

Ansätze zur Optimierung des Öleinanbaus in der Schweiz

Carolin Luginbühl, Christine Herzog, Patrick Stettler und Jürg Hiltbrunner
Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, 8046 Zürich, Schweiz
Auskünfte: Jürg Hiltbrunner, E-Mail: juerg.hiltbrunner@agroscope.admin.ch



Abb. 1 | Durch die Vorverschiebung des Blühbeginns kann der Wasserstress in sommertrockenen Regionen vermindert werden: Winteröllein (links) und Sommeröllein am Standort Zürich im Juni 2012. (Foto: Carolin Luginbühl, Agroscope)

Einleitung

Leinfunde sowie Orts- und Flurnamen in der Schweiz zeugen davon, dass die Menschen in unserer Region schon früh die vielfältige Nutzung dieser Kulturpflanze schätzten. Die Anbaufläche ging dann insbesondere nach der Mitte des letzten Jahrhunderts zurück, als Raps den Lein und Mohn aus dem Anbau verdrängte. Seit 2002 nimmt die Anbaufläche von Öllein in der Schweiz wieder stetig zu (Frick *et al.* 2004). Der Inlandbedarf kann aber aktuell nicht mit Schweizer Lein gedeckt werden, die Leinimporte betrugen 2014 rund 7000 t (EZV 2014). Insbesondere im Biolandbau konnte mit der Integration dieser verhältnismässig anspruchslosen Kultur in die Fruchtfolgen seit 2005 eine interessante Alternative ent-

wickelt werden. 2015 beträgt die Anbaufläche rund 50 ha (H.G. Kessler, pers. Mitt.). Mitverantwortlich für diese Flächenentwicklung dürfte u. a. auch der sehr interessante Produzentenpreis von 290 Fr./dt sein.

Lein wird aber auch in anderen, meist regionalen Projekten auf kleineren Flächen und gemäss den Anforderungen des Ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) erfolgreich angebaut. Denn aufgrund der geringen Nährstoffansprüche eignet er sich allgemein für extensive Standorte.

Zudem kann seit Inkrafttreten der Agrarpolitik 2014–2017 in mehreren Kantonen für Lein nebst dem Ölsaatenbeitrag auch ein Beitrag für farbig blühende oder traditionelle Hauptkulturen geltend gemacht werden.

Versuche mit Sommerölleinsorten haben gezeigt, dass Umwelt- und Bewirtschaftungsfaktoren den Ertrag

Zusammenfassung

stärker beeinflussen als die Sorte (Hiltbrunner *et al.* 2009). Besonders empfindlich reagiert die Pflanze auf Wasserstress in der Blüte- und Kornfüllungszeit (Pellet und Vuilloud 2004). Durch den Anbau von Winterformen und die damit verbundene Vorverlegung des Blühbeginns kann nicht nur der Wasserstress in sommertrockenen Regionen vermieden werden, sondern mit der Möglichkeit der Herbstsaat ergeben sich auch andere positive Aspekte wie die Bedeckung des Bodens über den Winter. Voraussetzung ist aber, dass die als winterhart deklarierten Sorten den Winter ohne grössere Schäden überstehen. Dies war bei den ersten im Handel erhältlichen Sorten noch nicht der Fall (Pellet und Vuilloud 2004). Deshalb wurden neuere Sorten bezüglich ihrer Eigenschaften und Ertragsleistung untersucht und mit einer Frühjahrssaat verglichen (Abb. 1).

Erfahrungen aus dem Praxisanbau – insbesondere unter Biobedingungen – haben gezeigt, dass Frühjahrssamen stark verunkrauteten können. Dies führt dann zu Problemen bei der Ernte und auch zu höheren Wassergehalten im Erntegut. Lein wird aber nicht nur stehend gedroschen, sondern teilweise zuerst an den Schwad gelegt (Flax Council of Canada 2014). Gründe für den Schwaddrusch sind eine Verringerung des Wassergehaltes im Erntegut sowie das Erreichen von gleichmässig trockenem Material, was ein gleichmässigeres Fahren ermöglicht (Brown *et al.* 1999). Deshalb wurde auch die Wirkung des Direkt- und des Schwaddruschs auf den Wassergehalt im Samen zum Zeitpunkt der Ernte und auf den Ertrag mit zwei verschiedenen Sorten untersucht.

Aktuell liegen teilweise widersprüchliche Ergebnisse zur Auswirkung unterschiedlicher Saatdichten auf den Ertrag vor (z. B. Diepenbrock und Pörksen 1992; Casa *et al.* 1999; Hassan *et al.* 2005; Pageau *et al.* 2006). Je nach Standort kann mit einer Erhöhung der Saatdichte auf bis zu 1000 Körner/m² der Ertrag positiv beeinflusst werden, oder aber es werden aufgrund des Lagerrisikos und der Kompensationsfähigkeit eher tiefere Saat- und Bestandsdichten empfohlen, da eine Erhöhung der Saatdichte den Ertrag nicht steigert. Mit höheren Saatdichten konnte aber die Konkurrenzkraft gegenüber Begleitarten verbessert werden (Griselda *et al.* 2007). Aus diesem Grund wurde untersucht, wie drei verschiedene Sommerölleinarten auf unterschiedliche Saatdichten reagieren.

Material und Methoden

Zwischen 2009 und 2014 wurden drei verschiedene Versuchsserien realisiert (Tab. 1). Die Kleinparzellenversuche wurden als zweifaktorielle, komplett randomisierte Blockanlagen mit vier Wiederholungen angelegt. Der Reihenabstand betrug jeweils 18 cm. Im Erntetechnik-

Lein ist in der Schweiz trotz des Ölsaatenbeitrags eine wenig bedeutende Ölpflanze geblieben. Im Biolandbau konnte die Anbaufläche in den letzten Jahren aber stark ausgedehnt werden. Mit dem Ziel, die Ertragsstabilität zu verbessern, wurden in Kleinparzellenversuchen die Herbst- und die Frühjahrssaat sowie zwei verschiedene Erntetechniken – Direktdrusch und Schwaddrusch – miteinander verglichen sowie unterschiedliche Saatdichten geprüft. Mit der Aussaat von winterharten Sorten im Herbst wurden höhere Erträge als mit der Frühjahrssaat erreicht. Die Fettsäremuster wurden durch den Saattermin wenig beeinflusst, und die untersuchten Sorten Everest, Alaska, Banquise und Iceberg wiesen Linolensäuregehalte im Öl zwischen 55 % und 61 % auf. Mit dem Schwadlegen konnte speziell bei höherem Unkrautbesatz der Wassergehalt im Erntegut reduziert werden. In drei von vier Versuchen wurde ertraglich kein Nachteil durch das Schwadlegen beobachtet. Die drei Sorten Altess, Niagara und Récital reagierten ähnlich auf die drei unterschiedlichen Saatdichten, wobei die tiefste Saatdichte (250 Samen/m²) zu einem tieferen Ertrag und gleichzeitig einem höheren Wassergehalt bei der Ernte führte. Mit der Wahl der optimalen Saatdichte, einer den Feldbedingungen entsprechenden Erntetechnik und – sofern fruchtfolgetechnisch möglich – dem Anbau von Winteröllein kann ein wesentlicher Beitrag zum erfolgreichen Leinanbau geleistet werden.

versuch sowie im Versuch mit der Herbst- und Frühjahrssaat wurden jeweils 500 keimfähige und unbehandelte Samen/m² gesät. Alle Sorten stammen aus französischen Zuchtprogrammen (GIE Linea [Alaska, Altess, Banquise, Everest, Iceberg, Niagara] sowie Laboulet Semences [Récital]) und sind braunsamig.

Die Düngung erfolgte an den knospezifizierten Standorten mit Biorga Quick (12 % Stickstoff [N], Hauert HBG Dünger AG, Grossaffoltern) und betrug maximal 60 kg N/ha (Tab. 1). Am Standort Dietikon wurde nebst Biorga auch Biogasgülle verwendet. An den nach ÖLN-Richtlinien bewirtschafteten Flächen wurden maximal 70 kg N/ha in Form von Mg-Ammonsalpeter ausgebracht. Die Regulierung der Begleitarten erfolgte an den Biosstandorten mit Striegel und/oder Hackgerät und an den ÖLN-Standorten mit Herbiziden.

Tab. 1 | Übersicht über die Bewirtschaftungsmassnahmen und Standortinformationen der Versuche mit Winter- und Sommeröllein in den Jahren 2009 bis 2014.

Versuch	Herbst-, Frühjahrssaat				Erntetechnik				Saatdichte			
Sorten	Alaska, Banquise, Everest, Iceberg				Altess, Niagara				Altess, Niagara, Récital			
Verfahren	Aussaat Herbst / Frühjahr				Schwad- vs. Direktdrusch				250, 500, 750 Samen/m ²			
Parzellengröße	25 m ²				25 m ²				20 m ²		10 m ²	
Versuchsjahr	2013		2014	2012		2013		2009		2010		
Standort	Seebach	Zürich ¹	Zürich	Tänikon	Urdorf	Tänikon	Seebach	Dietikon	Urdorf	Dietikon	Urdorf	
Bewirtschaftung	Bio	ÖLN	ÖLN	ÖLN	Bio	ÖLN	Bio	Bio	Bio	Bio	Bio	
Vorkultur ²	Gerste	Kartoffel	Kartoffel	WW	WW mit Kleeunters.	Silomais	Gerste	KW	WW, ZF Klee	WW, ZF Phacelia+Klee		
Saattermin	26.9.12/ 17.4.13	25.9.12/ 18.4.13	1.10.13/ 24.4.14	27.3.	2.4.	18.4.	18.4.	9.4.	15.4.	8.4.	21.4.	
Schwadlegen	–	–	–	8.8.	13.8.	22.8.	14.8.	–	–	–	–	
Ernte	27.7. / 16.8.	- / 16.8.	7.8. / 8.8.	10.8.	20.8.	23.8.	15.8.	8.9.	1.9.	3.9.	26.8.	
Vegetationstage [Saat-Ernte]	304 / 120	- / 120	310 / 120	136	140	126	119	154	141	148	127	
N _{min} zu Vegetationsbeginn [kg/ha]	40,9	–	–	–	155	–	40,9	62	110	59	–	
N-Düngung [kg/ha]	42 / 60	- / 58	58 / 33	70	–	61	60	49	47	25	47	
Unkrautbekämpfung ³	2 x H+S / 2 x H+S	- / 2 x C	1 x C / -	2 x C	2 x C	2 x C	2 x H+S	1 x S, 2 x H	1 x S, 1 x H	–	2 x S	
Temperatursumme [Basis: 0 °C] ⁴	2524 / 1955	- / 1955	2112 / 1413	2178	2208	1980	1955	2349	2366	2234	2121	
Niederschlag kumuliert [mm] ⁴	910 / 417	- / 417	890 / 404	481	496	489	417	468	463	588	539	

¹Aufgabe Herbstsaatversuch²KW = Kunstwiese, WW = Winterweizen, ZF = Zwischenfutter³H = Hacken, S = Striegeln, C = chemisch (Concert SX mit Basagran; Einzelstockbehandlungen mit Targa Super)⁴während der Vegetationszeit

Geerntet wurde mit einem Kleinparzellenmähdrescher (Hege 125 C). Beim Erntetechnikversuch wurde vor der Ernte mittels Halmprobe auf einer Fläche von 0,5 m² pro Parzelle der Maximalertrag erhoben. Beim Schwaddrusch wurde der Bestand mit einem Motormäher mit einem Busatis-Doppelmessermähwerk geschnitten und während mindestens 24 Stunden an einem auf 10–15 cm hohen Stoppeln abgelegten Schwad getrocknet.

In allen Versuchen wurde der Feldaufgang, der Blühbeginn, die Pflanzenlänge zum Zeitpunkt der Blüte, die Standfestigkeit zum Zeitpunkt der Ernte, der Wassergehalt in den Samen zum Zeitpunkt der Ernte, der Samenertrag sowie das Tausendkorngewicht (TKG) erfasst. Zusätzlich wurden in Mischproben aus den Wiederholungen des Versuches mit dem Vergleich der Herbst- und Frühjahrssaat die Ölgehalte und Fettsäuremuster bestimmt.

Die statistischen Auswertungen wurden mit einer Varianzanalyse in R (R Core Team 2014) durchgeführt. Statistische Unterschiede wurden bei signifikanten Effekten mit dem Tukey-Test (HSD) bestimmt.

Resultate und Diskussion

Herbst- oder Frühjahrssaat?

Die vier untersuchten Sorten brachten höhere Erträge, wenn sie im Herbst gesät wurden (Abb. 2). Die höchsten Erträge wurden mit der Herbstsaat im Jahr 2013 am biologisch bewirtschafteten Standort Seebach mit 12,8 dt/ha erzielt. Bei der Frühjahrssaat auf der gleichen Parzelle betrug der durchschnittliche Ertrag 9,2 dt/ha. 2013 musste am Standort Zürich (ÖLN) der im Herbst gesäte Versuch wegen Erdflohschäden aufgegeben werden. 2014 wurde an diesem Standort bei der Herbstsaat 10,8 dt/ha und bei der Frühjahrssaat 3,6 dt/ha erzielt (gemittelt über vier Sorten).

Der Blühbeginn der im Herbst gesäten Sorten lag im Mittel 36 Tage und am Standort Seebach 33 Tage vor jenem der im Frühjahr gesäten (Tab. 2). Die Blüte und der Beginn der Kornfüllungsphase des Winterleins fiel in beiden Versuchsjahren in einen Zeitpunkt mit guter Wasserverfügbarkeit, wohingegen der Sommerlein erst nach Mitte Juni, in einer Zeit mit höheren Temperaturen

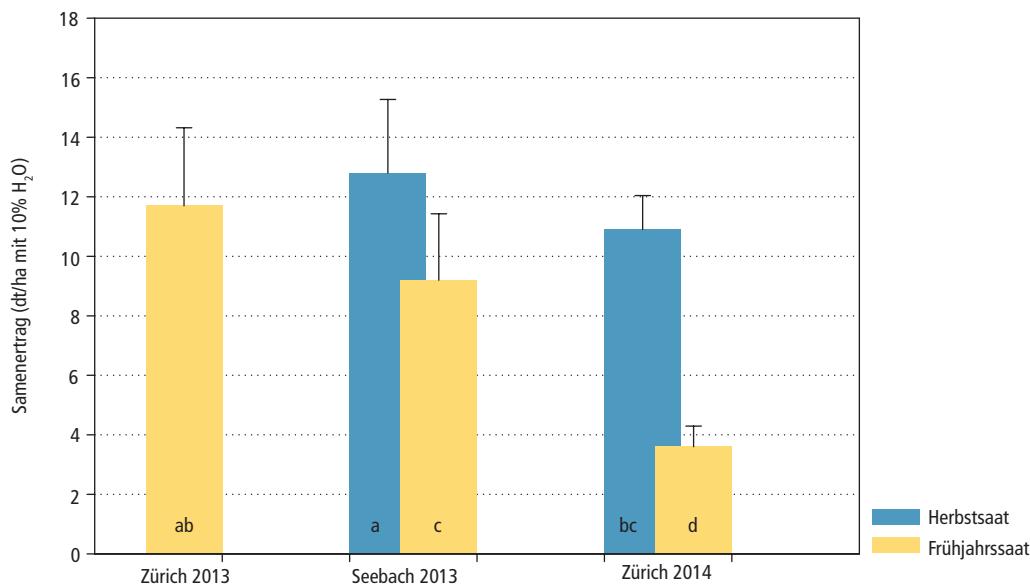


Abb. 2 | Samenertrag (dt/ha, Mittelwert der Ölleinsorten Alaska, Banquise, Iceberg und Everest) bei Herbst- beziehungsweise Frühjahrssaat an den Standorten Zürich (ÖLN) und Seebach (Bio) in den Jahren 2013 und 2014. Balken entsprechen den Standardabweichungen (n = 4). Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($P < 0,05$, Tukey HSD).

und insbesondere im Jahr 2013 mit weniger Niederschlag, in die Blüh- und Kornfüllungsphase kam. Da die Sorten in gleicher Saatdichte und auf der gleichen Parzelle ausgesät wurden, können diese Witterungsunterschiede zu einem gewissen Umfang direkt als ertragswirksam betrachtet werden. Weiter wurde beobachtet, dass im Frühjahr gesäte Pflanzen weniger lang wurden (Tab. 2). Insbesondere im Jahr 2014 am Standort Zürich waren die Pflanzen sehr kurz und die Bestandeshöhe betrug Ende Blüte lediglich 37–42 cm. Obwohl das TKG vor allem durch die Sorte beeinflusst und bei Iceberg am grössten und bei Alaska am kleinsten war, hatte auch der Saattermin einen Einfluss. Gemittelt über alle Sorten und beide Standorte war das TKG bei der Herbstsaat rund 0,5 g höher als bei der Frühjahrssaat.

Insgesamt wurden signifikante Unterschiede zwischen den Sorten beobachtet, die Rangfolge der Sorten war aber

nicht immer dieselbe (Abb. 3). Je nach Saattermin und Standort wurden 1 bis 5,5 dt Öl pro Hektar produziert. Der Aussaattermin beeinflusste die verschiedenen Fettsäuren nur in geringem Umfang (Abb. 4). Auch die Unterschiede zwischen den vier Sorten waren gering und alle Sorten wiesen α -Linolensäuregehalte im Öl von 55–61 % auf. Die nächstwichtigen Fettsäuren waren die Ölsäure und die Linolsäure mit je 17 beziehungsweise 14 % im Öl.

Im Vergleich zu Untersuchungen mit Sommerölleinsorten aus früheren Jahren (33–40 % Ölgehalt) wiesen die untersuchten winterharten Sorten mit Werten von 43–49 % sehr hohe Ölgehalte auf (Hiltbrunner *et al.* 2009). Einzige Ausnahme war die Frühjahrssaat im Jahr 2014 mit Ölgehalten zwischen 36 und 38 %. Wird der Öltertrag betrachtet, so kann nebst Iceberg auch Banquise als interessante Sorte für den Herbstanbau erwähnt werden.

Tab. 2 | Blühbeginn, Pflanzenlänge, Samenertrag, Wassergehalt der Samen bei der Ernte und Tausendkorngewicht (TKG) der Ölleinsorten Alaska, Banquise, Everest und Iceberg bei einer Herbst- und Frühjahrssaat am Standort Seebach (2013).

	Herbstsaat					Frühjahrssaat				
	Alaska	Banquise	Everest	Iceberg	Mittelw.	Alaska	Banquise	Everest	Iceberg	Mittelw.
Blühbeginn	18.05.	16.05.	16.05.	18.05.	17.05.	20.06.	19.06.	19.06.	18.06.	19.06.
Pflanzenlänge [cm]	69	65	66	75	68,8	55	53	51	59	54,5
Ertrag [dt/ha mit 10% H ₂ O]	12,2	13,9	10,7	14,3	12,8	9	10,3	8	9,7	9,3
Wassergehalt bei Ernte [%]	6,3	6,3	6,5	5,9	6,3	12,8	13,5	17,2	16,2	14,9
TKG [g]	6,3	6,6	6,4	6,8	6,5	6	6,2	6,1	6,8	6,3

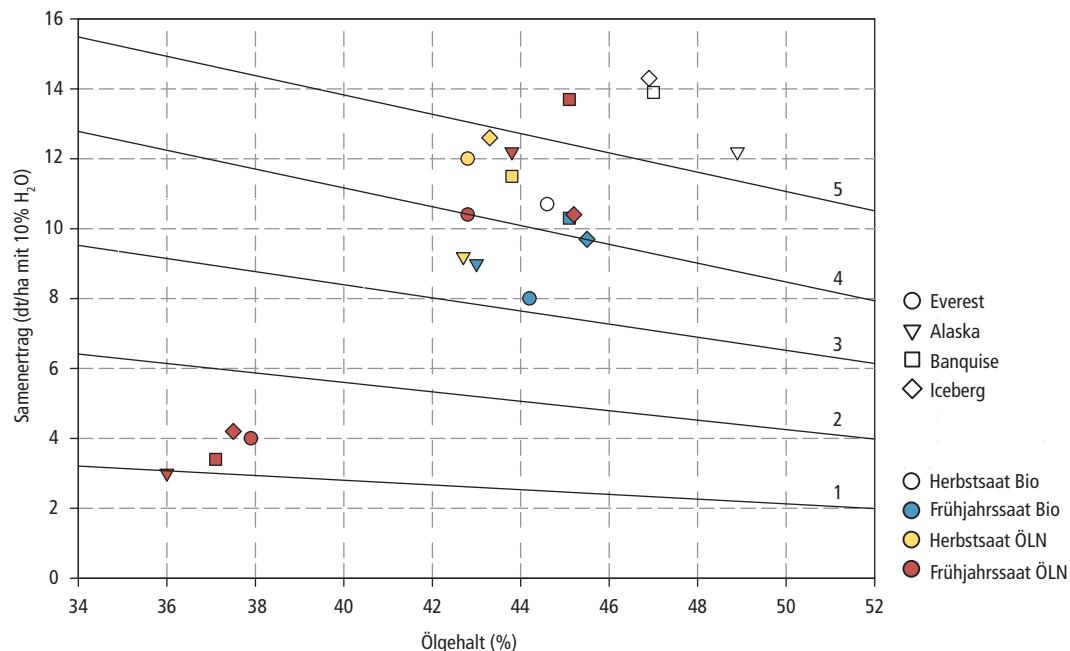


Abb. 3 | Samenertrag (dt/ha) und Ölgehalt (%) der Sorten Everest, Alaska, Banquise und Iceberg bei Herbst- respektive Frühjahrssaat an den Standorten Seebach (Bio) und Zürich (ÖLN) in den Jahren 2013 und 2014. Isolinien 1–5 entsprechen den Ölerträgen (dt/ha).

Korrekt Schwaddrusch reduziert den Ertrag nicht...

Unter Biobedingungen wurde in Urdorf 2012 mit dem Schwaddrusch der Ertrag – auf einem vergleichsweise tiefen Niveau – signifikant erhöht (Abb. 5), während er 2013 am Standort Seebach verringert wurde. Unter ÖLN-Bedingungen wurde der Samenertrag durch den Schwaddrusch nicht negativ beeinflusst. Die Ertragsminde rung am Standort Seebach lässt sich durch den gerin gen Unkrautdruck und den vergleichsweise späten Schwadtermin erklären. Die in der Abreife bereits weit fortgeschrittenen Kapseln kamen am Boden zu liegen und wurden nicht wie im Versuch in Urdorf im Unkraut abgelegt. Dadurch konnten sie mit dem verwendeten

Mähtisch nicht mehr verlustfrei aufgenommen werden. Dass rechtzeitiges Schwad den Ertrag nicht mindert, wurde auch für Raps gezeigt (Haile *et al.* 2014). Anhand der Halmprobe kalkulierte Ernteverluste deuten darauf hin, dass bei einem Schwadlegen eines bereits gut ab gereiften Leinbestandes die Ernteverluste rund 10 % höher ausfallen, als wenn der Schwad frühzeitig durchgeführt wurde. Im letzteren Fall waren die Verluste vergleichbar mit dem Direktdrusch (Daten nicht gezeigt).

... und hilft Trocknungskosten sparen

Der Wassergehalt konnte mit dem Schwaddrusch im Vergleich zum Direktdrusch in allen vier Versuchen signifi-

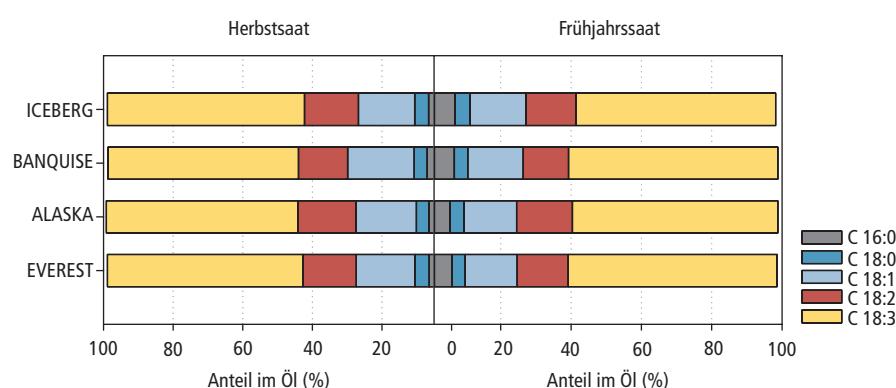


Abb. 4 | Anteil der Palmitinsäure (C16:0), Stearinsäure (C18:0), Ölsäure (C18:1), Linolsäure (C18:2) und α -Linolensäure (C18:3) im Öl der vier Sorten Everest, Alaska, Banquise und Iceberg mit Herbst- respektive Frühjahrssaat am Standort Zürich (ÖLN) im Jahr 2014.

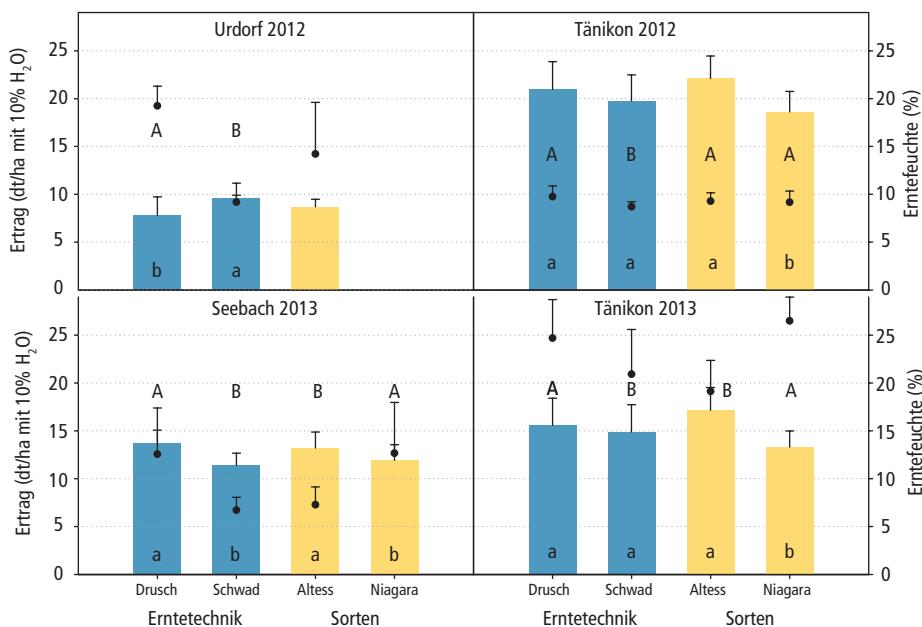


Abb. 5 | Samenertrag (dt/ha, Säulen) und Wassergehalt zum Zeitpunkt der Ernte (%, Punkte) der Sommer-Öleinsorten Altess und Niagara bei Schwad- und Direktdrusch an vier Standorten in den Jahren 2012 und 2013. Linien entsprechen den Standardabweichungen. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen den beiden Verfahren der Erntetechnik beziehungsweise der beiden Sorten: Kleinbuchstaben für Ertrag, Grossbuchstaben für Wassergehalt zum Zeitpunkt der Ernte ($P < 0,05$, Tukey HSD).

kant reduziert werden – je nach Ausgangsfeuchte unterschiedlich stark (Abb. 5). Der grösste Effekt wurde 2012 in Urdorf mit einer Reduktion von 19 auf 9 % beobachtet. Aber auch 2013 bewirkte das Schwadlegen eine Reduktion des Wassergehaltes in beiden Versuchen um 6 %.

Mit dem Schwadlegen des Leins können, sofern dies zum optimalen Zeitpunkt und bei sorgfältiger Arbeitsweise erfolgt, die Wassergehalte bereits bei einer Trocknungszeit von 24 Stunden signifikant gesenkt werden. Erfolgt das Schwadlegen von wenig abgereiften Beständen (Tänikon 2013), so ist eine Nachtrocknung am Schwad von dieser Dauer nicht ausreichend. Ist nur wenig Biomasse von Begleitarten vorhanden und aufgrund der Wettervorhersage die Trocknungszeit am Schwad nur kurz oder die Abreife bereits an den stehenden Pflanzen gut fortgeschritten (Bsp. Tänikon 2012), dann bringt ein Schwaddrusch keinen Vorteil (Brown *et al.* 1999; Flax Council of Canada 2014). In diesen Fällen steht die Einsparung der Trocknungskosten im Missverhältnis zum Arbeitsaufwand.

Zu tiefe Saatdichte kann Ertrag schmälern...

Die mittlere und hohe Saatdichte führten zu einen signifikant höheren Ertrag als die tiefste Saatdichte, unterschieden sich aber untereinander nicht (Abb. 6). Die Unterschiede zwischen der tiefsten und höchsten Saatdichte waren aber nicht grösser als die Unterschiede zwischen den drei untersuchten Sorten.

In der tiefen Saatdichte (250 Samen/m²) konnten die Pflanzen eine Ertragsminderung nicht durch die Bildung von zusätzlichen Seitentrieben und eine entsprechende Anzahl von daran gebildeter Kapseln auffangen, wobei bei einer Erhöhung der Saatdichte von 500 auf 750 Samen/m² kein weiterer Ertragszuwachs beobachtet werden konnte (Pageau *et al.* 2006). Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Anzahl Kapseln pro Pflanze reduziert wurde, und sich die Blätter gegenseitig stärker beschatteten. Damit wurde die Effizienz der Blattfläche reduziert, und die Blätter sind früher abgefallen (Casa *et al.* 1999), was zu einer Verkürzung der optimalen Assimilationszeitdauer führte. Insbesondere unter Biobedingungen sollte die Saatdichte nicht zu tief gewählt werden, damit einerseits der Ertrag nicht negativ beeinflusst, aber auch die Entwicklung von Begleitarten durch den grösseren Lichteinfall nicht begünstigt wird (Griselda *et al.* 2007).

... und Abreife verzögern

Der Wassergehalt zum Zeitpunkt der Ernte war bei den Verfahren mit höheren Saatdichten tiefer als bei der tiefsten Saatdichte (Abb. 6). Dass dichtere Bestände früher erntereif sind als weniger dichte Bestände, konnte auch in anderen Versuchen festgestellt werden (Pageau *et al.* 2006). Dies kann durch gegenseitige Konkurrenz um Licht, Raum und Nährstoffe verursacht werden, die zu einer früheren Einstellung der Blüte und der damit

➤

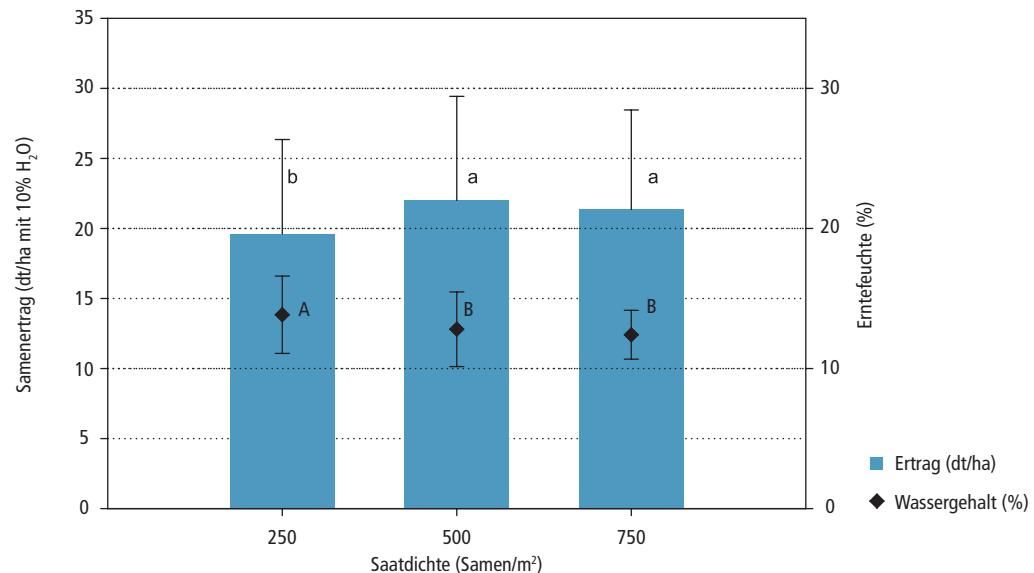


Abb. 6 | Mittlerer Samenertrag (dt/ha, Mittelwert der drei Sorten Altess, Niagara und Réctal) und Wassergehalt (%) zum Zeitpunkt der Ernte bei drei verschiedenen Saatdichten (250, 500, 750 Samen/m²). Die Werte basieren auf vier Versuchen (zwei Standorte in den Jahren 2009 und 2010) unter biologischer Bewirtschaftung. Linien entsprechen den Standardabweichungen. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede ($P < 0,05$, Tukey HSD).

verbundenen geringeren Spannweite von Reifezuständen der Kapseln an einer Pflanze führt.

Obwohl im vorliegenden Fall mit zunehmender Saatdichte keine erhöhte Lagerneigung beobachtet werden konnte, kann dies unter bestimmten Umständen der Fall sein (Pageau *et al.* 2006).

(ca. 60 kg/ha) bessere Erträge erzielt wurden als mit 250 Samen/m². Zu tiefe Saatdichten bergen insbesondere bei der Erwartung eines schlechten Feldaufgangs oder aber hohem Unkrautdruck im Biolandbau ein grosses Risiko für tieferre Erträge. In diesen Fällen sollten eher höhere Saatdichten gewählt werden. ■

Schlussfolgerungen

Der Anbau von neueren Winterölleinsorten ist gut möglich, und es sind im Vergleich zum Sommeröllein am gleichen Standort höhere Erträge realisierbar. Obwohl mehrere Vorteile für den Anbau von Winteröllein sprechen, ist zu bedenken, dass die Ernte früher als beim Sommeröllein stattfindet und somit in die Zeit der Getreideernte fällt.

Der in der Praxis bereits praktizierte Schwaddrusch wies in den Versuchen bezüglich Ertrag im Vergleich zum Direktdrusch keinen Nachteil auf – Verluste durch die zusätzlichen Arbeitsschritte blieben marginal. Durch die Feldtrocknung konnten aber die Wassergehalte signifikant gesenkt werden. Dies kann insbesondere in Beständen mit einem erhöhten Unkrautdruck oder bei langsam abreifenden Beständen (z. B. Nachblühen) ein Vorteil sein.

Aus den durchgeführten Versuchen mit unterschiedlichen Saatdichten kann abgeleitet werden, dass mit Saatdichten zwischen 500 (ca. 40 kg/ha) und 750 Samen/m²

Dank

Wir danken der Stiftung Hauser (Weggis) und der BioSuisse für die finanzielle Unterstützung sowie den Landwirten der Versuchsstandorte (Familien Götsch, Weidmann und Spahn) für die gute Zusammenarbeit. Das Saatgut wurde freundlicherweise von den Züchtern zur Verfügung gestellt und die Bestimmung der Ölgehalte und Fettsäremuster im Labor von Laboulet Semences (Airaines, F) durchgeführt.

Riassunto

Approcci per ottimizzare la coltivazione del lino da olio in Svizzera

Nonostante i contributi per la trasformazione dei semi oleosi, in Svizzera il lino è rimasto una pianta da olio poco rilevante. Nell'agricoltura biologica, tuttavia, negli ultimi anni si è riusciti a estendere notevolmente la superficie coltivata. Perseguendo l'obiettivo di migliorare la stabilità della resa, tramite prove su piccoli appezzamenti si sono confrontati semi autunnali e primaverili nonché due differenti tecniche di raccolta (trebbiatura diretta e trebbiatura in andana); sono inoltre state sperimentate diverse densità di semina. Con la semina, in autunno, di varietà resistenti alle temperature rigide si sono ottenute rese superiori rispetto ai semi primaverili. Le composizioni in acidi grassi sono state poco influenzate dal momento della semina; nell'olio delle varietà analizzate Everest, Alaska, Banquise e Iceberg è stato rilevato un tenore in acido linolenico tra il 55 e il 61 per cento. Con il deposito in andana si è potuto ridurre il contenuto d'acqua nel raccolto, in particolare in caso di maggiore presenza di piante infestanti. In tre prove su quattro non si è osservato nessun effetto negativo sulla resa dovuto all'andana. Le tre varietà Altess, Niagara e Réctal hanno reagito analogamente alle tre diverse densità di semina, delle quali la più bassa (250 semi/m²) ha portato a una resa inferiore e contemporaneamente a un maggiore contenuto d'acqua nel raccolto. Attraverso la scelta della densità di semina ottimale, una tecnica di raccolta adeguata alle condizioni del campo e, ove fattibile dal punto di vista tecnico della rotazione delle colture, la coltivazione di lino da olio invernale, è possibile apportare un contributo fondamentale al successo della coltura del lino.

Literatur

- Brown J., Davis J., Erickson D. & Brown A., 1999. Effects of Swathing on Yield and Quality of Spring Canola in Northern Idaho. *Journal of Production Agriculture* **12** (1), 33–37.
- Casa R., Russel G., Cascio B. & Rossini F., 1999. Environmental effects of linseed (*Linum usitatissimum* L.) yield and growth off lax at different stand densities. *European Journal of Agronomy* **11**, 267–278.
- Diepenbrock W. & Pörksen N., 1992. Effect of stand establishment and nitrogen fertilization on yield and yield physiology of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Industrial Crops and Products* **1** (2–4), 165–173.
- EZV, 2014. Schweizerische Aussenhandelsstatistik. Eidgenössische Zollverwaltung, Bern. Zugang: <http://www.swiss-impex.ezv.admin.ch/> [1.4.2015].
- Flax Council of Canada, 2014. Growing Flax, Harvesting. Zugang: <http://www.flaxcouncil.ca/english/index.jsp?p=growing10&mp=growing> [9.4.2014].
- Frick C., Gutherpfel N. & Hebeisen T., 2004. Nachwachsende Rohstoffe in der Schweiz: eine Übersicht. Bericht z. H. von IENICA, dem interaktiven europäischen Netzwerk für Industriepflanzen und deren Anwendungen. Agroscope FAL Reckenholz, Zürich.
- Griselda E., Sanchez-Valduvi S. & Santiago J., 2007. Effect of Different Sowing Patterns of Oil Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Crop on *Brassica* sp. as a Strategy for Sustainable Weed Management. *Biological Agriculture and Horticulture: An International Journal for Sustainable Production Systems* **25** (2), 123–131.

Summary**Approaches for optimising linseed cultivation in Switzerland**

Despite state financial support (oilseed payments) for linseed, linseed is still a fairly insignificant oilseed crop in Switzerland. Over the last few years, however, the area under organic cultivation of this crop has been significantly expanded. With the aim of improving yield stability, in small-plot trials, comparisons of autumn vs. spring sowing and of two different harvesting techniques – direct threshing and threshing after swathing – as well as comparisons of three seeding densities were conducted. The sowing of winter-hardy varieties in autumn achieved higher yields than did the spring sowing. The fatty-acid profile was influenced only slightly by the sowing date, and the studied varieties – Everest, Alaska, Banquise and Iceberg – exhibited linolenic-acid contents in oil of between 55 % and 61 %. With swathing, especially where weed infestation was high, it was possible to reduce the water content in the harvested crop. In three out of four experiments, no disadvantage in terms of yield was observed from swathing. The three varieties Altess, Niagara and Réctal reacted similarly to the three different seeding densities, with the lowest seeding density (250 seeds/m²) leading simultaneously to a lower yield and a higher water content at harvest. Choosing the optimal seeding density, employing a harvest technique corresponding to field conditions, and – where possible in terms of crop rotation – cultivating winter-hardy linseed varieties can all make a substantial contribution to successful linseed cultivation.

Key words: *linseed, Linum usitatissimum* L., organic farming, seeding density, swathing, direct threshing, fall seeded varieties.

- Haile T., Gulden R. & Shirliffe S., 2014. On-farm seed loss does not differ between windrowed and direct-harvested canola. *Canadian Journal of Plant Science* **94** (5), 785–789.
- Hassan F., Leitch M & Abbas M., 2005. Effects of seeding densities and row spacing on yield and yield components of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Acta Agronomica Hungarica* **53** (3), 309–317.
- Hiltbrunner J., Hebeisen T., Hunziker H.R., Herzog C., 2009. Eignung von neuen Sommerölleinsorten für den Ökolandbau im Schweizer Mittelland. In: Werte - Wege – Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel, Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 11.–13. Februar 2009, ETH Zürich (Hrsg. J. Mayer *et al.*), S. 219–220. Zugang: http://orgprints.org/14365/1/Hiltbrunner_14365.pdf [6.5.2015].
- Pageau D., Lajeunesse J. & Lafond J., 2006. Effet du taux de semis et de la fertilisation azotée sur la productivité du lin oléagineux. *Canadian Journal of Plant Science* **86** (2), 363–370.
- Pellet D. & Vullioud P., 2004. Winter- und Sommerlein: eine bemerkenswerte Kultur. *Agrarforschung Schweiz* **11** (8), 1–8.
- R Core Team, 2014. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Wien.