

Pflanzen

Agroscope Science | Nr. 44 / 2017



Anbaueignung von Sojasorten im Biolandbau in der Schweiz und ihre Eignung für die Tofuherstellung (2013–2015)

Autoren

Jürg Hiltbrunner, Claude-Alain Betrix und Arnold Schori, Agroscope;
Maurice Clerc und Monika Messmer, FiBL; Rainer Messmer, DSP

Finanzpartner

BioSuisse, Prokana



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Verdankung

Mit herzlichem Dank an Laurent Godel für die angenehme Zusammenarbeit bei der Durchführung der Feldversuche in Domdidier. Besonderen Dank gilt Jürgen Recknagel von LTZ Müllheim und Vorstand des Deutschen Sojaförderings e.V. für die fachliche Unterstützung bei der Sortenwahl sowie allen Saatzuchtbetrieben für die Bereitstellung des Saatgutes. Ebenso wird die finanzielle Unterstützung von BioSuisse und Prokana herzlich verdankt.

Anmerkung

In den Jahresberichten (französisch) auf <http://www.bioactualites.ch/cultures/grandes-cultures-bio/legumineuses-a-graines/sojarapports-fr.html> gibt es ergänzende Details und Fotos zu den Versuchen.

Impressum

| | |
|-------------|---|
| Herausgeber | Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zürich www.agroscope.ch |
| Auskünfte | Jürg Hiltbrunner, E-Mail: juerg.hiltbrunner@agroscope.admin.ch ; Claude-Alain Betrix, E-Mail: claud-alain.betrix@agroscope.admin.ch |
| Fotos | Monika Messmer (FiBL), Claude-Alain Bétrix (Agroscope) |
| Titelbild | Versuch am Standort Domdidier, August 2015 |
| Download | www.agroscope.ch/science |
| Copyright | © Agroscope 2017 |
| ISSN | 2296-729X |
| ISBN | 978-3-906804-32-3 |

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Zusammenfassung | 3 |
| 2 | Einleitung | 4 |
| 3 | Material und Methoden | 4 |
| 3.1 | Durchführung Sortenversuche..... | 4 |
| 3.2 | Beurteilung der Tofueignung | 6 |
| 4 | Zusammenfassung der Ergebnisse der Jahre 2013 bis 2015 inklusive Diskussion | 6 |
| 4.1 | Bodenbedeckung..... | 6 |
| 4.2 | Standfestigkeit..... | 7 |
| 4.3 | Ansatzhöhe der ersten Hülse | 7 |
| 4.4 | Erträge..... | 7 |
| 4.5 | Kornqualität | 8 |
| 4.6 | Verarbeitung zu Tofu..... | 9 |
| 5 | Schlussfolgerungen | 12 |
| 5.1 | Anbaueignung | 12 |
| 5.2 | Tofueignung..... | 12 |
| 6 | Verzeichnisse | 13 |
| 6.1 | Abbildungsverzeichnis | 13 |
| 6.2 | Tabellenverzeichnis..... | 13 |

1 Zusammenfassung

Soja bildet die Grundlage zur Herstellung zahlreicher kulinarischer Gerichte wie zum Beispiel Sojamilch, Sojajoghurt und Tofu. Die Nachfrage nach Bio-soja ist in der Schweiz über mehrere Jahre gestiegen. Um einerseits Sorten mit hohem landwirtschaftlichem Potenzial (Anbaueignung) sowie mit ausgezeichneten rheologischen Eigenschaften und Geschmacksqualitäten (Verwendungseignung für Tofu) zu finden, wurden in den Jahren 2013 bis 2015 entsprechende Versuche in der Schweiz durchgeführt. Insgesamt wurden an zwei Standorten elf Sorten untersucht. Sie zeigten eine insgesamt gute Anbaueignung, obwohl zwei Sorten (ES-Mentor und Korus) in weiteren Jahren bezüglich Abreifesicherheit geprüft werden müssen. Insgesamt wurden ansprechende Erträge zwischen 28 und 33 dt/ha erzielt, wobei signifikante Wechselwirkungen zwischen Standort und Sorte beobachtet wurden. Die kanadischen Sorten Primus und Korus sowie die schweizerische Sorte Protibus erzielten während den 3 Jahren ausgezeichnete Verarbeitungsergebnisse. In der Gesamtbeurteilung resultieren Primus, Protibus und Korus als beste Sorten, wobei die nächstbesten Sorten Proteix und Amandine für die Schweizer Anbaubedingungen der beste Kompromiss bezüglich Anbau- und Verwendungseignung bieten. ES-Mentor, eine sehr produktive Sorte sowie Korus sind vor allem aufgrund der Spätreife nur mit Vorbehalt beziehungsweise für Gunstlagen zu empfehlen.

2 Einleitung

Soja bildet die Grundlage zur Herstellung zahlreicher kulinarischer Gerichte wie zum Beispiel Sojamilch, Sojajoghurt und Tofu. Die Nachfrage nach Biosoja steigt in der Schweiz weiter an. Die Branche sucht deshalb einerseits aktiv nach Produzenten und andererseits auch nach Sorten mit hohem landwirtschaftlichem Potenzial (Anbaueignung) sowie mit ausgezeichneten rheologischen Eigenschaften und Geschmacksqualitäten (Verwendungseignung). Um einen Beitrag zur Deckung des steigenden Bedarfs nach inländisch produzierter Soja für die Tofuherstellung zu leisten, wurde von 2013 bis 2015 ein Biosojaprojekt vom FiBL und Prokana, in Zusammenarbeit mit Agroscope, Delley Samen und Pflanzen AG (DSP) und der Mühle Rytz, durchgeführt. Dabei wurden nebst Praxisversuchen zur Verbesserung der Anbautechnik auch Sortenversuche und Flurbegehungen durchgeführt. Ziel der Sortenversuche war es, die Anbaueignung verschiedener Sorten in der Schweiz zu prüfen. Die Ergebnisse dieses Projektes sind in Form von Jahresberichten (auf Französisch) auf www.bioactualites.ch ⇒ Cultures ⇒ Grandes cultures ⇒ Légumineuses à graines verfügbar.

Um die Verwendungseignung der angebauten Sorten zu prüfen und im Besonderen die Eignung zur Tofuverarbeitung zu bewerten, wurde ein Teil des Erntegutes der Anbauversuche im Sojaqualitätslabor bei Agroscope in Changins hinsichtlich verschiedener Merkmale untersucht.

Im vorliegenden Dokument werden sowohl die Ergebnisse der Sortenversuche bezüglich der Anbaueignung als auch bezüglich der Verwendungseignung der Jahre 2013 bis 2015 zusammengefasst und daraus Schlussfolgerungen abgeleitet.

3 Material und Methoden

3.1 Durchführung Sortenversuche

In den Jahren 2013 bis 2015 wurde an zwei Orten – bei Laurent Godel in Domdidier (FR), und bei Agroscope Reckenholz in Zürich-Affoltern – jeweils ein Sortenversuch mit Kleinparzellen und vierfacher Wiederholung mit neun (2013) beziehungsweise zehn (2014, 2015) Sorten aus fünf verschiedenen Zuchtprogrammen durchgeführt (Tabelle 1). Die Sorten waren aufgrund ihrer Frühreife (000-00), Tofueignung (hohe Proteingehalte, heller Nabel, Tofu-Ausbeute, Festigkeit und Geschmack) und positiven Ergebnisse unter Biobedingungen im Ausland ausgesucht worden. Die Sorte Cassidy war seit 2014 nicht mehr erhältlich und wurde deshalb durch die Sorten Herta PZO und Galice ersetzt. Acht Sorten wurden in allen drei Jahren verwendet (Tab. 1).

Tabelle 1: Informationen zu den in den Sortenversuchen verwendeten Sojabohnensorten.

| Sortenname | Züchter (Land) | Reifegruppe | Nabelfarbe | Prüfjahre |
|------------|------------------------------|-------------|------------|------------------|
| Amandine | Agroscope- DSP (CH) | 000 | hell | 2013, 2014, 2015 |
| Aveline | Agroscope- DSP (CH) | 000 | hell | 2013, 2014, 2015 |
| Protibus | Agroscope- DSP (CH) | 00/000 | hell | 2013, 2014, 2015 |
| Proteix | Agroscope- DSP (CH) | 00 | hell | 2013, 2014, 2015 |
| ES-Mentor | Euralis via Saatbau Linz (F) | 00 | hell | 2013, 2014, 2015 |
| Primus | Prograin Eurasia (CAN) | 00 | hell | 2013, 2014, 2015 |
| Korus | Prograin / RWA (CAN) | 00 | hell | 2013, 2014, 2015 |
| Cardiff | Saatbau Linz (A) | 00 | hell | 2013, 2014, 2015 |
| Galice | Agroscope- DSP (CH) | 00 | braun | 2014, 2015 |
| Herta PZO | PZO / IG Pflanzenzucht (A) | 00/000 | hell | 2014, 2015 |
| Kassidy | Prograin (CAN) | 00 | hell | 2013 |

Der Standort in Domdidier wurde durch DSP betreut und der Standort in Zürich-Reckenholz durch Agroscope. Die Versuche in Domdidier fanden unter Biobedingungen statt, jene in Zürich-Affoltern unter Bedingungen des „ökologischen Leistungsnachweises“ (OeLN). Die Bewirtschaftung erfolgte entsprechend der jeweiligen guten landwirtschaftlichen Praxis. In Domdidier wurde der Versuch – mit Ausnahme der Ernte – mit Praxismaschinen durchgeführt, während am Standort Reckenholz Versuchsmaschinen verwendet wurden.

Mehrere Erhebungen wurden während der Vegetationszeit (Feldaufgang, Bestandeshöhe, Pflanzenlänge, Ansatzstelle der ersten Hülse, Standfestigkeit, Bodenbedeckungsgrad), zum Zeitpunkt der Ernte (Standfestigkeit, Bestandeshöhe,

Wassergehalt im Korn) oder am gereinigten Erntegut (Kornertrag pro Parzelle, Tausendkorngewicht, Proteingehalt, Ölgehalt) durchgeführt. Nicht alle Parameter konnten in jedem Jahr und an beiden Standorten erfasst werden. Aufgrund der Integration der Versuche in die standortspezifische Fruchtfolge waren die Vorfrüchte unterschiedlich (Tabelle 2). Die Regulierung der Begleitflora erfolgte am Standort Zürich-Reckenholz chemisch (Ausnahme 2015: Hackstriegel und chemisch) und am Standort Domdidier mechanisch und von Hand. Die Standort- und Bewirtschaftungsdaten sind in der Tabelle 2 zusammengefasst. Die drei Jahre waren bezüglich Niederschlag und Temperatur sehr unterschiedlich (Tab. 2): Während das Wetter im Jahr 2013 mit normal bis feucht-kühl bezeichnet werden kann war das Wetter im Jahr 2014 erst heiss und trocken im (Mai-Juni), danach eher kühl und nass. Die Witterung im Jahr 2015 war sehr heiss und trocken.

Tabelle 2: Informationen zu den Versuchsstandorten Zürich-Reckenholz und Domdidier (2013 – 2015).

| | Jahr | Versuchsstandort | |
|---------------------------------------|------|---------------------------------|--------------|
| | | Zürich-Reckenholz ZH | Domdidier FR |
| Bewirtschaftungssystem | | OeLN | Bio |
| Vorfrucht | 2013 | Winterweizen und Zwischenfutter | Körnermais |
| | 2014 | Kartoffel | Körnermais |
| | 2015 | Zuckerrüben | Körnermais |
| Saattermin | 2013 | 07.05. | 14.05. |
| | 2014 | 21.05. | 19.05. |
| | 2015 | 12.05. | 13.05. |
| Saatedichte (Körner/m ²) | 2013 | 68 | 68 |
| | 2014 | 55 | 68 |
| | 2015 | 55 | 68 |
| Knöllchenbakterien | 2013 | Hi Stick | Biodoz |
| | 2014 | Hi Stick | Hi Stick |
| | 2015 | Hi Stick | Hi Stick |
| Erntetermin | 2013 | 02.10. | 26.09. |
| | 2014 | 30.10. | 09.10. |
| | 2015 | 29.09. | 29.09. |
| Niederschlag (mm) Saat - Ernte | 2013 | 435 | 349 |
| | 2014 | 527 | 279 |
| | 2015 | 301 | 228 |
| Mittlere Temperatur (°C) Saat – Ernte | 2013 | 16.7 | 17.3 |
| | 2014 | 16.2 | 17.2 |
| | 2015 | 18.1 | 19.1 |

3.2 Beurteilung der Tofueignung

Für die Beurteilung der Eignung für die Tofuverarbeitung werden verschiedene Kriterien untersucht. Im Sojaqualitätslabor bei Agroscope in Changins wurde dazu ein Protokoll erarbeitet. Ein Hauptmerkmal darin ist die pro Kilogramm Trockenkörner erhaltene Menge Tofu (= Tofuertrag). Dieser Ertrag hängt nicht nur von der im Korn enthaltenen Proteinmenge (Albumine) sondern auch von deren Zusammensetzung ab. Die Qualität des Tofu wird durch den relativen Anteil der verschiedenen Protein-Untereinheiten (Glycinin/Conglycinin) beeinflusst. Ein weiteres Hauptmerkmal, die Festigkeit des Tofus, hängt ebenfalls stark von diesen Parametern ab.

Für die Durchführung dieser Verwendungseignung werden 50 Gramm Körner pro Muster benötigt. Zuerst werden die über Nacht in Wasser eingeweichten Körner zerstossen. Diese Wasser-Körner-Mischung, genannt „Go“, wird anschliessend während einer bestimmten Zeit auf eine bestimmte Temperatur gerührt. Die „Sojamilch“ oder „Tonyu“ erhält man durch Pressung des „Go“. Die „Sojamilch“ wird nach einer zweiten Erhitzung mit GDL (Gluco-delta-lactone) geronnen. Dieses Koagulans garantiert die nötige Reproduzierbarkeit. Durch eine letzte Pressung entsteht schliesslich der Tofu. Die Festigkeit des Tofus wurde mit einem TA.XTplus Texture Analyser SMS gemessen (Abb. 1).

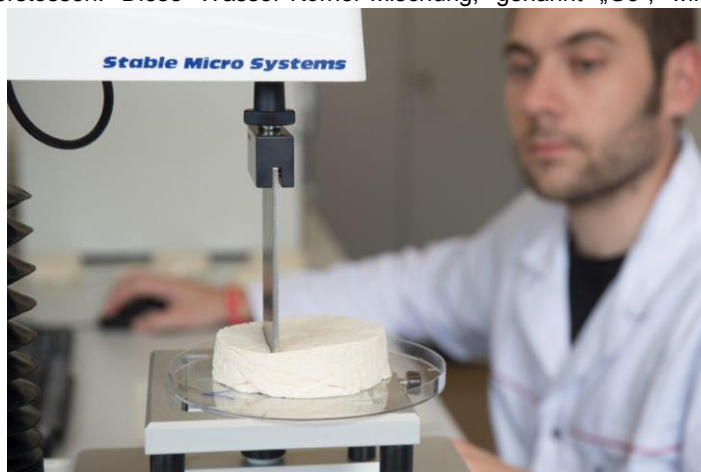


Abbildung 1: Leistungsapparat für die Messung der Festigkeit von Tofu im Sojaqualitätslabor von Agroscope Changins (Foto: Agroscope).

4 Zusammenfassung der Ergebnisse der Jahre 2013 bis 2015 inklusive Diskussion

Aufgrund der signifikanten Wechselwirkungen zwischen Sorte und Ort beziehungsweise zwischen Sorte und Ort und Jahr wurden die Auswertungen für jeden Versuch separat durchgeführt und grafisch dargestellt.

4.1 Bodenbedeckung

Spätreifere Sorten (00) haben den Boden etwas weniger schnell bedeckt als die frühreifere Sorten (000/00 beziehungsweise 000), was auf die Entwicklung der Sorten zurück zu führen ist. Allerdings waren die Unterschiede zwischen den Sorten gering und diejenigen zwischen den Jahren recht gross (Abb. 2). Dass der Bodenbedeckungsgrad im Juni im Jahr 2014 am Standort Zürich viel tiefer war als im Jahr 2015 lässt sich einerseits durch den späteren Saattermin aber auch durch die Witterung insgesamt erklären. Entscheidend für eine gute **Bodenbedeckung** ist, abgesehen von der Jugendentwicklung, auch die gewählte Saattiefe, der Felddauengang (damit verbunden auch die Saatbettvorbereitung) und die sorgfältige Durchführung allfälliger mechanischer Eingriffe zur Regulierung der Begleitflora. Obwohl am Standort Zürich die Regulierung der Begleitflora nicht ausschliesslich mechanisch erfolgte (2015: Striegel gefolgt von Herbizid, in den Jahren 2013 und 2014 jeweils ausschliesslich chemisch) kann aufgrund der Erfahrungen in Domdidier abgeleitet werden, dass auch der Anbau unter Biobedingungen mit mechanischer und manueller Unkrautbekämpfung erfolgreich sein kann.

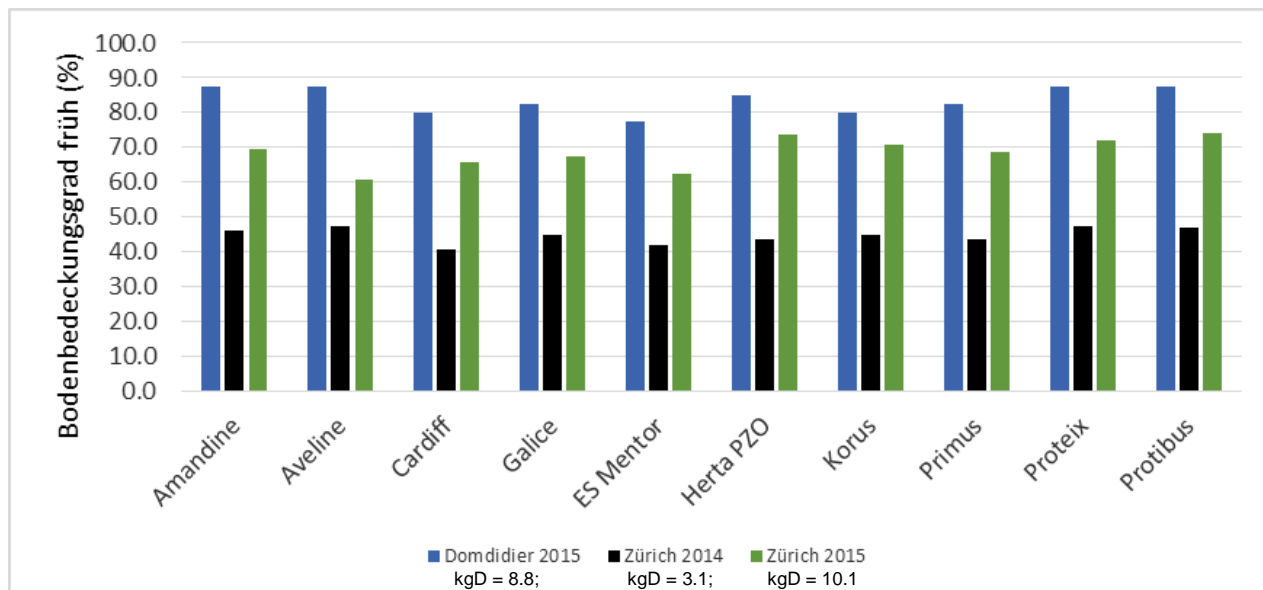


Abbildung 2: Bodenbedeckungsgrad (%) von zehn Sojasorten angebaut in Domdidier (Bio) und Zürich-Reckenholz (OeLN) in den Jahren 2014 – 2015. Boniturzeitpunkt Juni bis Juli. kgD = kleinste gesicherte Differenz (5%).

4.2 Standfestigkeit

Über alle Versuche betrachtet – auch wenn es signifikante Wechselwirkungen gab – zeigten die Sorten ES-Mentor und Korus die beste **Standfestigkeit zum Zeitpunkt der Ernte**. Ganz allgemein gibt es jedoch keinen direkten Zusammenhang zwischen Frühereife und Standfestigkeit. Für alle Sorten gleichermaßen gilt, dass ein übermässiges vegetatives Pflanzenwachstum, wie es am Standort Zürich im Jahr 2014 beobachtet wurde, die Lageranfälligkeit erhöht.

4.3 Ansatzhöhe der ersten Hülse

Die Messung der **Ansatzhöhe der ersten Hülse** am Standort Zürich im Jahr 2014 zeigte, dass sehr kleine und nur ganz knapp signifikante Unterschiede zwischen den Sorten vorhanden sind (zwischen 10 und 16 cm). Im Allgemeinen wird die Ansatzhöhe der untersten Hülsen jedoch hauptsächlich durch den Reihenabstand und die Bestandesdichte und somit auch die Anzahl und den Winkel der gebildeten Seitentriebe beeinflusst. Höhere Bestandesdichten führen zu höheren Ansatzstellen der untersten Hülsen. Im Vergleich dazu sind Sortenunterschiede wenig relevant. Bei gegebener Bestandesdichte ist in der Praxis zudem die Beschaffenheit der Bodenoberfläche (Unebenheiten, Steine) entscheidend für die Einstellung der Schnitthöhe und für das Ausmass der Ernteverluste.

4.4 Erträge

Insgesamt wurden gute **Erträge** erzielt (Abb. 3). Über die Orte und Jahre erzielten Galice (00) und Amandine (00/000) sehr gute Erträge, während Aveline (000) und Protibus (00/000) jeweils die tiefsten Erträge erreichten. Bei Nicht-Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen Sorte und Standort variierten die durchschnittlichen Erträge der acht über die drei Jahre angebauten Sorten zwischen 28 und 33 dt/ha.

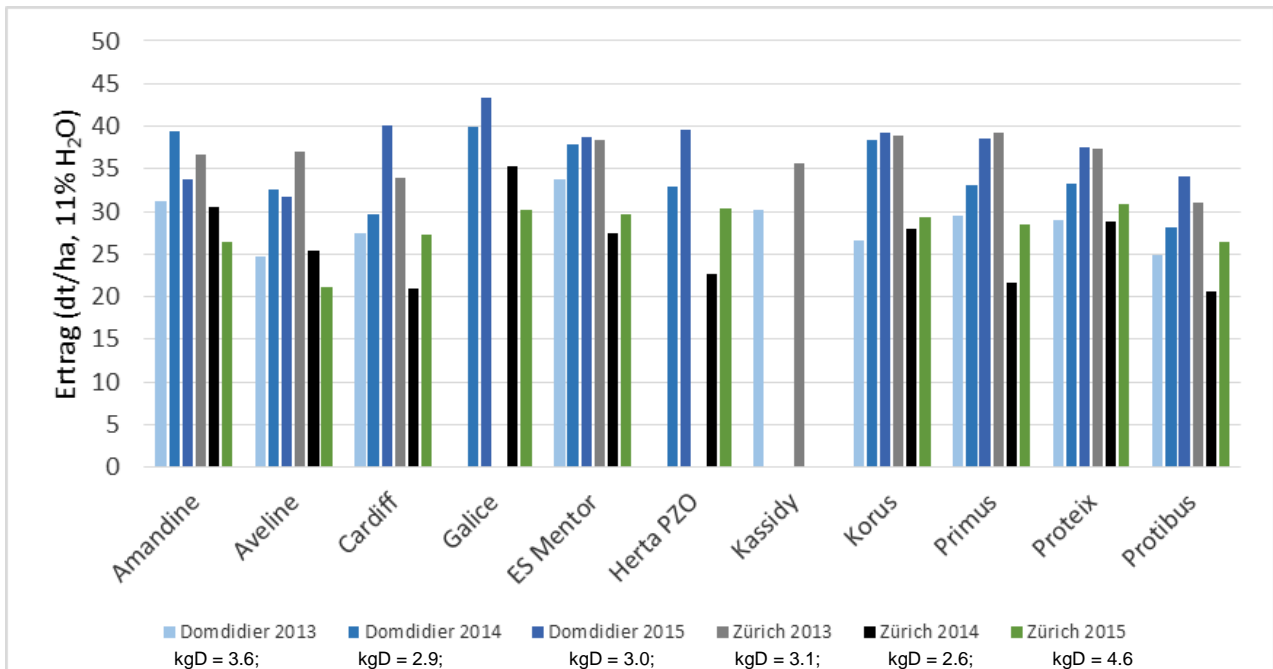


Abbildung 3: Korntrag (dt/ha mit 11% H₂O) von elf Sojasorten angebaut in Domdidier (Bio) und Zürich-Reckenholz (OeLN) in den Jahren 2013 – 2015. kgD = kleinste gesicherte Differenz (5%).

Unter Berücksichtigung der Effekte von Kleinparzellen (homogene, kleine Fläche mit Randeinfluss) kann ein vorsichtiger Vergleich mit Praxisbedingungen gemacht werden. Für Praxisbedingungen korrigierte Erträge (ca. 15% Abzug) auf den entsprechenden Parzellen wären mit 24 bis 28 dt/ha durchaus realistisch. Während am Standort Zürich im Jahr 2013 die höchsten und im 2015 die tiefsten Erträge erzielt wurden, wurden in Domdidier im 2015 die höchsten und im 2013 die tiefsten Erträge erzielt. Einige Sorten (ES-Mentor, Amandine, Proteix und Protibus) zeigten sich ertragsstabiler als andere (Cardiff, Primus, Korus, Herta PZO). Diese Schwankungen sind vor allem auf die Reaktion dieser Sorten am Standort Zürich zurück zu führen, an welchem die Wachstumsbedingungen in den drei Jahren sehr unterschiedlich waren (Tab. 2). Zürich ist eine Grenzlage für den Sojaanbau und geringe Temperatursummen in entsprechenden Jahren erhöhen das Risiko für eine vollständige Abreife. Im Gegensatz wurde aber auch beobachtet, dass einige Sorten an diesem Standort aufgrund der ausreichenden Niederschläge im 2014 einen höheren Ertrag erzielten als im trocken-heissen Jahr 2015 (Amandine, Aveline, Galice).

4.5 Kornqualität

Trotz insgesamt hohen **Proteingehalten** gab es Sortenunterschiede (Abb. 4). Aufgrund der schwierigen Ernteverhältnisse in Zürich im 2014 kam es zu verzögerten Ernte und Verfärbungen des Ernteguts. Dies führte dazu, dass mittels NIRS Messungen keine zuverlässigen Proteingehalte am Korn bestimmt werden konnten. Daher fehlen diese Angaben in Abbildungen 4 und 5. Obwohl das Jahr und auch der Ort einen Einfluss auf den Proteingehalt hatte, zeigten sich Sorten mit höheren (Protibus, Herta PZO, Korus) beziehungsweise tieferen Gehalten (Amandine, Galice, Aveline). Obwohl der Proteingehalt nicht das einzige Kriterium für die Tofuherstellung ist (siehe Kapitel 3.6), ist er von Bedeutung, da manche Tofuhersteller ein Mindestgehalt von 42% Protein im Korn vorschreiben.

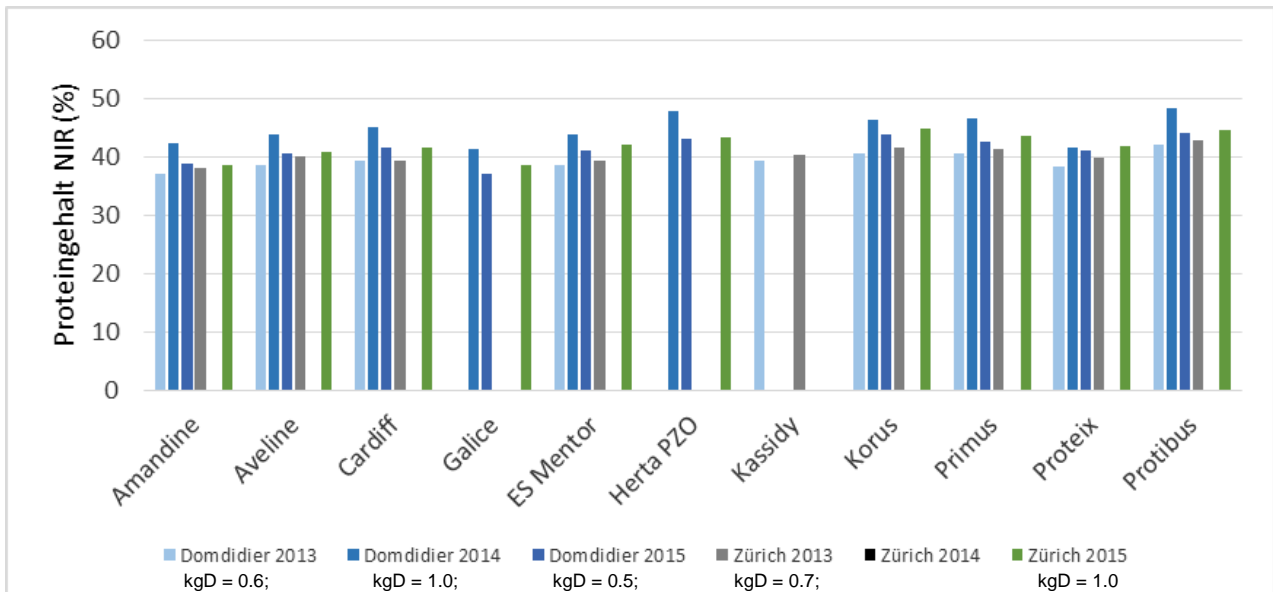


Abbildung 4: Proteingehalt (% mit NIRS bestimmt am ganzen Korn) von elf Sojasorten angebaut in Domdidier (Bio) und Zürich-Reckenholz (OeLN) in den Jahren 2013 – 2015. kgD = kleinste gesicherte Differenz (5%).

Der **Proteinertrag** (TS-Ertrag multipliziert mit Proteingehalt bei TS) variierte bei ES-Mentor, Proteix und Protibus weniger stark als bei anderen Sorten (Abb. 4). Je nach Jahr und Standort wurden zwischen 8 (Aveline, Zürich 2015) und 16 dt Protein pro ha (Korus, Domdidier 2014) erzielt.

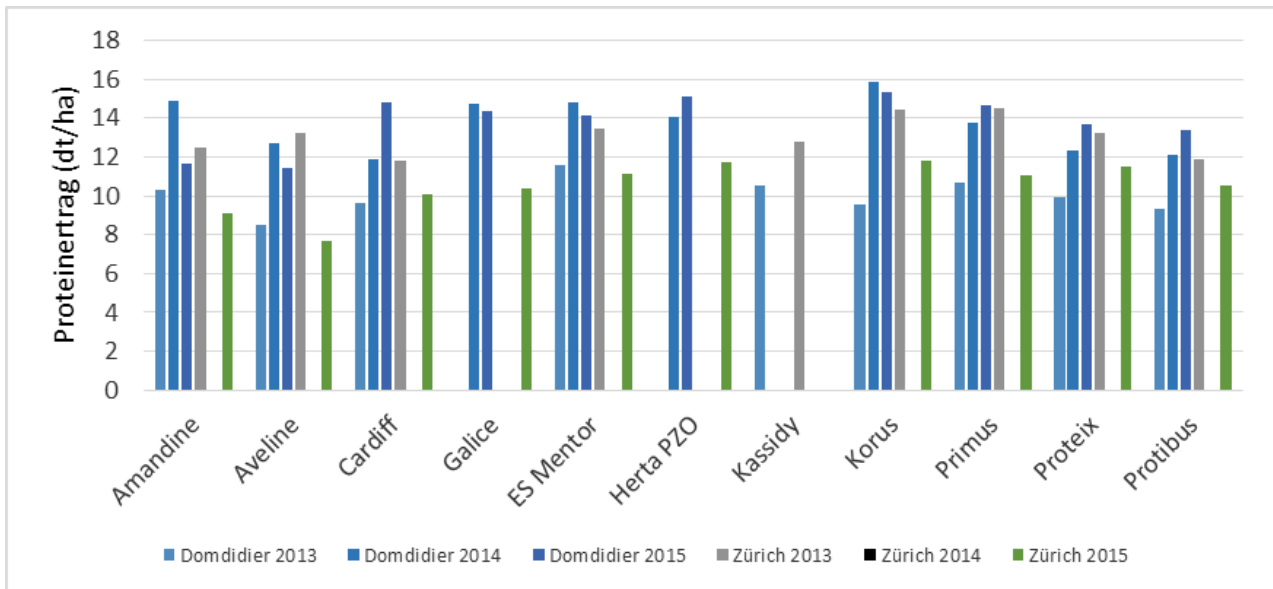


Abbildung 5: Proteinertrag (dt/ha) von elf Sojasorten angebaut in Domdidier (Bio) und Zürich-Reckenholz (OeLN) in den Jahren 2013 – 2015.

4.6 Verarbeitung zu Tofu

Die Qualitätsuntersuchungen des Jahres 2013 konnten am Erntegut von beiden Standorten durchgeführt werden. Zwischen den beiden Versuchsstandorten (Zürich – OeLN vs. Domdidier – BIO) gab es keine wesentlichen Unterschiede. 2014 konnte nur die Ernte aus Domdidier ausgewertet werden, da die Samen am des Standortes Zürich-Reckenholz eine mangelhafte Saatgutqualität aufwiesen (siehe weiter oben). In Abbildung 6 ist für diese beiden Versuchsjahre der Zusammenhang zwischen Proteingehalt und der Menge des hergestellten Tofus (pro 50 Gramm trockener Körner analysiert an einer Mischprobe über die Wiederholungen im Feld) dargestellt.

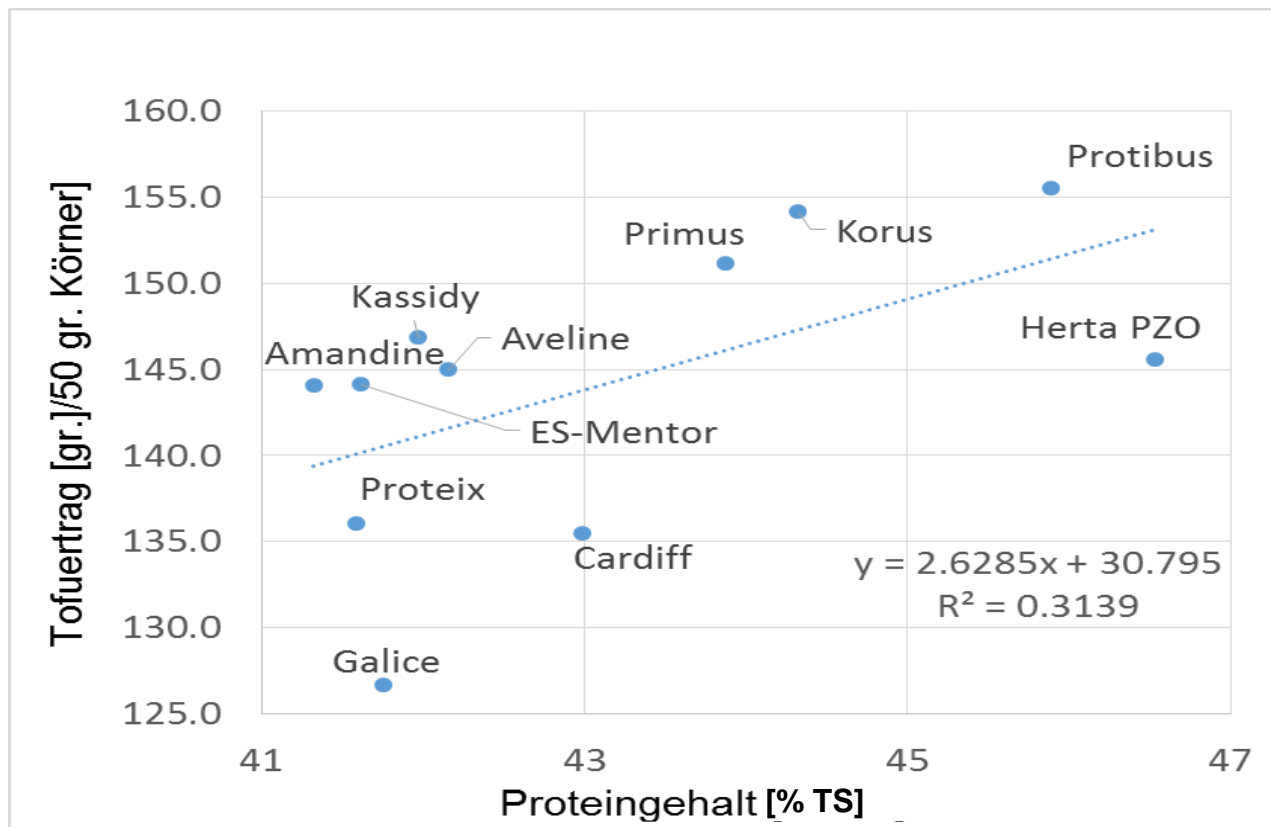


Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Proteingehalt (% mit NIRS bestimmt am Mehl) und der durchschnittlichen Menge produziertem Tofu pro Sorte in den Jahren 2013 und 2014 ($R=0.59$). Reckenholz und Domdidier 2013 und Domdidier 2014. 3 Labor-Wiederholungen.

Korus und **Primus**, zwei kanadische Sorten, und **Protibus**, eine Sorte von Agroscope/DSP, erzielten die besten Tofuerträge (Abb. 6). Diese Sorten wiesen zudem sehr hohe Proteingehalte auf. **Herta** hingegen wies einen hohen Proteingehalt aber einen geringeren Tofuertrag auf. **Aveline** und **Proteix**, zwei zurzeit für den Bioanbau empfohlene Sorten, befinden sich in einer Gruppe mit einem tieferen Proteingehalt, erzielen aber trotzdem ein sehr interessantes Verarbeitungspotenzial für Tofu. **Galice** zeigte für beide Parameter geringe Werte (Abb. 6, Tab. 3).

Im Gegensatz zum Jahr 2014 zeichnete sich das Jahr 2015 durch Trockenheit und grosse Sommerhitze aus. Die Proteingehalte der getesteten Sorten lagen somit grösstenteils unter dem üblichen Potenzial. Dadurch sind die 2015 erhaltenen Tofus generell kleiner als üblich. Die leistungsstärksten Sorten befinden sich jedoch auch hier an erster Stelle, mit Ausnahme von **Protibus**, welche im Vergleich mit den vorherigen Jahren etwas nachliess.

Herta PZO und **Protibus** erzielten im 2015 die höchsten Proteingehalte, **Primus** und **Korus** die höchsten Tofuerträge und **Aveline** und **Cardiff** die höchste Festigkeit (Tab. 3). **Amandine**, eine Sorte von Agroscope/DSP mit verbessertem Geschmack und mittlerem Proteingehalt, erzielt eine gute Ausbeute bei befriedigender Festigkeit (Tab. 3).

Tabelle 3: Proteingehalt (NIRS, %) am Mehl, Tofuertrag (g / 50 gr Körner) und Festigkeit (Gramm) des Tofu verschiedener Sorten. Mittelwerte der Versuche 2015 von Domdidier und Reckenholz. 3 Labor-Wiederholungen für alle Parameter, mit Ausnahme des Proteingehalts (1 Messung).

| Sorte | Proteingehalt (% NIRS, am Mehl) | Tofuertrag (g / 50 g Körner) | Festigkeit (g) |
|-----------|---------------------------------|------------------------------|----------------|
| Primus | 41.7 | 152.7 | 501.9 |
| Korus | 42.3 | 146.3 | 522.2 |
| ES-Mentor | 42.3 | 140.8 | 480.0 |
| Amandine | 38.7 | 139.8 | 500.1 |
| Proteix | 41.6 | 139.6 | 544.9 |
| Herta PZO | 43.1 | 138.4 | 531.0 |
| Protibus | 43.1 | 137.1 | 520.3 |
| Aveline | 40.5 | 135.4 | 579.3 |
| Cardiff | 41.1 | 134.0 | 599.4 |
| Galice | 38.4 | 128.5 | 496.7 |

Im Grossen und Ganzen können drei Sortengruppen bezüglich Tofuertrag unterschieden werden (Abb. 7). Die erste setzt sich aus **Primus, Korus** und **Protibus**, **speziell für Tofu geeignete Sorten** zusammen, welche eine ausgezeichnete Verarbeitungseigenschaft vorzuweisen hat. Die zweite ist eine **food type** (Lebensmittelgruppe) mit den gegenwärtig auf dem Markt zu findenden Sorten **Aveline** und **Proteix**. Und schliesslich die dritte Gruppe, bestehend aus **Galice** (CH22177) und **Cardiff**, unterscheidet sich durch eine **geringere Verarbeitungsfähigkeit**. Es muss jedoch angemerkt werden, dass die für speziell für Tofu geeigneten Sorten nur auf einer geringen Fläche in unserem Land geeignete Wachstumsbedingungen vorhanden sind (Reifegruppe 00 bzw. 00/000).

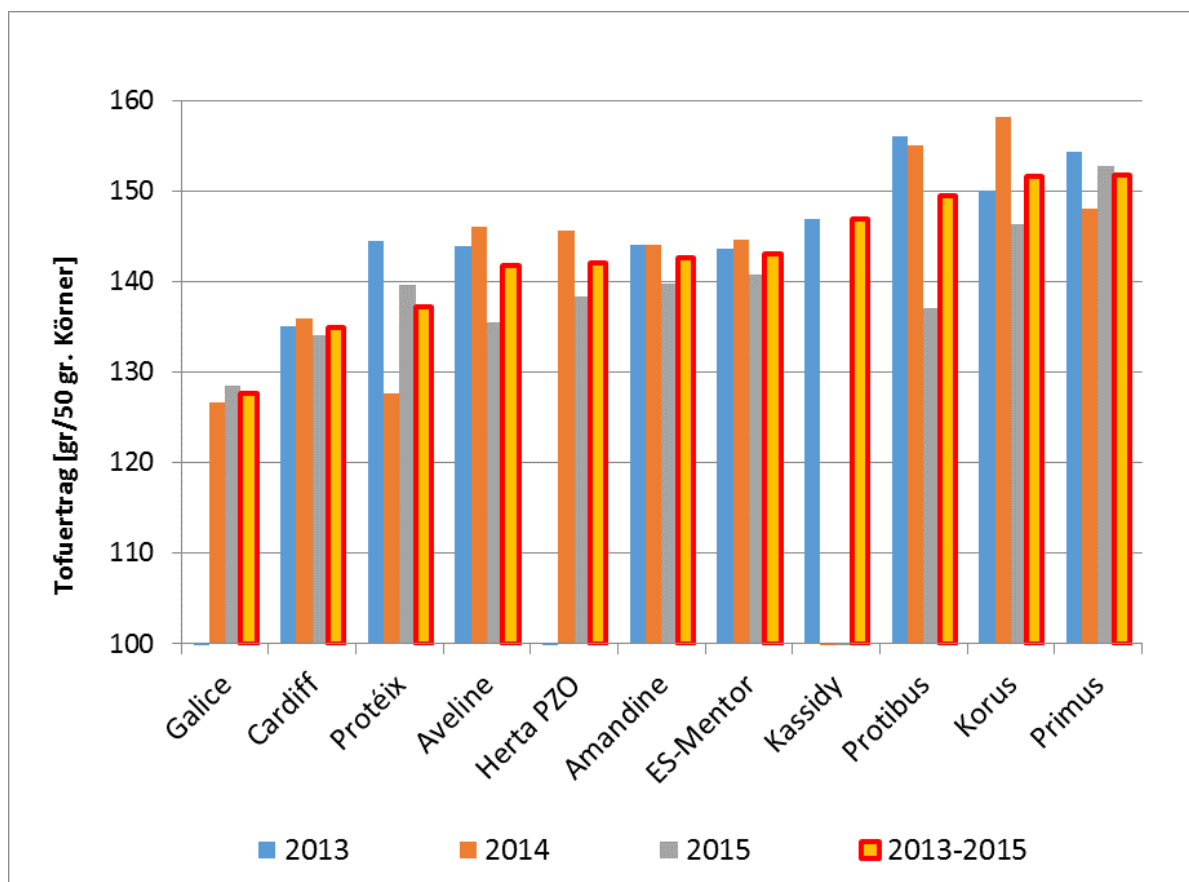


Abbildung 7: Durchschnittlicher Tofuertrag (gr/ 50 gr Körner) pro Sorte der Versuchsorte Domdidier (2013, 2014, 2015) und Reckenholz (2013, 2015). 3 Labor-Wiederholungen.

5 Schlussfolgerungen

5.1 Anbaueignung

- Insgesamt konnten bei den getesteten Sorten an den beiden Standorten interessante Ertragspotentiale beobachtet werden; aber der Standort und das Jahr sind für das absolute Ertragsniveau wichtiger als die Sortenunterschiede.
- Einige Sorten (Primus, Korus, Herta PZO, Cardiff) zeigten grössere Ertragsschwankungen und sind daher weniger zu empfehlen.
- Sehr erfolgsversprechend sind die Schweizer Sorten **Galice**, **Amandine** und **Protéix** (Tab. 4). **Galice** überzeugte vor allem in Domdidier (Bio), könnte allerdings aufgrund des dunklen Nabels nicht von allen Tofuproduzenten akzeptiert werden. Auch die Sorten **ES-Mentor** und **Korus** (Prograin/RWA) sind interessant, wobei deren Anbaueignung (Frühreife) in weiteren Versuchsjahren noch überprüft werden sollte.
- Aufgrund feuchter Witterung kann die Kornqualität so stark beeinträchtigt werden, dass, wenn überhaupt – ohne Behandlung der Oberfläche z.B. Schälens beziehungsweise über die Farbauslese der schlechten Körner – keine Verarbeitung für Tofu möglich ist.
- Der Anbau von früh abreifenden Sorten ist in Grenzlagen von Vorteil – insbesondere wenn (unter Biobedingungen) noch etwas später gesät wird (Beschleunigung der Jugendentwicklung). Allerdings verursacht die kürzere Vegetationszeit auch Ertragsseinbussen.
- Obwohl alle Sorten wegen ihres hohen Proteingehalts ausgewählt wurden, gibt es klare Sortenunterschiede.
- Von den untersuchten Sorten konnten keine identifiziert werden, die alle gewünschten Eigenschaften (stabil hohe Erträge, hohe Proteingehalte, schnelle Bodenbedeckung und hohe Standfestigkeit) aufwies. Es fehlen insbesondere frühreife Sorten (000) mit stabil hohen Proteingehalten (>42%). Die aktuell vorwiegend im Biolandbau empfohlenen Sorten sind ein entsprechender Kompromiss der verschiedenen Ansprüche an die Sorten.

5.2 Tofueignung

Die kanadischen Sorten **Primus** und **Korus** sowie die schweizerische Sorte **Protibus** erzielten ausgezeichnete Verarbeitungsergebnisse (Tab. 4). Mit Ausnahme von **Galice**, enttäuschend beim Tofuertrag, erzielten aber auch die anderen Sorten gute, homogene Resultate bei der Verwendungseignung.

Im gewählten Ansatz für die Gesamtbeurteilung der Sorten erscheinen die für Tofu spezialisierten Sorten (**Primus**, **Korus**, **Protibus**) auf den Spitzenplätzen. Sie sind aufgrund der in unserem Land herrschenden marginalen Klimaverhältnisse nur in wenigen Regionen für den Anbau geeignet. Die zurzeit empfohlenen Schweizer Sorten **Aveline**, **Amandine** und **Proteix**, stellen einen ausgezeichneten Kompromiss hinsichtlich der Anbau- und Verwendungseignung dar. **ES-Mentor**, eine sehr produktive Sorte sowie **Korus** sind vor allem aufgrund ihrer späteren Abreife für unsere Anbauregionen nur bedingt beziehungsweise nur für Gunstlagen zu empfehlen (Tab. 4).

Tabelle 4: Empirische Beurteilung von zehn Sojasorten aufgrund der durchgeführten Anbau- und Verwendungseignungsuntersuchungen in den Jahren 2013 – 2015 an den Standorten Domdidier (Bio) und Zürich-Reckenholz (OeLN).

| Sorte | Anbaueignung ¹ | Verwendungseignung ² | Gesamtbeurteilung |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Primus | (∅) | +(+) | +(+) |
| Korus | ∅ | + | + |
| ES-Mentor | + | ∅ | (∅) |
| Amandine | ++ | ∅ | ∅ |
| Proteix | + | (+) | (+) |
| Herta PZO ³ | (+) | + | +(+) |
| Protibus | + | + | +(+) |
| Aveline | (+) | (+) | ∅ |
| Cardiff | (∅) | ∅ | -- |
| Galice ³ | (+) | ∅ | (-) |

¹ verwendete Eigenschaften: Bodenbedeckung, Standfestigkeit, Kornertrag, Variabilität Kornertrag, sichere Abreife

² verwendete Eigenschaften: Proteingehalt, Tofuertrag, Festigkeit des Tofu Jahre 2013 und 2015. Für eine korrekte Beurteilung müssten noch weitere Eigenschaften wie Nabelfarbe, Proteinqualität, ... berücksichtigt werden.

³ Verwendungseignung von Galice und Herta PZO bezieht sich ausschliesslich auf das Jahr 2015

6 Verzeichnisse

6.1 Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Leistungsapparat für die Messung der Festigkeit von Tofu im Sojaqualitätslabor von Agroscope Changins (Foto: Agroscope). | 6 |
| Abbildung 2: Bodenbedeckungsgrad (%) von zehn Sojasorten angebaut in Domdidier (Bio) und Zürich-Reckenholz (OeLN) in den Jahren 2014 – 2015. Boniturzeitpunkt Juni bis Juli. kgD = kleinste gesicherte Differenz (5%). | 7 |
| Abbildung 3: Kornertag (dt/ha mit 11% H ₂ O) von elf Sojasorten angebaut in Domdidier (Bio) und Zürich-Reckenholz (OeLN) in den Jahren 2013 – 2015. kgD = kleinste gesicherte Differenz (5%). | 8 |
| Abbildung 4: Proteingehalt (% mit NIRS bestimmt am ganzen Korn) von elf Sojasorten angebaut in Domdidier (Bio) und Zürich-Reckenholz (OeLN) in den Jahren 2013 – 2015. kgD = kleinste gesicherte Differenz (5%). | 9 |
| Abbildung 5: Proteinertag (dt/ha) von elf Sojasorten angebaut in Domdidier (Bio) und Zürich-Reckenholz (OeLN) in den Jahren 2013 – 2015. | 9 |
| Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Proteingehalt (% mit NIRS bestimmt am Mehl) und der durchschnittlichen Menge produziertem Tofu pro Sorte in den Jahren 2013 und 2014 (R=0.59). Reckenholz und Domdidier 2013 und Domdidier 2014. 3 Labor-Wiederholungen. | 10 |

6.2 Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Informationen zu den in den Sortenversuchen verwendeten Sojabohnensorten. | 4 |
| Tabelle 2: Informationen zu den Versuchsstandorten Zürich-Reckenholz und Domdidier (2013 – 2015). | 5 |
| Tabelle 3: Proteingehalt (NIRS, %) am Mehl, Tofuertrag (g / 50 gr Körner) und Festigkeit (Gramm) des Tofu verschiedener Sorten. Mittelwerte der Versuche 2015 von Domdidier und Reckenholz. 3 Labor-Wiederholungen für alle Parameter, mit Ausnahme des Proteingehalts (1 Messung). | 11 |
| Tabelle 4: Empirische Beurteilung von zehn Sojasorten aufgrund der durchgeführten Anbau- und Verwendungseignungsuntersuchungen in den Jahren 2013 – 2015 an den Standorten Domdidier (Bio) und Zürich-Reckenholz (OeLN). | 12 |