

Pflanzen

Stickstoffdüngung bei neuen Kartoffelsorten: Ertrag und Qualität

Brice Dupuis¹, Werner Reust¹, Thomas Hebeisen² und Theodor Ballmer²

¹Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Eidgenössische Forschungsanstalt für Pflanzenbau, CH-1260 Nyon

²Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich

Auskünfte: Brice Dupuis, E-Mail: brice.dupuis@acw.admin.ch, Tel. +41 22 363 47 48

Zusammenfassung

Von 2005 bis 2007 untersuchten Agroscope ACW und ART in Feldversuchen an den Standorten Changins (VD) und in Zürich-Reckenholz den sortenspezifischen N-Bedarf von Lady Felicia, Derby, Victoria, Innovator und Marlen. Die gedüngten N-Mengen variierten von 0 bis 200 kg N/ha und wurden in mehreren Teilgaben ausgebracht. Obwohl sich die Sorten in ihrer Ertragsleistung stark unterscheiden, reagierten sie auf die zunehmende N-Düngung mit einer sehr ähnlichen Ertragssteigerung. Die höchsten Knollenerträge wurden in Changins erst bei 160 kg N/ha erreicht, während in Reckenholz durch die Zufuhr von organischer Düngung vor der Pflanzung bereits eine N-Gabe von 80 kg für Maximalerträge ausreichte. Deutlich höhere N_{\min} -Gehalte im Frühjahr könnten für diesen Standortsunterschied verantwortlich sein. Ein verbessertes N-Angebot vergrössert im Allgemeinen den Marktwarenertrag und auch den Anteil an übergrossen Knollen am Gesamtertrag. Die Sorte Derby, die nur in Changins angebaut wurde, zeigte eine gute N-Ausnutzung: N-Gaben über 80 kg N/ha bewirkten keine signifikante Ertragssteigerung im Kaliber 42,5-70 mm. Das zusätzliche N-Angebot beeinflusste weder die Speise- noch die Verarbeitungsqualität. Die Stickstoffdüngung hatte wenig Einfluss auf den Stärkegehalt: entweder änderte sich dieser Gehalt nur unbedeutend, oder er wurde schon bei geringer N-Düngung festgelegt.

Die Kartoffelkultur spezialisiert sich mehr und mehr, die Anzahl der Produzenten in unserem Land geht jedoch ständig zurück. Letztere orientieren sich immer stärker am Markt und schliessen Verträge mit der Verarbeitungsindustrie, dem Handel und den Verteilern ab. Neben dem vom Bund vorgeschriebenen ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) stellen die Grossverteiler zusätzliche Anforderungen zur Erteilung der Label Suisse Garantie und SwissGap, die der Guten Landwirtschaftlichen Praxis auf europäischem Niveau (Eurep-Gap) entsprechen. Diese Labels schreiben Normen und eine Produktionsethik vor, die auch eine auf die verschiedenen Produktionsarten, Sorten usw. ausgerichtete Düngung beinhalten. Dem Schutz des Grundwassers, der Wasserläufe und der Seen vor Schadstoffen wie Nitrat und Phosphor kommt in der Schwei-

zer Agrarpolitik eine zentrale Rolle zu.

Die Kartoffel, deren Vegetationszeit relativ kurz ist, erfordert zur Förderung der mikrobiellen Aktivität und Stickstoffmineralisierung bei der Bestellung der Kulturen im Frühling und bei der Ernte eine grosse Bodenbearbeitung. Besonders während der ersten Wachstumsphase benötigt die Kartoffel viel leicht assimilierbaren Stickstoff. Das Wurzelsystem der Kartoffel ist nicht sehr leistungsfähig und zwischen den Sorten bestehen grosse Unterschiede (Reust *et al.* 2006). Agria beispielsweise kommt mit einem mineralischen Stickstoff von 70-90 kg pro Hektar aus, die Sorte Charlotte benötigt hingegen für eine optimale Ernte 140-160 kg N/ha. In Frankreich realisierte Arbeiten (Schwartz *et al.* 2005) über die Aufnahme von Mineralstoffen bei einigen Acker-

bausorten bestätigen den hohen Stickstoff- und Kaliumbedarf der Kartoffel. Die hier vorgestellten Versuche bezwecken die Ermittlung der optimalen Stickstoffzufuhr für kürzlich in die empfohlene Sortenliste aufgenommene Kartoffelsorten. Der mögliche Einfluss von Stickstoff auf die Speise- und Verarbeitungsqualität wird ebenfalls untersucht. Diese Faktoren werden normalerweise kaum durch die Stickstoffdüngung beeinflusst (Reust *et al.* 2006).

Material und Methoden

Von 2005 bis 2007 fanden auf den Betrieben von Changins/Nyon (VD) und Reckenholz (ZH) Parallelversuche statt. Die Grunddüngung erfolgte gemäss Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau (Tab. 1; Ryser *et al.* 2001).

Auf den Parzellen von Changins erfolgte nach dem Getreide als organische Düngung eine Gründüngung (Senf). In Reckenholz

Tab. 1. Niederschläge und Bewässerung von der Pflanzung bis zur Ernte

	Nieder- schläge (mm)	Bewässe- rung (mm)
Changins		
2005	424	90
2006	348	120
2007	624	-
Reckenholz		
2005	683	-
2006	860	-
2007	861	-

wurden 25 t/ha Hofdünger ausgebracht. Die Phosphor- und Kaliumreserven waren ausreichend. Die Pflanzungen erfolgten zwischen dem 1. April und Mitte April. Jede einzelne Parzelle bestand aus 50 Pflanzen. In einer Split-Plot-Anlage wurden die Versuche vier Mal wiederholt. Die grossen Parzellen wiesen unterschiedliche Düngungsgrade auf, die kleinen Parzellen wurden mit den verschiedenen erforschten Sorten angepflanzt. Die statistischen Analysen erfolgten mit der Software STATISTICA (Statsoft®).

Mit den Ergebnissen wurde eine Varianzanalyse vorgenommen und anschliessend ein multipler Vergleichstest mit der Newman und Keuls-Methode bei einem Signifikanzgrad $p = 0,05$ durchgeführt. Dieser Test ermöglicht die Klassierung der Mittelwerte pro Homogenitätsgruppe.

Stickstoffdüngungsverfahren und Aufteilung

- 1 = 0 kg N/ha
- 2 = 80 kg N/ha (80 + 0 + 0)
- 3 = 120 kg N/ha (80 + 40 + 0)
- 4 = 160 kg N/ha (80 + 80 + 0)
- 5 = 200 kg N/ha (80 + 80 + 40)

Die Stickstoffgabe (Ammoniakalpeter) wurde aufgeteilt. Die erste Gabe fand zum Zeitpunkt der Pflanzung statt, die zweite, als die Pflanzen 10 – 15 cm lang waren, und die dritte vor der kompletten Bedeckung des Bodens.

Untersuchte Sorten

- Innovator und Victoria, mittelfrühe bis spätreife Sorten für die Pommes-Frites-Verarbeitung
- Marlen, mittelfrüh bis spätreif zur Chipsverarbeitung
- Lady Felicia, frühreife Sorte für die Pommes-Frites-Verarbeitung
- Derby, frühreife Speisekartoffelsorte.

Die Sorten Lady Felicia und Derby wurden nur in Changins untersucht.

Niederschläge und Bewässerung

In Changins ist die Wasserbilanz der Kultur regelmässig defizitär. Besonders im Jahre 2006 betrug das Wasserdefizit bei der Kartoffel 250 mm und wurde teilweise durch Bewässerung kompensiert (Tab. 1). Beim Versuch in Reckenholz war diese Bilanz in allen Versuchsjahren positiv.

Beobachtungen

Die Erhebung der Bodenproben und die N_{min} -Untersuchungen erfolgten von Februar bis Oktober nach der Ernte. Die Grünfärbung des Laubs wurde mit dem N-Tester gemessen, der den Chlorophyllgehalt der Blätter bei unter-

schiedlichem Entwicklungsgrad anzeigt.

Über die ganze Saison der Kultur wurde die Reifung beobachtet. Bei der Ernte wurden der Gesamtertrag und der Ertrag pro Kaliber sowie der Stärkegehalt über die densimetrische Methode erfasst.

Während der Lagerung wurde die Frittierreignung des aus den Versuchen geernteten Materials geprüft.

Marktgängige Knollen wurden während fünf Monaten bei einer Temperatur von 8 °C und bei 95 % Luftfeuchtigkeit gelagert. Zwischen November und Dezember wurden jeweils zehn Knollen pro Verfahren zu Pommes Chips geschnitten und bei 170 °-Grad heissem Öl frittiert.

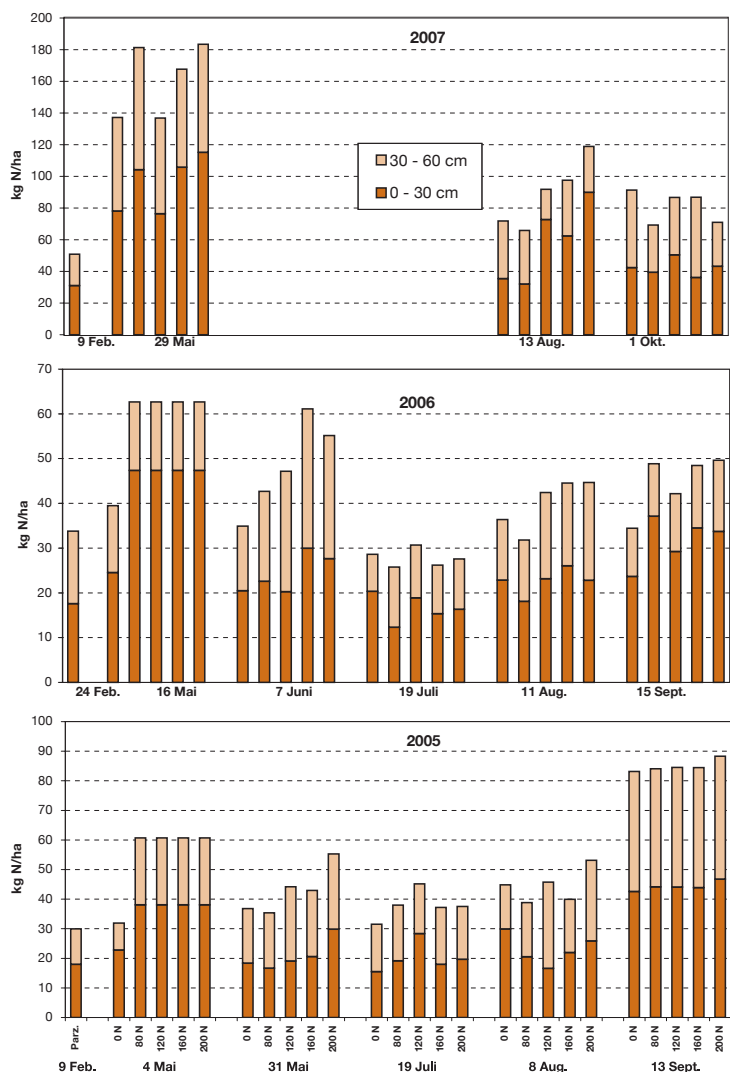


Abb. 1. Reserve an mineralischem Stickstoff (N_{min}) im Boden, ab Ende Winter bis Mitte September, nach der Ernte. Durchschnittswert für die fünf Sorten. Bodentiefe 0-30 cm und 30-60 cm, Standort Changins.

Tab. 2. Durchschnittswerte N_{\min} in Reckenholz, Düngungsverfahren 1 = 0 N

Datum	30.05.2005	26.05.2006	03.05.2007
0-30 cm	39,4	64,9	64,6
30-60 cm	30,4	26,1	19,2
0-60 cm	69,8	91	83,8

Die Backfarbe wurde gemäss EAPR-Schema visuell beurteilt.

Mineralische Bodenstickstoffreserven

In Changins sind die mineralischen Stickstoffreserven (N_{\min}) Ende des Winters relativ gering und liegen zwischen 30 und 50 kg N/ha (Abb. 1). Im Laufe der Saison steigt der Stickstoffgehalt des Bodens mit den Beigaben und der Mineralisierung des organischen Materials. Darauf wird der Stickstoff während des Sommers von den Pflanzen stark ausgenutzt. Im Jahre 2005 steigt der Stickstoff Ende der Saison, als keine Ausnutzung durch die Pflanzen mehr erfolgt und der Boden bei der Ernte durchmischt

wird. Die N_{\min} -Werte in Reckenholz schwanken bei Parzellen ohne mineralische Stickstoffdüngung von anfangs bis Ende Mai je nach Versuchsjahr zwischen 70 kg und 90 kg N/ha (Tab. 2).

Grünfärbung der Blätter

Die mit dem N-Tester gemessene Grünfärbung der Blätter ist in erster Linie sortenbedingt. Die Untersuchung der Daten der drei Versuchsjahre in Changins zeigt, dass sich alle Varianten durch ihre Blattfarbe unterscheiden. Marlen, Victoria, Innovator, Derby und Lady Felicia weisen das dunkelste Laub auf (Abb. 2). Diese kurz nach der letzten Stickstoffgabe erhaltenen Werte hängen eng mit dem Stickstoffgehalt der Blätter zusammen. Vergleicht man die Grünfärbung der Sorten von einem Jahr zum anderen, sind die Werte unterschiedlich: Im Jahre 2006 ist die Grünfärbung am stärksten (656), im Jahre 2007 mittel (589) und im Jahre 2005

am schwächsten (571). Diese Wertschwankungen sind auf eine unterschiedliche Sonnenbestrahlung in den drei Jahren zurückzuführen (Reust *et al.* 2006). Die Stickstoffdüngung beeinflusst auch die Grünfärbung in positiver Weise. Die Werte von Lady Felicia, Derby, Innovator und Marlen bleiben ab 120 kg N/ha ziemlich stabil, während sie bei Victoria bis 160 kg N/ha schrittweise zunehmen. Es scheint jedoch schwierig, aufgrund der jährlichen Schwankungen durch Sonnenbestrahlung und anderweitigem Nährzustand der Pflanzen (K, Mg, insbesondere S) (Pellet, comm. pers.) einen Referenzwert für jede Sorte festzulegen.

Kartoffelkrautreife

Vor der Krautentfernung wurde die Reife des Kartoffelkrauts bonitiert. In Changins verlängerte die Stickstoffdüngung die Vegetationszeit nur bei der Sorte Victoria, und dies nur mit der höchsten Dosis (200 kg N/ha). Für diese Beobachtung der Reife lauteten die Signifikationsgrade der Faktoren der Varianzanalyse wie folgt:

Jahr ($p < 0,001$), N-Grad ($p < 0,001$), Jahr x N-Grad ($p = 0,003$), Sorte ($p < 0,001$), Jahr x Sorte ($p < 0,001$), Sorte x N-Grad ($p < 0,001$), Jahr x Sorte x N-Grad ($p < 0,001$).

Abb. 2. Intensität der Grünfärbung der Blätter je nach Sorte und Stickstoffdüngung (Messung mit dem N-Tester in Changins, Durchschnitte 2005-2007). Der Signifikanzgrad der Faktoren der Varianzanalyse lautet: Jahr ($p < 0,001$), N-Grad ($p < 0,001$), Jahr x N-Grad ($p < 0,001$), Sorte ($p < 0,001$), Jahr x Sorte ($p < 0,001$), Sorte x N-Grad (n.s.), Jahr x Sorte x N-Grad (n.s.).

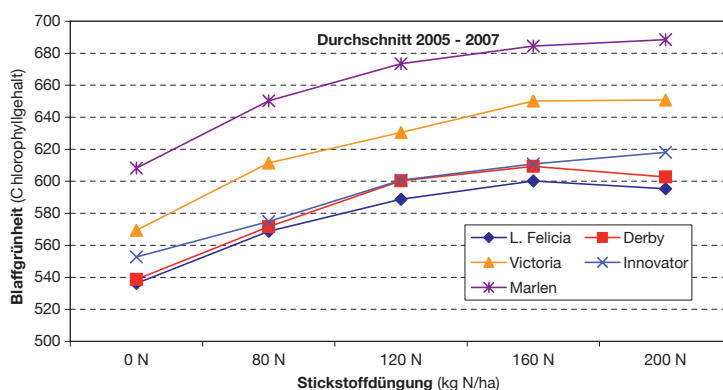
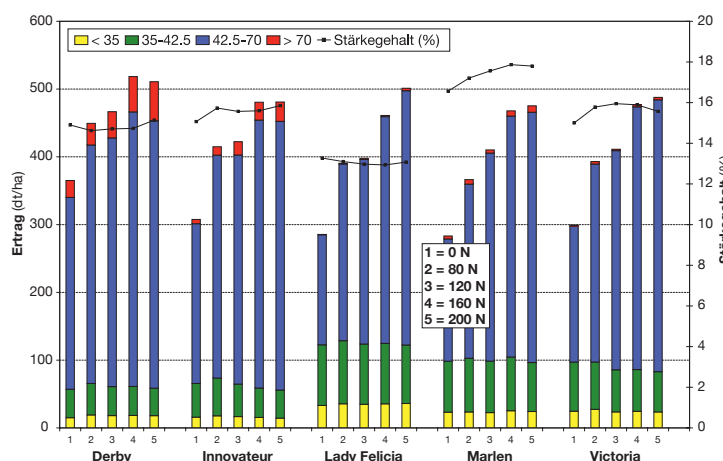


Abb. 3. Ertrag gemäss Kaliber und Stärkegehalt von fünf Kartoffelsorten in Changins je nach Stickstoffzufuhr, Durchschnittswerte 2005 bis 2007.



Ertrag

Die statistische Analyse zeigt, dass die Auswirkungen von Stickstoff auf den Gesamtertrag, die verschiedenen Kaliber und den Stärkegehalt von einem Standort zum anderen differieren (Tab. 3).

Was den Gesamtertrag in Changins anbelangt, so reagieren die verschiedenen getesteten Sorten in gleicher Weise auf die Stickstoffdüngung. Dieser Ertrag wird erst bei 160 kg N/ha (Abb. 3) erreicht.

Generell fördert der Stickstoff die marktgängigen Knollen (42,5-70 mm), aber auch jene mit einem Kaliber von > 70 mm. In Changins verzeichnete die Sorte Derby keinen signifikanten Ertragszuwachs (marktgängiges Kaliber 42,5-70 mm) über 80 kg N/ha, während bei den anderen getesteten Sorten 160 kg N/ha nötig sind, um das Maximum der marktgängigen Kaliber zu erzielen. Derby scheint den Stickstoff für einen optimalen Ertrag bei den interessanten Kalibern gut auszunutzen. Die Sorten mit grossen Knollen wie Derby und Innovator zeigen je nach Stickstoffdüngung eine Zunahme des Ertrags bei über 70 mm grossen Kalibern. Bei Innovator wird der optimale Ertrag bei über 70 mm grossen Kalibern bei 120 kg N/ha erzielt, während dies bei Derby ab 160 kg N/ha der Fall ist.

In Reckenholz ist die Situation weniger kontrastreich. Bei allen Sorten nimmt der maximale Gesamtertrag über 80 kg N/ha nicht signifikant zu (Abb. 4). Mit einigen Ausnahmen wird der Maximalertrag bei Kalibern von 42,5-70 mm und > 70 mm ebenfalls bei 80 kg N/ha erreicht.

Die drei an den zwei Standorten getesteten Sorten Innovator, Marlen und Victoria zeigen, dass diese Sorten von einem Standort zum anderen sehr unterschiedlich auf die Stickstoffdüngung ansprechen. In Changins braucht es durchschnittlich 160 kg N/ha, um den maximalen Gesamtertrag zu erreichen, gegenüber 80 kg N/ha in Reckenholz. Wie erklärt sich dieser Unterschied? Der Vergleich der beiden Ertragsentwicklungen dieser drei Sorten auf die Stickstoffdüngung an den Standorten Changins und Reckenholz zeigt, dass sich der Ertragsunterschied bei steigender Stickstoffdosis verringert. Ab 160 kg N/ha weichen diese beiden Kurven nicht mehr signifikant voneinander ab (Abb. 5). Dies könnte daran lie-

Tab. 3. Signifikanzgrad (p-Werte) der Faktoren der Varianzanalyse der Versuche in Changins und Reckenholz von 2005 bis 2007

Versuch	Faktoren ANOVA	Gesamtertrag	Ertrag 42,5 - 70 mm	Ertrag > 70 mm	% Stärke
Changins von 2005 bis 2007					
	Jahr	n.s.	< 0,001	< 0,001	0,011
	N-Grad	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	Jahr x N-Grad	n.s.	0,043	0,009	< 0,001
	Sorte	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	Jahr x Sorte	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	Sorte x N-Grad	n.s.	0,015	< 0,001	< 0,001
	Jahr x Sorte x N-Grad	n.s.	n.s.	n.s.	< 0,001
Reckenholz von 2005 bis 2007					
	Jahr	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	N-Grad	< 0,001	0,042	< 0,001	< 0,001
	Jahr x N-Grad	n.s.	0,031	< 0,001	n.s.
	Sorte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Jahr x Sorte	< 0,001	< 0,001	0,021	< 0,001
	Sorte x N-Grad	n.s.	n.s.	n.s.	0,017
	Jahr x Sorte x N-Grad	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s.: p > 0,05.

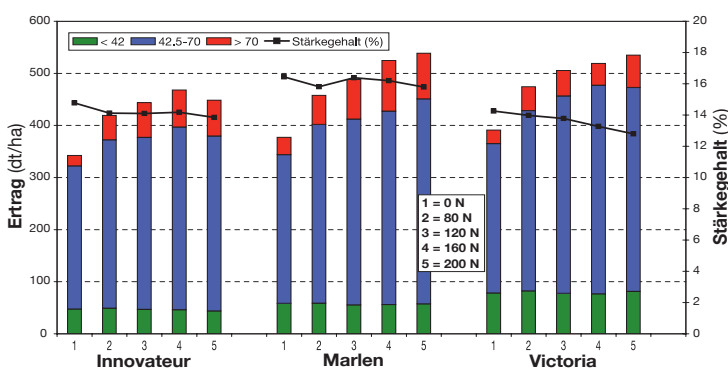


Abb. 4. Ertrag gemäss Kaliber und Stärkegehalt von drei Kartoffelsorten in Reckenholz je nach Stickstoffzufuhr, Durchschnittswerte 2005 bis 2007.

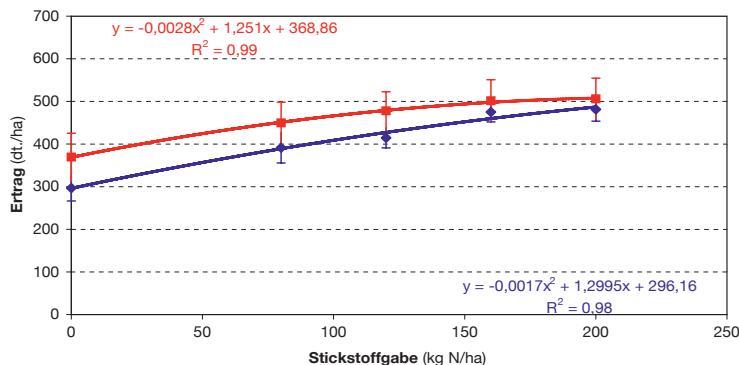


Abb. 5. Durchschnittlicher Gesamtertrag der Sorten Marlen, Victoria und Innovator je nach Stickstoffgaben für die Standorte Changins und Reckenholz. Der Signifikanzgrad der Faktoren der Varianzanalyse lautet: Standort (p = 0,003), N-Grad (p < 0,001), Standort x N-Grad (p = 0,162) mit Angabe des Standardfehlers (n = 4).

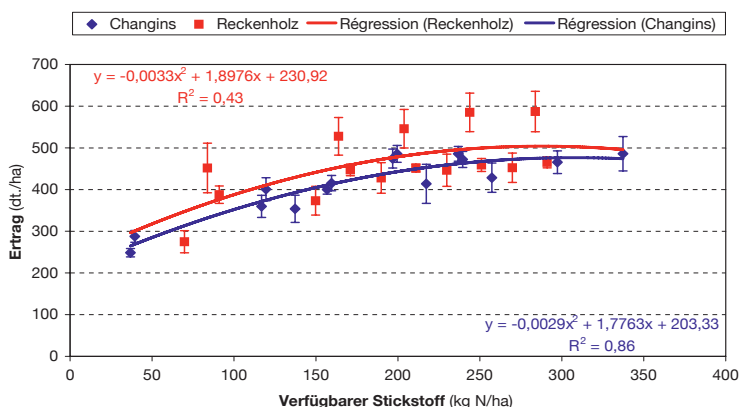
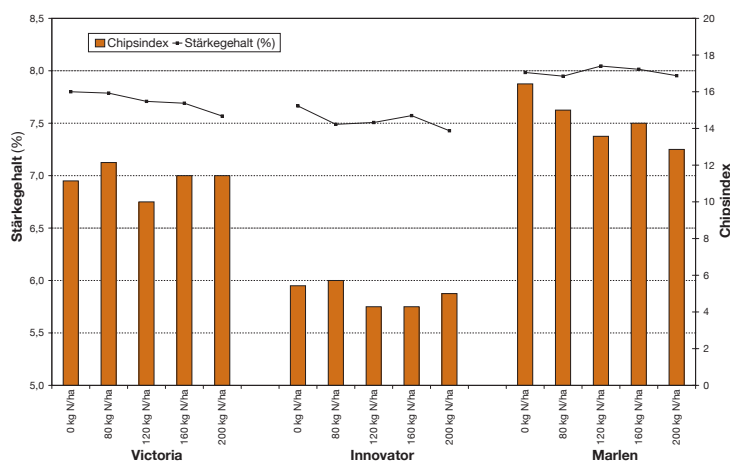


Abb. 6. Durchschnittlicher Gesamtertrag der Sorten Marlen, Victoria und Innovator je nach verfügbarem Stickstoff (ausgebrachter Stickstoff + N_{min}), Messung der stickstofffreien Kontrollorte im Monat Mai) für die Standorte Changins und Reckenholz. Auf der Grundlage einer linearen Gleichung des zweiten Grades vom Typ ax²+ bx+c lauten die Analysefaktoren der Varianz der Koeffizienten a, b und c: Jahr, Standort, Sorte und keiner der erhaltenen p-Werte sind signifikant.

Abb. 7. Entwicklung des Chipsindex und des Stärkegehalts je nach zugeführter Stickstoffdosis (Vergleich Reckenholz 2005; ein Chipsindex von 1 entspricht einer bedeutenden Verbräunung, ein Index von 9 einer goldenen Farbe). Der Signifikanzgrad der Faktoren der Varianzanalyse des Chipsindex lautet: N-Grad (n.s.), Sorte (< 0,001), Sorte x N-Grad (n.s.).



gen, dass die Böden von Reckenholz im Durchschnitt zu Beginn der Vegetationszeit stickstoffhaltiger sind als jene von Changins (Tab. 2 und Abb. 1). Ab 160 kg N/ha verringert sich nämlich der ursprüngliche Vorsprung von Reckenholz, da der Ertragszuwachs bei hohen Stickstoffgaben weniger gross ist. Der Ertrag kann auch je nach verfügbarem Stickstoff (N_{\min} -Wert des Monats Mai der Kontrollsorte ohne Stickstoff plus Stickstoffbeigabe) ausgedrückt werden. Der Unterschied zwischen den beiden betreffen-

den Kurven verringert sich sodann merklich. Ausserdem zeigt der Vergleich des statistischen Signifikanzgrads der Parameter dieser beiden Reaktionsverläufe, dass keine signifikanten Unterschiede bestehen. Sie sind also tatsächlich identisch (Abb. 6). Da dieses Ansprechen jedoch grossen jahresbedingten Schwankungen unterliegt, können auch andere Faktoren den Ertrag beeinflussen, wie beispielsweise die Nachwirkung des in Reckenholz ausgebrachten Hofdungers, die in Changins häufig beobachteten Wasserdefizite, die unterschiedliche Mineralisierung im Laufe der Saison und eventuell Unterschiede in Bezug auf das ausgepflanzte Pflanzgut. Es scheint also notwendig, die Stickstoffgaben der Sorte, aber auch dem bei Vegetationsbeginn in jeder Parzelle verfügbaren Stickstoff anzupassen, wie dies die N_{\min} -Methode vorschlagt (Sinaj *et al.* 2009).

Qualitätsmerkmal Stärkegehalt

Der **Stärkegehalt** ist ein für die Knollenqualitat, insbesondere für die technische Verarbeitung (Frites und Chips), aber auch für den Frischkonsum bestimmendes Merkmal, da er den Kochtyp als auch die Eignung zur Verarbeitung (Fettaufnahme, Knusprigkeit) beeinflusst. Allgemein führt ein zu hoher Stickstoff zu einer Abnahme des Starkegehalts (Chambenoit *et al.* 2002). Dies äu-

ssert sich deutlich in den Resultaten von Reckenholz, wo die Sorten Victoria und Innovator nach steigenden Stickstoffgaben signifikant an Stärke einbüssen (Abb. 4 und Tab. 3). In Changins wird das umgekehrte Phänomen beobachtet. Bei der Sorte Marlen nämlich steigt der Stärkegehalt und stabilisiert sich dann ab 120 kg N/ha. Bei Innovator und Victoria reicht eine Gabe von 80 kg N/ha, um den Stärkegehalt zu stabilisieren; dieser nimmt mit zusätzlichen Stickstoffgaben nicht mehr zu. Bei Derby und Lady Felicia variiert der Stärkegehalt je nach ausgebrachter Stickstoffdosis nicht signifikant (Abb. 3 und Tab. 3). Unter den Anbaubedingungen von Changins reagieren bestimmte Sorten auf eine zunehmende N-Zufuhr mit einem erhöheten Stärkegehalt. Diese Zunahmen sind jedoch bescheiden.

Mit den im Jahre 2005 in Reckenholz und im Jahre 2007 in Reckenholz und Changins geernteten Sorten Victoria, Innovator und Marlen wurden Frittterversuche durchgeführt. 2005 ist die Qualität der Sorte Innovator deutlich schlechter als jene der beiden anderen getesteten Sorten. Die Qualität der Chips hängt im gleichen Jahr unabhängig von der Sorte nicht signifikant von der zugeführten Stickstoffdosis ab (Abb. 7).

Im Jahre 2007 sind die in Changins und Reckenholz erzielten Ergebnisse miteinander vergleichbar. Die drei getesteten Sorten weisen unterschiedliche Chipsqualitaten auf. Die Sorte Marlen weist den besten Chipsindex auf, gefolgt von der Sorte Victoria und, wiederum, Innovator mit schlechteren Resultaten (Abb. 8). Anders als im Jahre 2005 entwickelt sich der Chipsindex der Sorte Marlen im Jahre 2007 je nach ausgebrachter Stickstoffdosis. Die Kartoffelchips aus ungedüngten Kartoffeln sind nämlich von besserer

Tab. 4. Resultate des Frittterttests von Changins und Reckenholz im Jahre 2007

Sorte	N-Grad (kgN/ha)	Durchschnittlicher Chipsindex (Backfarbe: 1= sehr dunkel, 9= sehr hell)
Innovator	0	5,8 a*
	80	5,4 a
	120	5,3 a
	160	5,3 a
	200	5,3 a
Victoria	0	7,0 b
	80	6,8 b
	120	6,7 b
	160	6,6 b
	200	6,5 b
Marlen	0	8,3 d
	80	8,1 cd
	120	7,9 cd
	160	7,9 cd
	200	7,8 c

Der Signifikanzgrad der Faktoren der Varianzanalyse lautet: Standort (n.s.), N-Grad ($p < 0,001$), N-Grad x Standort ($p = 0,024$), Sorte ($p < 0,001$), Sorte x Standort ($p < 0,001$), N-Grad x Sorte (n.s.), Sorte x N-Grad (n.s.), N-Grad x Sorte x Standort (n.s.).

* Homogenitatsgruppe gemäss Newmann und Keuls für $p < 0,05$. Verfahren mit gemeinsamen Buchstaben unterscheiden sich nicht.

Qualität als jene, denen 200 kg N/ha zugeführt wurden (Tab. 4).

Diese Versuchsserie erbringt keinen Nachweis grosser Chipsqualitätsunterschiede aufgrund der zugeführten Stickstoffdosis, im Gegensatz zu den Unterschieden zwischen den Sorten. Innovator eignet sich wenig für die Chipsherstellung, bestätigt aber ihre Eigenschaften für die Fritsherstellung. Im Gegensatz dazu weist aber die Sorte Victoria, ebenfalls für die Fritsherstellung bestimmt, ebenfalls einen guten Chipsindex auf. Dieser Unterschied zwischen den beiden Sorten ist wahrscheinlich auf ihren Gehalt an reduzierenden Zuckern bei Innovator zurückzuführen, denn ihr Stärkegehalt ist identisch.

Schlussfolgerungen

Der mineralische Stickstoff aus dem Boden wird von den Kartoffeln weitgehend in der Vegetationsperiode ausgenutzt; manchmal sammelt er sich nach der Ernte an.

Die Grünfärbung der Blätter variiert zwischen Sorten und Jahren, was die Festlegung von Referenzwerten zur Lenkung der Stickstoffdüngung erschwert.

Bezüglich Ertrag sprechen alle untersuchten Sorten positiv auf die Stickstoffgaben an. Je nach im Boden verfügbarem Stickstoff sorgt eine Zufuhr von 80 bis 160 kg N/ha bei den getesteten Sorten für einen Maximalertrag. Die Stickstoffdüngung fördert die Bildung von grossen Knollen.

Derby ist eine stickstoffgenügsame Sorte für die Produktion von marktüblichen Knollen (42,5-70 mm).

Die Stickstoffdüngung beeinflusst den Stärkegehalt der geernteten Knollen kaum.

Die Stickstoffdüngung hat kaum Auswirkungen auf die Chipsqualität. Hingegen wird diese durch die Sorte beeinflusst.

Literatur

Chambenoit C., Laurent F., Machet J.-M. & Scheurer O., 2002. Fertilisation de la pomme de terre. Guide pratique. ITCF, 91720 Boigneville, France, 128 p.

Reust W., 1995. Fumure azotée et qualité de trois nouvelles variétés de pommes de terre cultivées dans deux sites de Suisse romande. *Revue suisse Agric.* **27** (6), 319-323.

Reust W., Hebeisen T. & Ballmer T., 2006. Fumure azotée et nouvelles variétés de pommes de terre cultivées en Suisse. *Revue suisse Agric.* **38** (6), 309-313.

Ryser J.-P., Walther U. & Flisch R., 2001. Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages. *Revue suisse Agric.* **33** (3), 1-80.

Schwartz C., Muller J. C. & Decroux J., 2005. Guide de la fertilisation raisonnée. Editions France Agricole, 414 p.

Sinaj S., Richner W., Flisch R. & Charles R., 2009. Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages. *Revue suisse Agric.* **41** (1), 38.

RÉSUMÉ

Fertilisation azotée de nouvelles variétés de pommes de terre: rendement et qualité

Des essais de fumure azotée ont été réalisés avec les variétés Lady Felicia, Derby, Victoria, Innovator et Marlen de 2005 à 2007 sur les sites de Changins, VD et Reckenholz, ZH. Des apports d'azote minéral de 0 à 200 kg N/ha ont été fractionnés et appliqués depuis la plantation jusqu'au stade de couverture des plantes. Les variétés réagissent de manière assez semblable à la fumure azotée, on n'observe pas de croissance significative du rendement pour des apports supérieurs à 80 kg N/ha sur le site de Reckenholz et à 160 kg N/ha sur le site de Changins pour toutes les variétés testées. Cette différence s'explique principalement par le fait que les sols de Reckenholz sont en moyenne mieux pourvus en azote minéral au départ de la végétation. Si l'on s'intéresse à la répartition des calibres, on constate que le rendement de la variété Derby en calibre commercialisable (42,5 – 70 mm) n'augmente plus significativement pour des fumures supérieures à 80 kg N/ha sur le site de Changins. Cette variété semble bien exploiter l'azote pour maximiser son rendement en calibres commercialisables. De manière générale, l'azote favorise les tubercules du calibre marchand et les gros tubercules. L'azote a peu d'influence sur la teneur en amidon: en effet, soit cette teneur ne varie pas significativement, soit elle se stabilise déjà avec de faibles apports d'azote. La fumure azotée influence peu la qualité des pommes de terre destinées à la production de chips. Au vu de ces résultats, il apparaît nécessaire d'ajuster les apports en fonction de la variété mais également en fonction du stock d'azote minéral présent dans le sol à la plantation.

SUMMARY

Nitrogen supply of new potato varieties cultivated in Switzerland

Nitrogen fertilization trials were conducted in Switzerland with potato cultivars Lady Felicia, Derby, Victoria, Innovator and Marlen in Changins (VD) and Reckenholz (ZH). N Mineral fertilizer treatments varied from 0 to 200 kg N/ha, applied in one to three dressings from plantation until complete soil covering by the plants. The cultivars tested responded similarly to the nitrogen supply. Yield of the tested varieties didn't significantly increase by nitrogen application higher than 80 kg N/ha in Reckenholz and 160 kg/ha in Changins. This gap can be explained by the difference in mineral nitrogen status of soils at plantation; N mineral content is generally higher in Reckenholz at the beginning of the growing season. Focusing on tuber size of cultivar Derby, the yield of commercial tubers (size 42,5 – 70 mm) did not appear significantly increasing with N fertilization higher than 80 kg N/ha in Changins. Derby seems to have good N use efficiency. Generally, nitrogen improved the yield in commercial tubers and over-sized tubers. Nitrogen has little impact on starch tuber content. Indeed, only small variations of starch content could be observed with increased N supply. Nitrogen had limited impact too on tuber quality of the varieties dedicated to crisps production. As a conclusion, nitrogen supply has to be adapted to cultivars but also to soil mineral nitrogen status at planting time.

Key words: nitrogen, fertilization, potato, crisps, starch.