-Sorten der Reifegruppe „000“ (sehr früh) mittelfrühen Körnermaissorten mit der Reifezahl 240-250⁶. In der europäischen Züchtung gehört die Kältetoleranz zu den wesentlichen Merkmalen, sodass es mittlerweile bereits die ersten „0000“ Sorten (sehr, sehr früh) gibt. Darüber hinaus wird an Methoden zur Verfrühung geforscht (mit Fließ, Folien).⁷

Der pH-Wert des Bodens sollte, im Hinblick auf die Nährstoffverfügbarkeit und das mikrobielle Milieu (Knöllchenbakterienfreundlich), schwach sauer bis neutral sein (pH 6,0 - 7)⁸. Böden mit hoher Stickstoffnachlieferung führen zu Reifeverzögerungen, uneinheitlicher Abreife und Lager. Da Soja relativ niedrige Schotenansätze bildet (Sortenspezifisch ab 5 cm), muss bei der Ernte der Mähbalken tief abgesenkt werden. Steinige Böden sind daher ungeeignet.⁹

Zu berücksichtigen ist zudem die langsame Jugendentwicklung und damit relativ hohe Ansprüche bzgl. der Beikrautregulierung. Schläge mit hohem Disteldruck sollten unbedingt vermieden werden, da sowohl chemisch als auch mechanisch eine Bekämpfung sehr schwierig ist und meist mit Kulturschäden und Ernteverlusten einhergeht.¹⁰ Im Hinblick auf die Wasserversorgung ist auf Standorte mit genügend und regelmäßigen Niederschlägen (ab 600 mm) sowie Böden mit ausreichender nFK (nutzbare Feldkapazität) zu achten, da Soja besonders zur Blüte einen hohen Wasserbedarf hat.¹¹ Positiv zu bewerten ist in diesem Zusammenhang, die Pfahlwurzel der Sojapflanze, die eine Länge von rund 1,5 m erreichen kann.¹² Standorte die zur Staunässe neigen, sind für den Sojaanbau allerdings absolut

⁴ Duwe, 2013

⁵ Heyland, 1996

⁶ Asam, 2012

⁷ Hüsing 2012

⁸ LWR NRW, 2010

⁹ Asam, 2012

¹⁰ Unsleber 2011

¹¹ Recknagel 2010

¹² Unsleber 2011

ungeeignet. Außerdem reagiert die epigäisch keimende Pflanze, d. h. sie schiebt ihre Keimblätter beim Keimen durch den Boden, sehr empfindlich auf verschlammungsbedingte Krusten im Oberbodenbereich und darunterliegende Verdichtungshorizonte (Pflugsolen).¹³

Der Nährstoffbedarf der Sojabohne ergibt sich durch die Nährstoffabfuhr über das Erntegut, wie sie in der nebenstehenden Tabelle dargestellt ist. Bei einem Ertrag von 30 dt Sojabohnen/ ha ergibt sich ein Nährstoffbedarf von: 45 kg P_2O_5 , 51 kg K_2O und 15 kg MgO. Spurenelemente (z.

	P_2O_5	K_2O	MgO
gesamt	2,8	5,7	1,7
Erntegut (Korn)	1,5	1,7	0,5
Ernterückstände	1,3	4	1,2

Tabelle 1 Phosphor-, Kalium- und Magnesiumgehalte in kg/dt Sojabohnen, nach Asam 2012

B. Bor) sollten zusätzlich gegeben werden, wenn ein eindeutiger Mangel vorliegt (Bodenanalysewerte, Gehaltsklasse A bzw. B). In der Regel sind sie jedoch nicht ertragsbegrenzend.¹⁴

In Sachen Stickstoff wird die Sojabohne von Knöllchenbakterien versorgt. Als Leguminose kann sie eine Symbiose mit Rhizobien (Knöllchenbakterien) eingehen, die in der Lage sind Stickstoff aus der Atmosphäre (N-Anteil ca. 78%) zu binden und pflanzenverfügbar zu machen. Die Symbiosepartner sind allerdings artspezifisch. Das für die Sojabohne passende Rhizobium gehört zu der Art „Bradyrhizobium japonicum“. Während die Symbiosepartner z. B. von Erbse oder Ackerbohne (jeweils „Rhizobium leguminosarum“) auf natürliche Weise in mitteleuropäischen Böden vorkommen, müssen die der Sojabohne dem Saatgut zugefügt werden. Dies geschieht mittels einer Bakterienbeize (Inokulat), die möglichst direkt vor der Aussaat angewendet werden soll, da die Bakterien sehr empfindlich auf UV-Stahlen, Wärme und Trockenheit reagieren.¹⁵ Optimale Bedingungen für die Entwicklung der Knöllchenbakterien sind die Grundlage für hohe Erträge, sprich der Boden sollte sich durch mittlere pH Werte (pH 5,5-7,5), einen ausgeglichenen Wasserhaushalt (keine Staunässe o. extreme Trockenheit), eine schnelle Erwärmung (>10°C), geringe Nmin- Gehalte und ein gutes Mikrobienmilieu (Vorsicht beim Einsatz von

¹³ Recknagel 2010

¹⁴ Asam 2012

¹⁵ Kolbe et al. 2002

Pflanzenschutzmitteln) auszeichnen. Die höchste Aktivität der Knöllchenbakterien ist bei Körnerleguminosen während der Blüte festzustellen.¹⁶

Auch wenn ein Großteil des assimilierten Stickstoffs mit der Ernte vom Feld gefahren wird, verbleibt nach dem Anbau von Körnerleguminosen meist ein Stickstoffsaldo im Boden. Bei der Sojabohne können laut Literaturangaben rund 30 kg N/ ha, der Folgekultur angerechnet werden. Genaue Aussagen über die Menge anrechenbaren Stickstoffs sind aber nur durch eine Analyse der Nmin-Gehalte im Boden möglich. Wie der nachstehenden Übersicht zu entnehmen, ist das N-Saldo der Sojabohne, bedingt durch die relativ kurze Vegetationsdauer, vergleichsweise gering. Dadurch besteht allerdings auch ein relativ geringes Nitrat-Auswaschungsrisiko. Ein interessanter Aspekt im Hinblick auf Restriktionen beim Körnerleguminosenanbau in Wasserschutzgebieten.

Körnerleguminosenart	Stickstofffixierleistung [kg/ha und Jahr]	
	Variationsbreite	Durchschnittswerte
Ackerbohne	100 – 450	170
Erbsen	50 – 300	100
Lupinen	50 – 400	100
Wicken	30 – 180	100
Sojabohnen	60 – 300	100
Linsen	30 – 100	60

Tabelle 2 Stickstofffixierleistung verschiedener Körnerleguminosen nach Freyer et al. 2005

Eine ertragssteigernde Wirkung von Soja als Vorfrucht wurde u. a. bei Mais als Folgekultur festgestellt.¹⁷ Als Vorfrucht für Soja eignet sich besonders Wintergetreide, da es relativ geringeren Nmin-Werte hinterlässt. Bei Mais als Vorfrucht kann es durch Rückstände von Bodenherbizide zu Schäden kommen.¹⁸ Ist eine abfrierende Zwischenfrucht mit anschließender Mulchsaat geplant, sollten Phacelia oder Buchweizen bevorzugt werden, da sich diese im Vergleich zum Senf nicht so üppig entwickeln. Aufgrund einer gewissen Selbstverträglichkeit kann, sofern keine Fruchtfolgekrankheiten auftreten, zur Etablierung der Knöllchenbakterien auch Soja als Vorfrucht eingesetzt werden.¹⁹ Soja ist anfällig für Sklerotinia und Mosaikviren, was besonders in Fruchtfolgen mit Raps, Erbsen, Kartoffeln, Tabak u.

¹⁶ Zimmer 2012

¹⁷ Imgraben und Recknagel 2011

¹⁸ Recknagel, 2010

¹⁹ Asam 2012

a. Wirtspflanzen berücksichtigt werden sollte.²⁰ Die Anbaupause zwischen den Wirtspflanzen sollte 4 Jahre nicht unterschreiten.²¹

Pflanzenbaulich bietet die Sojapflanze als Körnerleguminose Einsparpotentiale beim Einsatz schnelllöslicher Stickstoffdünger, hat einen guten Vorfruchtwert und eignet sich daher hervorragend zur Erweiterung der Fruchtfolge.

2.2 Thesen und Versuchsfragen

In den letzten Jahren wird Soja verstärkt in Europa angebaut. Dabei wandert die Anbaufläche stetig Richtung Norden und auch immer öfter in Mittelgebirgslagen. In Luxemburg wird seit rund 5 Jahren mit dem Anbau von (Futter-)Soja experimentiert. Die erste Sortenempfehlung soll 2013 erscheinen. Die Option der Ganz-Pflanzen-Silage (GPS) wurde in Europa bisher kaum betrachtet. Argumentativ kann man beide Verfahren wie folgt gegenüberstellen.

Nr.	Pro	Contra
1.	GPS kann in Ausnahmesituationen (große Trockenheit, hohe Verunkrautung etc.) als Alternativnutzung das Ertragsausfallrisiko minimieren.	Es wird kein Sojaöl gewonnen
2.	These: Eine Aufbereitung ist nicht erforderlich.	Keine Nutzung des Beiproduktes Sojapresskuchen
3.	These: Maisbetonte Rationen können durch eiweißreiches Grundfutter ergänzt werden.	Geringere Eiweißqualität
4.	Spätreife Sorten (Reifegruppe 0 & 00) haben sich in bisherigen Versuchen als starke Biomassebildner gezeigt, wurden aber nicht geerntet, da sie nicht „reif“ waren. These: Spätreife Sorten sind eine ertragreiche Ackerfütterkultur.	Begrenzte Einsatzmöglichkeiten (Wiederkäuerfütterung)
5.	These: Es werden höhere Rohproteinerträge pro ha erzielt.	Geringere Transportwürdigkeit
6.	Sinnvolle Fruchtfolgeergänzung (z. B. Biogas-Betriebe?) These: Gute Silierbarkeit	Schlechtere Vermarktungsoption
7.	Hohe einzelbetriebliche Flexibilität, da das Verfahren Ganz-Pflanzen-Silage zum Praxisstandard gehört.	...

Tabelle 3 Gegenüberstellung von GPS-Nutzung und Sojabohnenproduktion

²⁰ LWK NRW

²¹ Recknagel, 2010

Aus den angestellten Thesen ergaben sich folgende Versuchsfragen.

1. Wie hoch sind die wiederkäuerrelevanten Antinutritiva sprich die Gehalte an aktivem Tripsininhibitor (Enzymhemmer) und kann durch die Silierung auf eine thermische Aufbereitung verzichtet werden? (Analyse der Ureaseaktivität)
2. Bilden spät abgreifenden Sorten Reifegruppe: 1, 0), entsprechend bisheriger Beobachtungen, gegenüber den als Dreschfrucht angebauten frühreifen Sorten (Reifegruppe: 0000,000) einen höheren Biomasseertrag? (4 Sorten je eine Reifegruppe)
3. Welche Proteingehalte sind realisierbar und können im Vergleich zur Dreschfrucht höhere Proteinerträge pro ha erzielt werden? (Ertragsermittlung und Analytik)
4. Wann ist das optimale Entwicklungsstadium der Sojapflanzen bzw. der optimale Erntetermin für die GPS-Nutzung? Faktor: Reifegruppe und TS Monitoring.
5. Wie ist die Silierbarkeit im Hinblick auf geringe Zucker und hohe Proteingehalte zu bewerten? (Einsatz von speziellen Siliermittel, Gras-Misch- und Reinsilagen)

2.2.1 Versuchsbeschreibung und Beobachtungen

Für den Soja-GPS-Versuch galten folgende Rahmenbedingungen.

2.2.1.1 Standort

Das Versuchsfeld in Everlingen liegt 280 m üNN und ist ein traditioneller Ackerstandort. Die Bodenart ist schluffiger Lehm (uL). Der Humusgehalt ist mit 0,7% erstaunlich gering, zumal auf diesem Standort bislang kein Mais angebaut wird. Die Wasserversorgung kann insbesondere im Frühsommer problematisch werden. Zudem besteht ein hoher Beikrautdruck durch Hirse und Kamille. Der Boden-pH (6) ist leicht sauer, aber im Hinblick auf Nährstoffversorgung und Knöllchenbakterien tolerierbar.

2.2.1.2 Aussaat

Auf 15 Parzellen à 100 qm wurden am 14. bzw. 18.05.2012, vier Sorten mit unterschiedlicher Reifezahl (1, 0, 000, 0000), mit einer Saatstärke von 67 Bohnen/m² und einer Saattiefe von 3 cm ausgesät. Die relativ späte Aussaat war der nassen Witterung geschuldet. Für jede Variante war mind. eine Wiederholung angelegt. Der genaue Versuchsplan befindet sich in der Anlage Parzellen 49 – 51).

Verschlämmungen führten nach der Aussaat zu einem schlechtem Auflauf. Insbesondere im hinteren Bereich war der Feldauflauf, auf ca. 45% der Parzelle, um rund 70% reduziert.

2.2.1.3 Wetterdaten und Vegetationsverlauf

Anhand der Wetterstation Useldange lässt sich festhalten, dass 2012 im Vergleich zum Jahresmittel 2005-2012

ein relativ kaltes und nasses Vegetationsjahr war. Besonders die Entwicklung der später abreifenden Sorten war durch die feucht nasse Witterung gehemmt.



Abbildung 2 Mangelnder Feldaufgang auf ca. 45% der Parzelle, K. David 28.05.2012

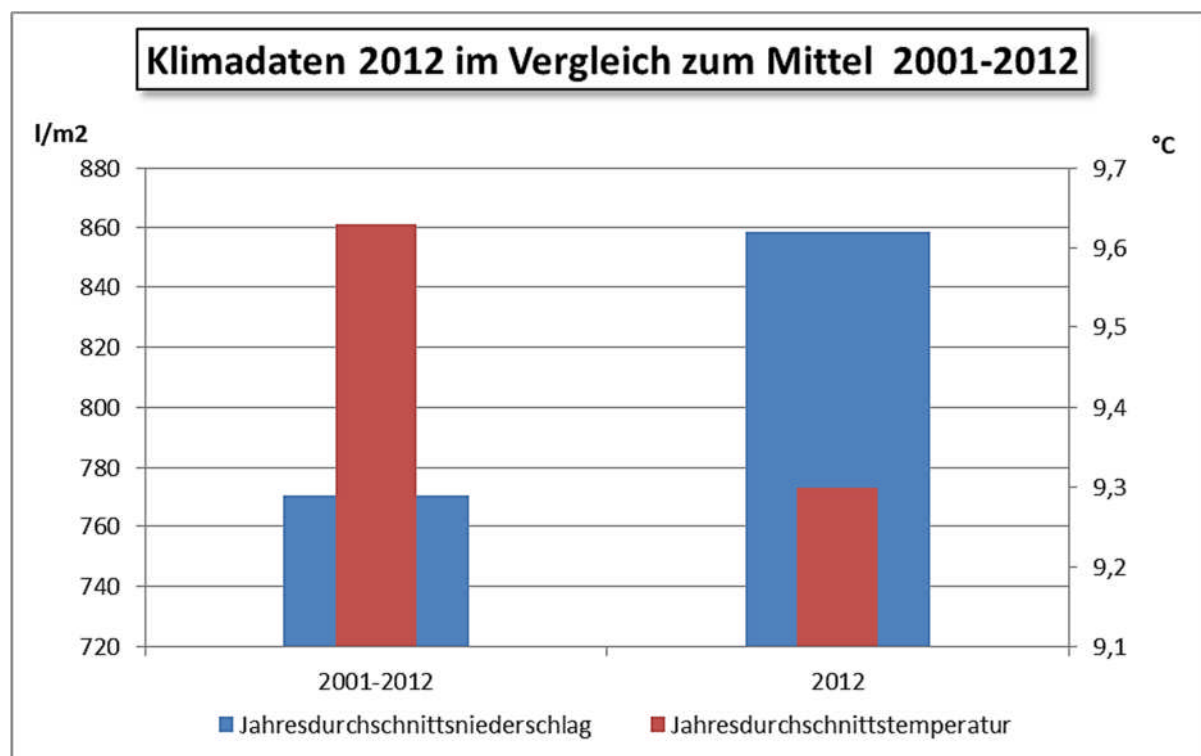


Abbildung 3 Vergleich von Jahresdurchschnittstemperatur und -niederschlag von 2012 mit dem langjährigen Mittel, Wetterstation Useldange, eigene Darstellung anhand der Wetterdaten von agrimertio Luxemburg²²

Die obere Abbildung zeigt: Während im Jahresdurchschnitt 2001-2012 rund 770 mm Niederschlag fielen, waren es 2012 knapp 860 mm, sprich 90 mm mehr. Die durchschnittliche Temperatur lag 2001-2012 bei 9,6 °C gegenüber 9,3 °C in 2012.

Beim Vergleich des Jahresverlaufs von Temperatur und Niederschlagsdaten 2012 mit dem langjährigen Mittel 2001-2012 zeigt sich in den folgenden Abbildungen besonders die feuchten Bedingungen zum eigentlich optimalen Saattermin (April) und der kühle und verregnete Sommer (Juni-Juli).

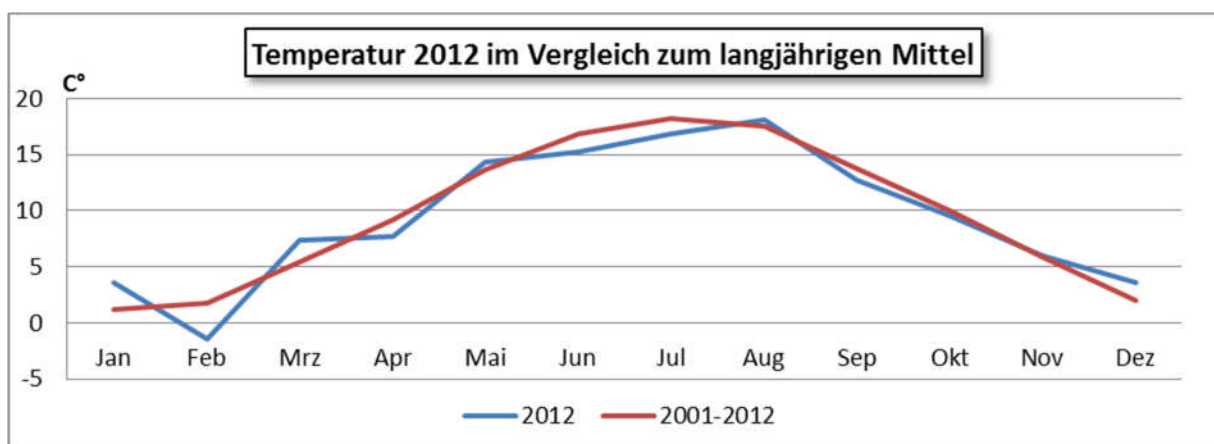


Abbildung 4 Vergleich der Jahresdurchschnittstemperatur von 2012 mit dem langjährigen Mittel, Wetterstation Useldange, eigene Darstellung anhand der Wetterdaten von agrimertio Luxemburg²³

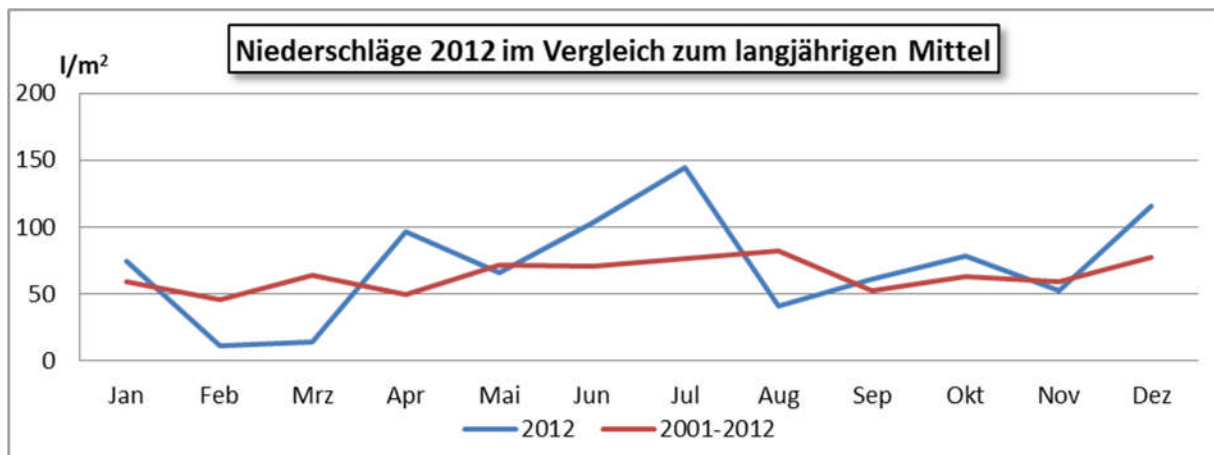


Abbildung 5 Vergleich der Jahresdurchschnittsniederschlag von 2012 mit dem langjährigen Mittel, Wetterstation Useldange, eigene Darstellung anhand der Wetterdaten von agrimertio Luxemburg²⁴

Im April 2012 fiel gegenüber dem langjährigen Mittel fast doppelt so viel Niederschlag. Dadurch wurde die Aussaat stark verzögert und es kam zur beschriebenen Verschlämmung.

²² <http://www.wetter.rlp.de/dienststellen/oppenheim/html/am/LUAM/index.htm>

²³ <http://www.wetter.rlp.de/dienststellen/oppenheim/html/am/LUAM/index.htm>

²⁴ <http://www.wetter.rlp.de/dienststellen/oppenheim/html/am/LUAM/index.htm>

Die später abreifenden Sorten kamen nach einer erschwerten Jugendentwicklung im kühlen Juni/Juli erst ab Mitte August in die Blüte. In dieser Vegetationsphase braucht Soja allerdings besonders viel Wasser, nachteilig also, dass auf den verregneten Frühsommer ein trockener August folgte.

2.2.1.4 *Düngung*

Phosphat (P_2O_5), Kali (K_2O) und Magnesium (Mg) lagen in der Bodenanalyse von Juni 2011 in der Nährstoffgehaltsklasse D (hoch), Natrium (Na) in A (niedrig). Aufgrund der guten Nährstoffversorgung wurde auf jegliche Düngergabe verzichtet. Mit Stickstoff sollten Leguminosen ohnehin nicht gedüngt werden, da mit steigender Stickstoffkonzentration im Boden die Aktivität der Knöllchenbakterien abnimmt.²⁵

Das Saatgut wurde mit dem Knöllchenbakterienpräparat Force 48²⁶ geimpft. Die erfolgreiche Innokulation (nicht jedes Mittel wirkt gleich gut)²⁷ und die Leistung der Knöllchenbakterien konnte anhand des Vergleichs von Einzelpflanzen und der Untersuchung der Knöllchenbakterien (Querschnitt fleischig rot = aktiv) nachgewiesen werden. Eine zufriedenstellende Bestandsentwicklung und beachtlich Biomassezuwachsleistung konnte bei den späteren Sorten vor allem im August beobachtet werden. (siehe Abbildungen 11 und 12)



Abbildung 6 1 Sorten mit stockender Jugendentwicklung, K. David 25.06.2012



Abbildung 7 Aktives Knöllchen I. und Knöllchenbakterienaktivität Einzelpflanzenvergleich r., K. David 17.08.2012



Abbildung 8 Aufholjagt der späten 1 Sorte im Vergleich zur 000 Sorte, K. David 17.08.2012

²⁵ Friedel et al. 2003

²⁶ Becker Underwood, Frankreich

²⁷ Zimmer 2012

2.2.1.5 Pflanzenschutz

Da in Luxemburg keine Pflanzenschutzmittel im Sojaanbau zugelassen sind, musste für jede Behandlung eine Sondergenehmigung bei der zuständigen Landwirtschaftsbehörde (ASTA) eingeholt werden. Verwendet wurden jedoch nur Mittel, die bereits für landwirtschaftliche Nutzpflanzen (z.B. Kartoffeln) zugelassen sind.



Abbildung 9 20-75% Wiesenschwingel im Sojabestand, K. David 01.06.2012



Abbildung 10 Durch PSM Einsatz geschwächte Jungpflanze, umgeben von Kamille, K. David 08.06.2012

Im Voraufbau wurde am 23.05. mit SENCOR²⁸, 0,4 l/ha gegen Hirse und Kamille behandelt (siehe Standortbeschreibung). Aufgrund einer Bestandskonkurrenz von rund 20-85% durch Wiesenschwingel (siehe Abbildung 13) wurde am 01.06. zusätzlich mit FUSILADE MAX²⁹, 1,5 l/ha behandelt. Nach der Behandlung färbten sich einige Pflanzen gelblich, erholten sich aber bald wieder (siehe Abbildung 14).

Nicht behandelt wurde gegen Schädlinge. Insbesondere im hinteren Bereich des Versuchsfeldes, auf dem bereits Verschlammung zu einem reduzierten Aufbau geführt hat, konnten Schäden durch Schneckenfraß festgestellt werden. Es ist möglich, dass diese aus dem benachbarten Rapsversuch zugewandert sind. Aufgrund der verschlammungsbedingten Vorschäden konnte der Umfang des Schneckenschadens nicht quantifiziert werden. In der Literatur werden außerdem mögliche Fraßschäden durch Tauben, Krähen, Hasen und Rehen beschrieben.³⁰

²⁸ Bayer, Deutschland

²⁹ Syngenta, Deutschland

³⁰ Imgraben und Recknagel 2011



Abbildung 11 Schäden durch Schneckenraß, K. David 01.06.2012



Abbildung 12 Verschlemmter Boden mit Trockenrissen, K. David 01.06.2012

2.2.1.6 Ernte

Geerntet wurde am 28.08.2012 bei einem TS Gehalt von rund 30 %. Mittels Ernterahmen wurde eine Fläche von 1 m² ausgemessen und anschließend in einer Schnitthöhe von 10 cm geerntet. Zum einen ist eine niedrigere Schnitthöhe z. B. mit einem Maishäcksler praktisch nicht umsetzbar und zum anderen waren die Pflanzen im unteren Bereich stark verholzt, sodass bei geringerer Schnitthöhe mit Verdichtungsproblemen während des Silierungsprozess gerechnet werden musste.

Trotz der relativ ähnlichen TS Gehalte waren zum Erntetermin deutlich Entwicklungsunterschiede zwischen den Reifegruppen erkennbar. Während die 000 und 0000 Sorten bereits voll ausgebildete Bohnen trugen, waren die 1 und 0 Sorten noch in der Blüte. (siehe Abbildungen 17 und 18)



Abbildung 13 Ernte: Verholzter Stängel auf 10 cm Schnitthöhe l. und Blüte der spätem Sorte r. K. David 01.06.2012

Reifegruppe	09.08.2012 TS Bestimmung	28.08.2012 TS zur Ernte
0000	29,64	30,99
000	29,68	31,94
0	28,14	31,10
1	29,67	29,95

Tabelle 4 TS Entwicklung im GPS Versuch



Abbildung 14 Entwicklungsstadien der einzelnen Reifegruppen zum Erntetermin, von l. n. r. 1,0,000,0000, K. David 28.08.2012

Das Erntegut wurde mittels eines Gartenhäckslers gehäckselt (auf ca. 5 cm) und gewogen. Anschließend wurde es je nach Variante mit einem speziellen Siliermittel³¹ besprüht und per Hand in 1,5 l Einmachgläser gefüllt, verdichtet und verschlossen.

Das verwendete Gras, Deutsches Weidelgras (*Lolium Perenne*), wurde nicht behandelt. Es war relativ jung (Aufwuchshöhe rund 25 cm) und sichtbar gut mit Nährstoffen versorgt. Je nach Variante wurde es schichtweise mit eingemacht. Die Gras-Soja-Schichten waren 3-4 cm dick.

Insgesamt wurden 6 Varianten einsiliert.

1. 50% Merlin 50 % Gras
2. 50 % 0000 Sorte 50% Gras
3. 50 % 0000 Sorte 50% Gras ohne Siliermittel
4. 100 % Soja Sorte 0
5. 100 % Soja Sorte 1
6. 50% Sorte 0 50 % Gras

Die Qualitäten und Erträge sind im folgenden Kapitel dargestellt.

³¹ Micron Advance Legume Silage Inoculant, der Firma Mircon Bio Systems, Großbritannien



Abbildung 15 Ernteprobe 1 m² im Sojabestand, K. David
01.06.2012



Abbildung 16 Siliervarianten, K. David 28.08.2012

3 Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Versuchs dargestellt und im Kontext bisheriger Untersuchungen, Erkenntnisse und zukünftiger Potentiale diskutiert.

Da die GPS-Nutzung zu den Verfahren der Grundfuttererzeugung gehört und als Alternative zur Dreschfrucht geprüft werden soll, werden die Ergebnisse mit dem langjährigen Mittel der regionalen Versuche³² zu Dauergrünland und Sojabohnenerzeugung verglichen. Für den Sojaanbau als Dreschfrucht ergaben sich durchschnittliche Erträge von 30 dt TM/ ha und Rohproteingehalte von rund 35 %. Im Kontext zu den Vergleichsdaten des Dauergrünlandes ist hervorzuheben, dass die folgenden Erträge und Qualitäten der Soja-GPS Nutzung ohne den Einsatz von N-Düngemitteln produziert wurden. Im konkreten Vergleich bedeutet dies eine Differenz im Düngeniveau von 270 kg N/ ha. Bezüglich der Nutzung als Dreschfrucht konnten nur die beiden frühen Sorten der Reifegruppe 000 bzw. 0000 berücksichtigt werden, da die späten Reifegruppen 0 und 1 nicht abreifen.

3.1.1.1 Trockenmasseerträge

In der folgenden Abbildung werden die Trockenmasseerträge der einzelnen Sorten mit denen von Dauergrünland und gedroschenen Sojabohnen verglichen.

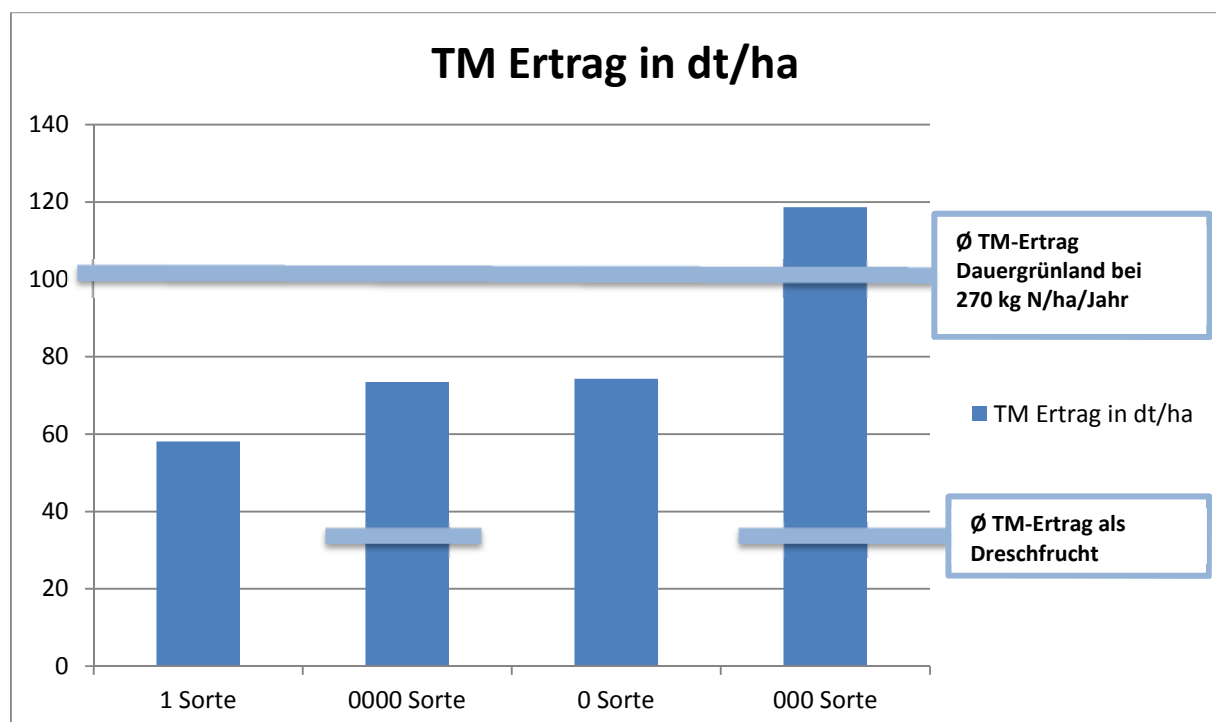


Abbildung 17 Sortenvergleich: Trockenmasseertrag in dt/ha, eigene Darstellung

³² DLR Eifel Versuchsbericht 2011, LTA Ettelbrück Sortenversuche 2011

Die Grafik zeigt, dass bei den Trockenmasseerträgen die späte 000 Sorte mit fast 120 dt TM/ ha deutlich hervor stach. Mit ca. 75 dt TM/ha folgten die 0 Sorte und die 0000 Sorte. Die 1 Sorte erreichte mit rund 60 TM dt/ha nur knapp die Hälfte der 000 Sorte. Allerdings war auffällig, dass trotz gleicher Reihenabstände, Saatstärke und Saattermin in der 000-Sorten-Parzelle fast dreimal so viele Pflanzen/ m² geerntet werden konnten. Betrachtet man die Entwicklung der Einzelpflanze so lässt sich festhalten, dass die frühen Sorten relativ viel Einzelpflanzen TM bildeten. Das relativ hohe Einzelpflanzengewicht der 0000 Sorte, wie es in folgender Tabelle dargestellt wird, lag vor allem an den relativ fortgeschrittenen Entwicklungsstand der Schoten bzw. Bohnen.

Sorte	Anzahl n Pflanzen/m ²	Einzelpflanzengewicht in g
1 Sorte	19	102
0 Sorte	23	103
000 Sorte	64	59
0000 Sorte	24	95

Tabelle 5 Sortenvergleich: Einzelpflanzenentwicklung, eigene Darstellung

Die großen Unterschiede in der Bestandsdichte lassen sich durch Probleme bei der Aussaat (Beschädigung des Saatgutes durch Saattechnik) und Auflauf (Verschlämmung) erklären. Hinzukommt die Frage nach der Keimfähigkeit des Saatgutes, die nicht gesondert untersucht wurde. Offen bleibt, ob die frühen Sorten tatsächlich Potential für höhere Biomasseerträge bieten, oder ob die deutliche stärkere Einzelpflanzenentwicklung auf die erheblich geringere Bestandsdichte zurückzuführen ist.

Im Hinblick auf den Verfahrensvergleich mit der Grundfuttergewinnung aus Dauergrünland schneidet das Verfahren mittelmäßig ab. Der Ertrag der 000 Sorte liegt rund 20 dt über dem langjährigen Ertrag des Grünlandversuchswesens. Die anderen Sorten schneiden mit ca. 70 dt TM/ ha zwar deutlich schlechter ab, sind aber noch mit mittleren Praxiserträgen im Dauergrünland vergleichbar.

Aufgrund der größeren Erntemasse und geringerer Ernterückstände liefert die GPS-Nutzung gegenüber der Dreschfruchtnutzung deutlich höhere TM Erträge, die aber vor allem qualitativ bewertet werden müssen.

3.1.1.2 Rohproteingehalte und –erträge

Dargestellt sind in nachstehender Abbildung die Rohproteingehalte der Versuchsvarianten im Vergleich zu den durchschnittlichen Versuchsergebnissen von Dauergrünlandsilagen und gedroschenen Sojabohnen.

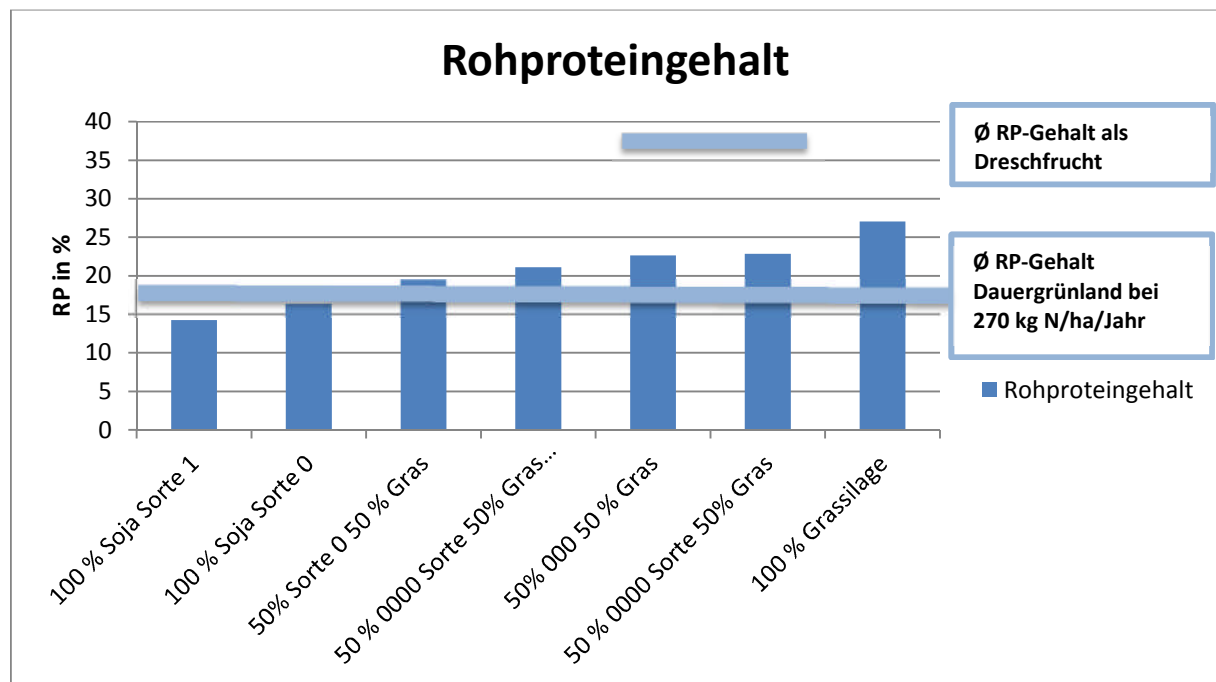


Abbildung 18 Sortenvergleich Rohproteingehalte der einzelnen Varianten, eigene Darstellung

Im Hinblick auf die Rohproteingehalte der reinen (100%) Soja-Varianten wurden Gehalte von 14 – 16 % gemessen. Damit lagen die Silagen rund 4 % unter den Ergebnissen südamerikanischer Studien³³. Für mitteleuropäische Verhältnisse waren die Gehalte im Vergleich zu offiziellen DLG Futterwertangaben³⁴ von 10% RP relativ gut. Im Hinblick auf die Rohfasergehalte lagen die Proben mit rund 21 % unter der Empfehlung von 28 %. Gleiches galt für die TS-Gehalte von rund 20 % die gegenüber empfohlener 26 % teils deutlich zu gering war. In Anbetracht der TS-Gehalte von ca. 30 % in den Ernteproben, müssen die Empfehlung zur TS gestützter Ernteterminbestimmung nach oben korrigiert werden (36-38%)³⁵. Im Nachhinein hätten die späten Sorten ca. 4 Wochen später geerntet werden sollen. Wegen der Strukturwerte aber vor allem, da die Proteinbildung nach der Blüte besonders hoch

³³ Tobia et al. 2008

³⁴ Hertwig, 2006

³⁵ Tobia et al. 2008

ist und die späten Sorten so wahrscheinlich deutlich höhere Proteingehalte erzielt hätten. Auffallend und nicht praxisrepräsentativ ist der sehr hohe RP-Gehalt der Grassilage (Probe stammte aus Privatgarten), der mit 26 % deutlich über den üblichen Gehalten von 16-18 % RP liegt. Es ist anzunehmen, dass mit einer späteren Ernte der spätreifen Sorten ähnlich Rohproteingehalte wie in Dauergrünlandsilagen erreicht werden könnten.

Im Hinblick auf die Proteinkonzentration der Dreschfrucht von 28-42 % RP ist mit Soja-GPS ggf. eher eine Aufwertung im Grundfutterbereich möglich. Sojaschrot kann also nur indirekt über die Gesamtration ersetzt werden. Zudem wurde keine qualitative Proteinanalyse (UDP Anteil) durchgeführt, sodass nur eine tendenzielle Bewertung von Soja-GPS hinsichtlich des Potentials als Eiweißlieferant möglich ist.

Die genaue Messung der Rohproteingehalt gestaltet sich auch aus methodischer Sicht schwierig. Wie im Folgenden dargestellt, wurde der Rohproteingehalt, mit drei verschiedenen Methoden ermittelt.

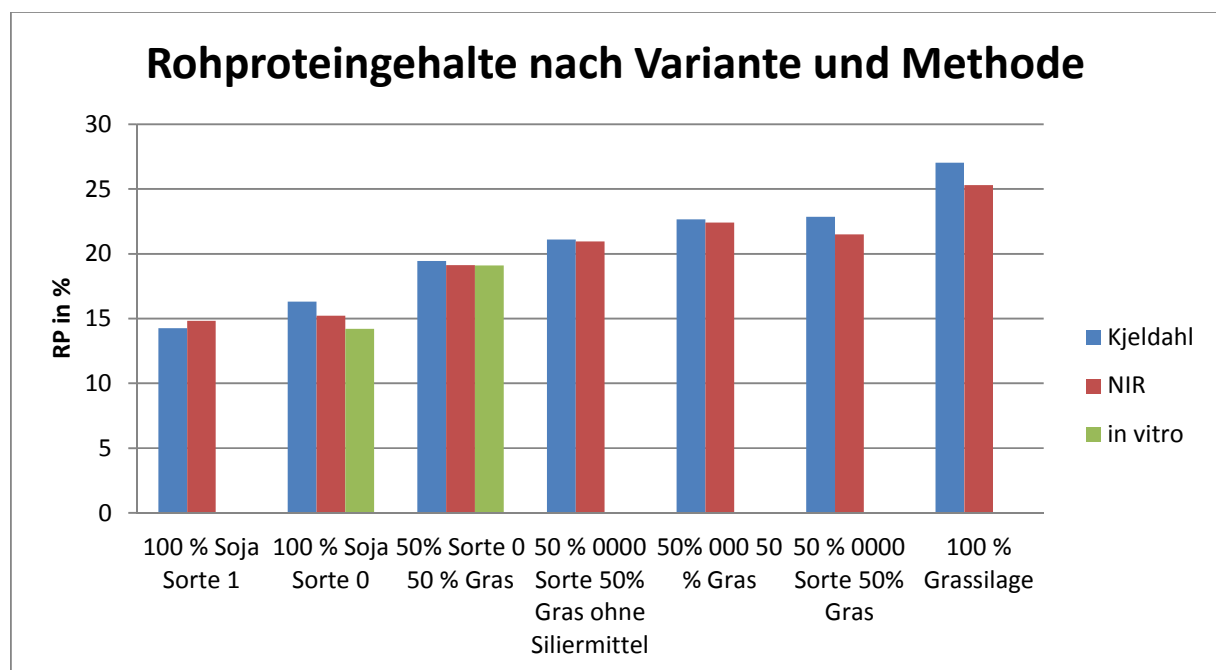


Abbildung 19 Sorten- und Methodenvergleich: Rohproteingehalte der einzelnen Varianten, eigene Darstellung

Bei der Kjeldahl-Methode wird mit Schwefelsäure der chemische N-Gehalt gemessen. Da alle Varianten nach der Kjeldahl-Methode untersucht werden konnten und sie tendenziell sicherere Daten liefert als die NIR- Methode (mangelnde Referenzwerte für Soja GPS), wurden ihre Ergebnisse bei der Betrachtung von Rohproteingehalt

und –ertrag herangezogen. Bei der NIR (Near-Infrared)-Messung wurden die Referenzwerte für Getreide-GPS und Grassilage herangezogen. Das in-vitro-Verfahren ermittelt den Rohprotein-Gehalt durch Nachahmung des Verdauungsprozesses im Reagenzglas mittels Pansensaft.

Je nach Methode unterscheiden sich die Rohproteingehalte um bis zu 2 %. Die NIR und in-vitro Ergebnisse vielen gegenüber der kjeldahlschen Methode niedriger aus, allerdings mit hohen Schwankungsbreiten. Erstaunt haben die beachtlichen Abweichungen von rund 1,5% zwischen dem kjeldahlschem und dem NIR Verfahren, bei der Bestimmung des RP-Gehaltes in der Grassilage. Je nach Rationszusammensetzung, Größe und Leistungsniveau können solche Differenzen in der Rationsberechnung einzelbetrieblich erhebliche unnötige Futtermehrkosten verursachen.

In der folgenden Abbildung ist der Rohproteinetrags (in dt RP/ ha) dargestellt.

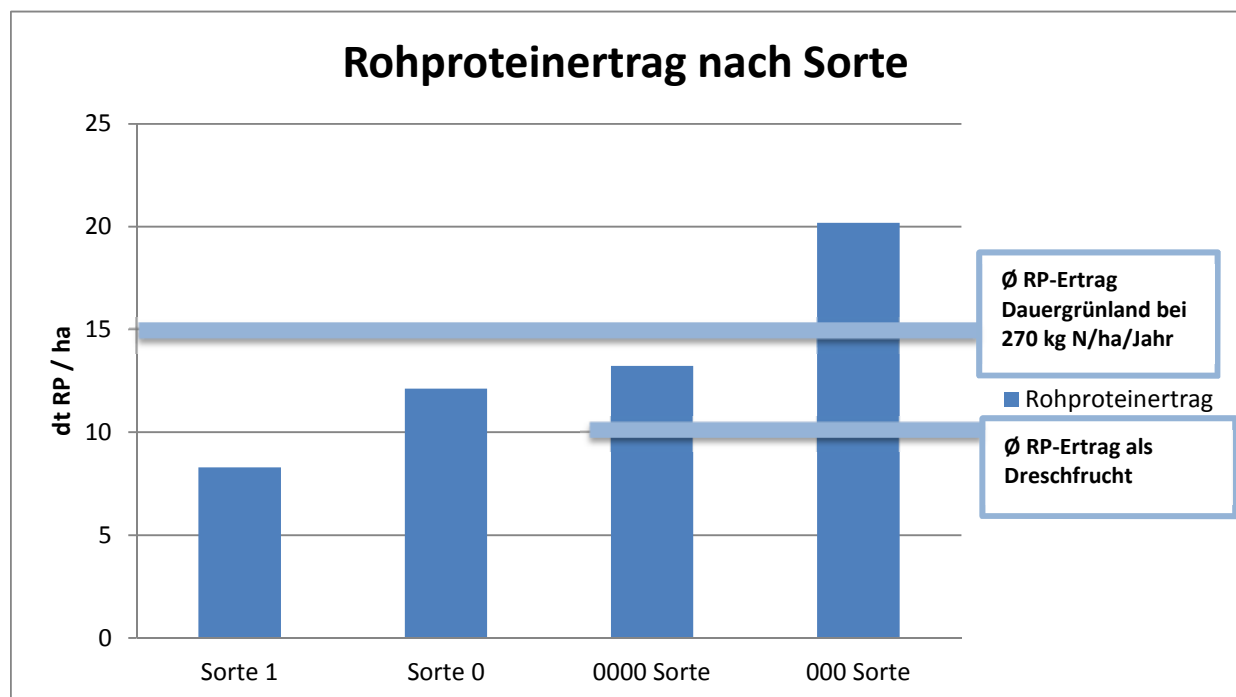


Abbildung 20 Sortenvergleich: Rohproteinetrags in dt/ ha der einzelnen Varianten, eigene Darstellung

2012 wurden mit der GPS-Nutzung im Vergleich zur Dreschfrucht, außer bei der späten Sorte 1, höhere Rohproteineträge pro ha erzielt. Die Erträge schwankten zwischen 8 und 20 dt RP/ha. Damit liegen sie zwar im Schnitt etwa 2,5 dt unter dem Ertragsniveau im Dauergrünland allerdings soll an dieser Stelle nochmal darauf hingewiesen werden, dass diese Erträge ohne jegliche Stickstoffdüngung erzielt wurden.

3.1.1.3 Antinutritiva

Die Aktivität der Trypsininhibitoren (Antinutritiva) wurde indirekt über die Ureaseaktivität³⁶ bestimmt. Sie sollte bei getoasteten Sojabohnen unter 0,4 mg N/ g x min liegen.³⁷ In allen Proben wurde die Nachweisbarkeitsgrenze für Trypsininhibitoren von einer Ureaseaktivität < 0,01 mg N/ g x min nicht erreicht. Trypsininhibitoren als für die Wiederkäuerernährung bedeutendster antinutritiver Inhaltsstoff der Sojabohne konnte im GPS nicht nachgewiesen werden. Es ist davon auszugehen, dass sich dieser sekundäre Pflanzenstoff erst in der Abreife bildet. Aus der Praxis wird berichtet die höchste Konzentration von Antinutritiva 98 % ist in der Samenschale.³⁸ Einschlägige Untersuchungen liegen hierzu allerdings noch nicht vor. Unbestritten ist ein Verdünnungseffekt durch die Verwendung der gesamten Pflanze.

3.1.1.4 Silierprozess

Geruch, Farbe und Konsistenz der Mischsilagen machten durchweg einen sehr positiven Eindruck. Lediglich 2 Proben mit 50 % Gras und 50 % der 0000 Sorte zeigten Schimmel im oberen Deckel-Bereich, wahrscheinlich durch Sauerstoffeintritt aufgrund mangelnder Abdichtung. Das bei einer der Proben kein Siliermittel eingesetzt, sprich Säure und Mikroorganismen zugesetzt wurden, hatte keinen Einfluss auf den letztlich positiv verlaufenden Silierprozess.



Abbildung 21 Silierte Sojabohne I. und nach dem öffnen rückverdichtete 100% Sojavariante r., K. David 28.12..2012

Problematisch zeigten sich hingegen die Varianten mit 100% Soja. Hier bildete sich im mittleren Bereich eine Schimmelschicht von 4 - 6 cm. Nach dem Öffnen ließ sich das Material mühelos auf knapp 2/3 des Probenglasvolumens nachverdichten (siehe Abbildung 25 I. und 26). Trotz der teils geringen Rohfasergehalte konnte, auch bei den zum Erntezeitpunkt jüngeren Sorten der Reifegruppe 0 und 1, in Reinsilage keine ausreichende Verdichtung erzielt werden. Für einen erfolgreichen Silierprozess

³⁶ Die aus einer definierten Harnstofflösung je Minute in Form von Ammoniak bei 30 °C freigesetzte Stickstoffmenge

³⁷ Asam, 2012

³⁸ Dahlmann 2012

ist demnach vor allem eine optimale Verdichtung entscheidend. Eine Misch-Silage mit feinem Material wie gehäckseltem jungen Gras, Feldfutter und Mais ist daher zu empfehlen.



Abbildung 22 Siliervarianten im Vorher – Nachher - Vergleich, K. David 28.08.2012 und 19.12.2012

3.1.1.5 Beantwortung der Versuchsfragen und Thesen

Die Versuchsfragen können wie folgt beantwortet werden.

1. Wie hoch sind die wiederkäuerrelevanten Antinutritiva sprich die Gehalte an aktivem Trypsininhibitor (Enzymhemmer) und kann durch die Silierung auf eine thermische Aufbereitung verzichtet werden? (Analyse der Ureaseaktivität)
 - Es konnten keine Trypsininhibitoren nachgewiesen werden.
2. Bilden spät abreifenden Sorten Reifegruppe: 1, 0), entsprechend bisheriger Beobachtungen, gegenüber den als Dreschfrucht angebauten frühreifen Sorten (Reifegruppe: 0000,000) einen höheren Biomasseertrag? (4 Sorten je eine Reifegruppe)
 - Das Versuchsjahr 2012 verlief relativ ungünstig für den Sojaanbau. Auch wenn die späten Sorten den anfänglichen Entwicklungsrückstand deutlich aufholten, konnten jedoch letztlich zum Erntezeitpunkt keine

höheren Trockenmasseerträge festgestellt werden. Hier sind weitere Versuche notwendig, um eine eindeutige Aussage treffen zu können.

3. Welche Proteingehalte sind realisierbar und können im Vergleich zur Dreschfrucht höhere Proteinerträge pro ha erzielt werden? (Ertragsermittlung und Analytik)
 - Ja, bis auf die Sorte der Reifegruppe 1 konnten in allen Varianten bestätigt werden, dass sich der Rohproteinertrag je ha durch die Nutzung als GPS deutlich erhöht.
4. Wann ist das optimale Entwicklungsstadium der Sojapflanzen bzw. der optimale Erntetermin für die GPS-Nutzung? Faktor: Reifegruppe und TS Monitoring.
 - Da es sich hier nur um ein Versuchsjahr handelt und die Probenanzahl relativ gering war können hier nur tendenzielle Antworten geliefert werden. Fest steht, dass der Rohproteingehalt im GPS stark von Entwicklungsstadium abhängt, je reifer bzw. weiter entwickelt die Pflanzen zu Ernte waren, umso höher waren auch die Rohproteingehalte. Die späteren Sorten hätten 4 Wochen später geerntet werden können. Ob die frühreifen Sorten noch später hätten einsiliert werden können muss in Folgeversuchen geklärt werden.
5. Wie ist die Silierbarkeit im Hinblick auf geringe Zucker und hohe Proteingehalte zu bewerten? (Einsatz von speziellen Siliermittel, Gras-Misch- und Reinsilagen)
 - Entscheidender als die Verwendung des Siliermittels war in diesem Versuch das gemeinsame Einsilieren der Sojapflanzen mit gehäckseltem Gras. Die Reinsilagen zeigten trotz Siliermittel Fehlgärung und massive Schimmelbildung, die auf unzureichende Verdichtung zurückgeführt werden konnten.

4 Fazit, Empfehlungen und Ausblick

Die folgenden Empfehlungen betreffen im Speziellen die Nutzung von Soja als GPS, im Allgemeinen den Anbau von Soja in Mittelgebirgslagen.

1. Zum Soja-GPS-Versuch

Im Bereich der Kulturführung konnten einige pflanzenbauliche Hypothesen nicht endgültig beantwortet werden. Sie sollten im Rahmen mehrjähriger Versuchsreihen weiter untersucht werden. Die positiven Ergebnisse des Soja-GPS-Versuches im Bereich Produktionstechnik und Futterwert dienten bereits als Referenz für die Entwicklung eines Versuches zur Soja-x-Mais-Gemengekultur, der für 2013 geplant ist. In diesem Zusammenhang soll das Potential der Soja-GPS-Nutzung zur Reduktion des Stickstoffbedarfs im Maisanbau und Aufwertung von Maissilagen hinsichtlich des Rohproteingehalts untersucht werden.

2. Zum Sojaanbau in den europäischen Mittelgebirgen

Soja hat das Potential sich, sowohl aufgrund seiner vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten als auch wegen seiner pflanzenbaulichen Eigenschaften, als bedeutsame Kultur in der europäischen Landwirtschaft zu etablieren. Belegt wird dies durch die jüngsten Bemühungen, bzgl. der Gründung intereuropäischer Erzeugergemeinschaften.³⁹



Abbildung 23 Aktionsbereich des Donau Soja Bündnisses Quelle: www.donausoja.de

Als wesentliche Aspekte für die Ausdehnung des Sojaanbaus in Europas Mittelgebirge konnten folgende Punkte identifiziert werden:

- Züchtung kältetoleranter Sorten zur effizienteren Nutzung und Ausdehnung der Vegetationsdauer.
- Eine flächendeckende Infrastruktur für die Verarbeitung der Bohnen z. B. mittels mobiler Technik.
- Untersuchung alternativer Nutzungs- und Verarbeitungsformen z. B. GPS, Schälen der Bohnen.
- Entwicklung des Krankheits- und Schädlingsdrucks in den Anbauregionen.
- Klimawandelbedingte Veränderung der Niederschlagsmenge und –verteilung.
- Entwicklung der Nachfrage an regionalen, GVO-freien Sojaprodukten für Futter- und Lebensmittel.

³⁹ www.donausoja.de

Trotz der positiven Aussichten und der politischen Aufbruchsstimmung bleibt festzuhalten, dass Körnerleguminosen Anbaubegrenzungen unterliegen. Erbsen, Ackerbohnen, Klee und Luzerne benötigen Anbaupausen von mind. 4 Jahren, da sie empfindlich auf bodenbürtige Krankheiten, Nematoden, Schädlinge und hohen Unkrautdruck reagieren. Aufgrund des noch geringen Anbauumfangs trifft dies für Soja nur bedingt zu, allerdings sollte aufmerksam auf die Entwicklung des Krankheits- und Schädlingsdrucks geachtet werden, um den Sojaanbau nachhaltig in der landwirtschaftlichen Praxis zu etablieren. Die Auswahl zugelassener chemischer Pflanzenschutzmittel ist derzeit, je nach Anbauland, noch relativ gering oder gar nicht erst vorhanden. Die Entwicklung und Zulassung adäquater Mittel wird für Pflanzenschutzmittelhersteller mit steigendem Anbauumfang zunehmend interessant.

Kontakt

Katharina David

Ökologesche Landwirtschaftsberodung

4-6, rue Vauban, L-2663 Luxembourg

Tel.: (00352) 43 90 30-48

Fax : (00352) 43 90 30-43

Email: katharina.david@oeko.lu

Internet : www.oeko.lu & www.jongbaueren.lu

5 Literatur

- Amann C., Bechtold K. und Müller-Belami M., 2011: Ergebnisse der Landessortenversuche mit Sojabohnen, Informationen für die Pflanzenproduktion, Heft 12/2011
- Asam 2012: Sojaaufbereitung für die Fütterung: Aufbereitungsmöglichkeiten und Qualität, fibl Deutschland, Stand 10.08.2012
http://www.sojainfo.de/fileadmin/soja/documents/Sojatag_2012/soja_sojatag_a_sam.pdf
- Astley M., 2013: Arla Foods reveals five years growth markets focus, Interview mit Arla Foods Vorstandsvorsitzender Peder Tuborgh, 11. 01.2013, <http://www.dairyreporter.com/Manufacturers/Arla-Foods-reveals-five-year-growth-markets-focus>, Stand 15.01.2013
- Böhm H.2009: Körnerleguminosen – Stand des Wissens sowie zukünftiger Forschungsbedarf aus Sicht des Ökologischen Landbaus JOURNAL FÜR KULTURPFLANZEN, Journal für Kulturpflanzen 61. 2009, S. 324 ff., Ulmer Verlag
- Bonde A. 2012: „Eiweißstrategie für Baden-Württemberg“, Stellungnahme des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Antrag der Abg. Paul Locherer u. a. CDU, http://www2.landtag-bw.de/WP15/Drucksachen/1000/15_1696_d.pdf, Stand 14.08.2012
- Tobía C., Villalobos E., Rojas A., Soto H. und Moore K. J., 2008: Nutritional value of soybean (*Glycine max* L. Merr.) silage fermented with molasses and inoculated with *Lactobacillus brevis* 3, Department of Forages and Animal Nutrition, University Centroccidental Lisandro Alvarado, UCLA, Barquisimeto, Venezuela
- Dahlmann C., 2012: Genossen für Leguminosen, Erhaltungszüchtung unter Eigenregie von Bauern, erschienen in der Bauernstimme 03/2012, S. 18
- DBV, 2010: Neuer Rekordwert bei den Agrarexporten - Deutsche Lebensmittel gefragt denn je, Pressemitteilung des DBV vom 29.12.2010, 10:00, auf <http://www.presseportal.de/pm/6599/1741065/neuer-rekordwert-bei-den-agrarexporten-deutsche-lebensmittel-gefragter-denn-je>, Stand 15.01.2013
- DLG 2012: MLP-Jahresabschluss, Milchleistung legt um 64 kg zu, erschienen am 30.11.2012. auf www.elite-magazin.de, <http://www.elite-magazin.de/news/Milchleistung-legt-um-64-kg-zu-1006736.html>, Stand 10.12.2012

- DLR Eifel, 2011: Versuchsbericht Grünland und Futterbau, Dienstleistungszentrum ländlicher Raum (DLR), Bitburg, Deutschland
- Duwe K., 2013: Sojabohne (*Glycine max* (L.) Merr., Pflanzenlexikon, http://www.pflanzen-lexikon.com/box/Glycine_max_L_Merr.html#, Stand 10.08.2012
- Ettle T. und Obermaier A. , 2011: Auswirkungen des Einsatzes von getrockneten oder getoasteten Sojabohnen in der Milchviehfütterung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
- FAOSTAT, 2013: Worldwide Soybean production, <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>, Abgerufen am 02.01.2013
- Freyer B., Pietsch G., Hrbek R., Winter S., 2005: Futter- und Körnerleguminosen im Biologischen Landbau. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag.
- Friedel K., Pietsch G. und Freyer B., 2003: Stickstoffversorgung optimieren, Ernte Zeitschrift für Landwirtschaft und Ökologie, Ausgabe 5/2003, S. 30-31
- GL-Pro, 2005: Ratgeber für den Anbau von Körnerleguminosen in Europa. http://www.ufop.de/files/1413/3922/7309/German_version.pdf, Stand 15.02.2013
- Griffiths, D. W., 1984: The trypsin and chymotrypsin inhibitor activities of various pea (*Pisum* spp.) and field bean (*Vicia faba*) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 35, 481–486.
- Hertwig F., 2006: Großkörnige Leguminosen als GPS, in: Handbuch Futterkonservierung, 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt a.M.
- Heyland K. U., 1996: Spezieller Pflanzenbau. 7. Auflage, Ulmer, Stuttgart 1952/1996, ISBN 3-8001-1080-6, S. 133
- Hüsing B. 2012: Verfrühung und Knöllchenbakterien tragen zur Ertragssicherheit bei - Versuche zur Soja Verfrühung, Hochschule Osnabrück, Tagungsbeitrag 1. Sojtag in Frankfurt, <http://www.sojainfo.de/732.html>, Stand 15.01.2013
- Imgraben H. Recknagel J., 2011: Anbauanleitung für Sojabohnen 2011, Regierungspräsidium Freiburg, Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, http://www.lfl.bayern.de/ipz/leguminosen/16765/sojabohnenanbau_2011.pdf , Stand 10.08.2012
- JKI, 2008: Anbauggebiete Sojabohnen, Reifepositionierung nach Wärmesumme und Summe frostfreier Tage, Arbeitskreis Koordinierung im Sortenversuchswesen. Version: April 2008

- Lindermayer H., Preißinger W. und Propstmeier G., 2010: Heimische Eiweißfuttermittel - Unterrichts- und Beratungshilfe, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Weihenstephan
- Kolbe H., Karalus W., Hänsel M., Grünbeck A., Gramm M., Arp B. und Krelling B., 2002: Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, <http://orgprints.org/15102/3/Koernerleguminosen.pdf>, Stand 10.08.2012
- König T. 2004: Entwicklung der Ernährungsforschung beim Schwein (bis 1930), Aus dem Institut für Tierernährung der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Sissertation
- Lehner F., 2011: Der weltweite Sojamarkt und die europäische Eiweißlücke, Finadvice Financial Advisory GmbH, 3. Österreichisches Soja-Symposium, LBWFS Ritzlhof, 7. Juni 2011
- LTA Ettelbrück 2011: Sortenversuche in Sommerungen Mais Getreide, Ölsaaten und Leguminosen, Lyceé Technique Agricole Ettelbrück, Luxemburg
- LWK NRW, 2010: Sojabohnen - Wirtschaftliche Einordnung, <http://www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/umstellung/pflanzenbau/koernerleguminosen/sojabohne/index.php>, Stand 10.08.2012
- OVID, 2012: Eiweißstrategie Futtermittel: Die Rolle von Soja und Raps als Protein-futtermittel in Deutschland und Europa, Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V., Positionspapier 14.05.2012, <http://de.scribd.com/doc/95538569/Europaische-Kornerleguminosen-als-Ersatz-fur-Sojaimporte-nicht-nachhaltig>
- Plank F. J., 2007: Vom Sonntagshendl zum Alltagsfraß, Animal Spirit – Zentrum für Tiere in Not
- Recknagel J., 2010: Anleitung für den Sojaanbau in Stichworten, deutscher Sojaförderung, https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1201151_1/Stichworte%20Anbauanleitung%20SOJA%202010.pdf, Stand 10.08.2012
- Reif H. und Pomp R., 1996 : Milchproduktion und Milchvermarktung im Ruhrgebiet 1870 – 1930, I Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte 1996, S. 77 – 107,
- Rimbach G., Möhring J. und Erbersdobler H. F., 2010: Lebensmittel-Warenkunde für Einsteiger, Eier und Eiprodukte, Springer, S. 47-63
- Rowling J. K., 2000: Harry Potter und die Kammer des Schreckens, Aus dem Englischen von Klaus Fritz. Hamburg: Carlsen Verlag, 2000. S. 343.
- Spiegel A. K., 2012: Juli 2012 Feldtage in Buttelsted - Erster Thüringer Sojntag ein voller Erfolg, <http://www.sojainfo.de/681.html>, Stand 14.08.2012

- Stalljohann G., 2011: Mit heimischen Leguminosen die Fütterung sicher stellen?!, LWK Nordrhein-Westfalen, Münster
- Steevens B. J. und Garrett J. L., 2012: Comparative Value of Net Energy, Lactation and Maintenance, University of Missouri Extension, 09.08.2012 <http://agebb.missouri.edu/dairy/byprod/lactation.asp>, Stand 14.08.2012
- Thaysen, 2010: Ganzpflanzensilage, Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft, S. 867 – 920
- Thomet P., 2011: Gras statt Soja, Schweizer Hochschule für Landwirtschaft, 3sat Mediathek, Bericht vom 19.04.2011
- Unsleber J., 2011: Anbauhinweise Sojaanbau 2011, AgroSchuth GmbH, <http://www.roglernet.de/downs/Soja/SojaProdTechKurzUnsleber11.pdf>, Stand 10.08.2012
- Westfleisch eG, 2012: Jahr der Rekorde für Westfleisch, WESTFLEISCH eG, Hauptverwaltung Münster, Pressestelle, 31.05.2012, <http://www.westfleisch.de/presse/pressemitteilungen/31052012-jahr-der-rekorde-fuer-westfleisch.html>, Stand 15.02.2013
- Zimmer S., 2012: Zweiter Leguminosentag – Erste Ergebnisse aus dem LeguLux Projekt, Tagungsvortrag 22.02.2012, Institut für biologischen Landbau, Luxemburg

6 Anlage

Saattermin- und GPS-Versuch Soja																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
51						50						49						48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Raps	Reifegruppe1, Reihenabstand 12,5cm					Reifegruppe 0, Reihenabstand 12,5cm					Reifegruppe 0, Reihenabstand 12,5cm					Reifegruppe 0, Reihenabstand 37,5cm					Reifegruppe 1, Reihenabstand 37,5cm					Merlin Reihenabstand 12,5cm					Merlin Reihenabstand 12,5cm					Merlin Reihenabstand 37,5cm					Merlin Reihenabstand 37,5cm					Merlin Reihenabstand 37,5cm					CH21414 Reihenabstand 37,5cm					CH21414 Reihenabstand 37,5cm					CH21414 Reihenabstand 37,5cm					CH21414 Reihenabstand 12,5cm					CH21414 Reihenabstand 12,5cm					CH21414 Reihenabstand 12,5cm					CH21414 Reihenabstand 12,5cm					CH21414 Reihenabstand 37,5cm					CH21414 Reihenabstand 37,5cm					CH21414 Reihenabstand 37,5cm					CH21414 Reihenabstand 12,5cm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE LA VITICULTURE
ET DU DÉVELOPPEMENT RURAL
Administration des services techniques de l'agriculture
Service de pédologie

Bodenuntersuchung

Untersuchungsbefund

Einsender:
LYCÉE TECHNIQUE AGRICOLE (LTA)
B.P. 76
L-9001 ETTTELBRÜCK

Projekt: LTAE_Versuchsfeld_Everlange

Nr. Bulletin :	Probenahme :	Annahme :	Versand :	Betriebsnummer :
B112268		07/07/2011	13/07/2011	

Probe			Bodenart	pH		P205	K20	Mg	Na	Bor (B)	Nmin	Corg	Ntotal	C/N	% Ton	% Schluff	% Sand
LaborNr.	Nr.	Schlagname/Schlagnr/FLIK		H2O	CaCl2	mg/100 g trockener Boden				mg/kg	kg Nitrat-N/ha	% (Humus = Corg x 1,72)	%		0-2 µm	2-50 µm	50 µm -2 mm
				NF ISO 10390	VDLUFA A 5.1.1	VDLUFA A 6.2.1.1	VDLUFA A 6.2.1.7	VDLUFA A 13.1.1	Schalvo	Verbrennung unter O2-Zufuhr							
009647	1	WG47-52_0-30CM_	M		6,0	24 D	29 D	12 D	1 A			0,7					
Gehaltsklassen : A = sehr niedrig, B = niedrig, C = gut, D = hoch, E = sehr hoch																	
Bodenart : L = leicht, M = mittel Gutland, OM = mittel Ösling, S = schwer																	

Daniel Gonçalves,
Tch. chimiste - resp. laboratoire

Simone Marx,
Ingénieur - chef de service

