

Depot-Stickstoffdüngung in Kartoffeln senkt die Verluste

Düngeeffizienz-Vergleich bei Standard- und Injektionsverfahren

Auch im Kartoffelbaubetrieb zählt primär die Wirtschaftlichkeit eines Produktionsverfahrens. Erst wenn Überlegenheit bezüglich Qualität und Quantität beziehungsweise Potenzial zum Absenken der Produktionskosten besteht, ist es für den Betriebsleiter sinnvoll, ein neues Verfahren zu integrieren. Deshalb wurden vom DLR Rheinessen-Nahe-Hunsrück im mehrjährigen Versuch das Injektionsverfahren (im Depot platziert, wurzelnah, Ammoniumform) und das Standardverfahren (breitwürfig, oberflächlich, nitratbetont) in einem Exaktversuch gegenübergestellt und bezüglich der Düngeeffizienz überprüft.



Funktionskontrolle der Applikationsschare zu Arbeitsbeginn.

Die vorliegenden Projekt- und Versuchsberichte attestieren der Injektionsdüngung die Möglichkeit zur N-Dünger-Einsparung (20 bis 25 Prozent) sowie zur Senkung der Nitratgehalte im Boden. In dem mehrjährigen Exaktversuch galt es, die N-Effizienz der Verfahren zu vergleichen, Unterschiede aufzuzeigen und das N-Einsparpotenzial – wenn vorhanden – darzustellen.

Stabiler Dünger direkt an der Wurzel

Als Begründung der genannten Vorteile kommt der Platzierungseffekt der CULTAN-Düngung in Frage, der für eine erhöhte Nährstoffkonzentration in Wurzelnähe, am Ort der Nährstoffaufnahme, sorgt. Im Gegensatz zum auswaschunggefährdeten Nitrat-Anion (NO_3^-), kommt das Ammonium-Kation zum Einsatz, welches sich stabiler im Boden verhält und nicht ausgewaschen wird.

Weiterhin kann als Ursache für die Steigerung der Düngeeffizienz der direkte Einbau von Ammonium in den Eiweißstoffwechsel genannt werden. Eine energieaufwändige Reduktion des von der Pflanzenwurzel aufgenommenen Nitrats (NO_3^-) zu Ammonium (NH_4^+), das erst gebildet werden muss,

kann entfallen. Insgesamt könnte somit dem Risiko erhöhter Nitratbelastung in Boden und Grund- beziehungsweise Trinkwasser durch Anwendung des CULTAN-Verfahrens entgegen gewirkt werden. Dies wird im Übrigen auch zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie gefordert.

Versuche auf kalkreichen Lehmlandstandorten

Beim Standardverfahren wurde Kalkammonsalpeter-Düngung (KAS 27 Prozent N, davon 50 Prozent als NO_3^- , 50 Prozent als NH_4^+) zugrunde gelegt. Im Vergleich dazu erfolgte die Depotanlage im Injektionsverfahren bei der abschließenden Dammformung (Dammfräsen) mit praxistauglicher Technik (zwei Applikationsschare je Reihe) zirka 10 cm unterhalb der Mutterknolle. Dabei kam Ammonsulfatlösung (ASL 8 Prozent N; davon 100 Prozent als NO_3^- , plus 9 Prozent S) zum Einsatz.

Die Versuche wurden auf kalkreichen Lehmlandstandorten durchgeführt, bei pH-Werten von 7,6 beziehungsweise 7,8; einem Gehalt an organischer Masse von 2,0 Prozent und Ackerzahlen von 70 bis 80. Begleitend geschah die Ermittlung der standortspezifischen N-Düngemenge auf Basis der modifizierten N_{min} -Methode Rheinland-Pfalz, die den Bodenvorrat an Nitrat im Frühjahr, die Bodennachlieferung, Vorfrucht und organische Düngung einbezieht.

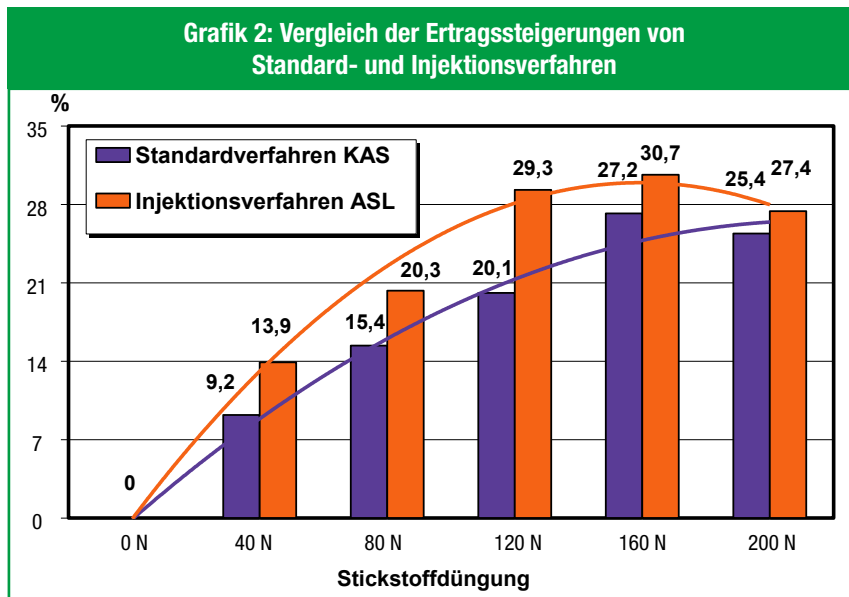
N-Über- oder Unterversorgung wirkt direkt auf die Kalibrierung

Die empfohlene N-Düngung außerhalb des Versuches betrug 95 bis 135 kg N/ha. Im Düngerversuch wurden folglich auch Unterversorgungs- und Überversorgungssituation simuliert. In den Versuchsjahren wurde die Speise-

Versuchsplan

| Vers.-glied | Düngersorte | Aufwand/ha | Verfahren |
|-------------|-------------------|----------------|--|
| 1 | Kontrolle | ohne N-Düngung | - |
| 2 | Kalkammonsalpeter | 40 kg N | Standardverfahren Kalkammonsalpeter wurde unmittelbar vor abschließender Dammformung (Dammfräse oberflächlich und breitwürfig auf den Dämmen gestreut |
| 3 | Kalkammonsalpeter | 80 kg N | |
| 4 | Kalkammonsalpeter | 120 kg N | |
| 5 | Kalkammonsalpeter | 160 kg N | |
| 6 | Kalkammonsalpeter | 200 kg N | |
| 7 | Ammonsulfatlösung | 40 kg N | Injektionsverfahren Ammonsulfatlösung wurde bei der abschließenden Dammformung (Dammfräse) im Injektionsverfahren als Depot 10 cm unterhalb und seitlich der Pflanzknolle platziert angelegt |
| 8 | Ammonsulfatlösung | 80 kg N | |
| 9 | Ammonsulfatlösung | 120 kg N | |
| 10 | Ammonsulfatlösung | 160 kg N | |
| 11 | Ammonsulfatlösung | 200 kg N | |

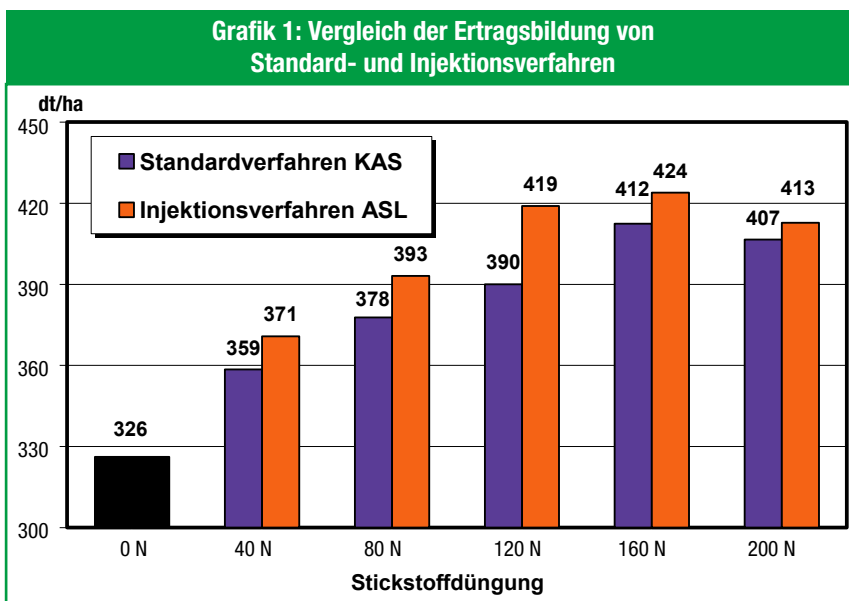
Anlage in randomisierter Blockanlage, 4-fach wiederholt im Kleinparzellenversuch



sorte Krone (vorwiegend festkochend, Reifegruppe III) angebaut.

Beim Speisekartoffelanbau liegt der Fokus auf dem marktfähigen Anteil, denn nur die Knollenkalibrierungen 35

Bereits ohne N-Düngung konnten in den Versuchsjahren 326 dt/ha marktfähige Ware geerntet werden. Gedüngt im Standardverfahren wuchsen die Erträge auf 359 dt/ha bis 412 dt/ha an.



bis 65 mm (bei vorwiegend festkochenden und mehligem Sorten) sowie 30 bis 60 mm (bei festkochenden Sorten) erfüllen die Kriterien, um als Packware vom Lebensmitteleinzelhandel (LEH) angeboten zu werden. In der Tendenz können als Folge einer Stickstoffunterversorgung bei hoher Knollenzahl je Pflanze Kartoffeln kleineren Kalibers gebildet werden.

Umgekehrt führt die Stickstoffüberversorgung eher – bei geringer Anzahl je Pflanze – zu großen Knollen (Übergrößen), die nicht marktfähig sind. Es gilt daher, den Mittelweg zu finden. Bei Direktvermarktung (Ab-Hof-Verkauf) gelten die Größenvorgaben nicht.

Höher waren die Erträge bei N-Düngung im Injektionsverfahren mit 371 dt/ha bis 424 dt/ha. Deutlich wurde bei beiden Düngeverfahren, dass bei Überversorgung nach dem Überschreiten des Ertragsmaximums, Erträge wieder sinken können.

Effizienzvorteil gegenüber dem Standardverfahren

Prozentual betrug die Ertragssteigerung der Kalkammonsalpeter-Varianten zwischen 9,2 Prozent und 27,2 Prozent. Die Steigerungsraten der Ammonulfatlösungs-Varianten erreichten 13,9 Prozent bis 30,7 Prozent. Über

alle Düngeverfahren zeigte die CULTAN-Methode Vorteile gegenüber der konventionellen Methode, insbesondere bei geringer N-Düngemenge (40 N/ha, 80 N/ha, 120 N/ha).

Das wird deutlich durch die jeweils eingefügten Trendlinien, die den Verlauf der Ertragszuwächse darstellen. Der steilere Verlauf der Trendlinie beim Injektionsverfahren beschreibt für den Effizienzvorteil gegenüber dem Standardverfahren gerade bei niederen N-Düngemengen. Bei einer N-Menge von 120 N/ha ist im Versuch der positive Abstand zum Standardverfahren am größten. Mit steigendem N-Input (160 N) wird der Vorteil geringer, um sich schließlich bei N-Überversorgung (200 N) bei abnehmendem Ertrag an marktfähiger Ware ins Gegenteil zu kehren.

Die Trendlinie des Standardverfahrens steigt mit zunehmender N-Düngung ebenfalls an, jedoch auf geringem Niveau und kontinuierlicher. Das Ertragsoptimum wird erst bei höherer N-Düngestufe (160 N) erreicht.

Knollenertrag je kg Stickstoff

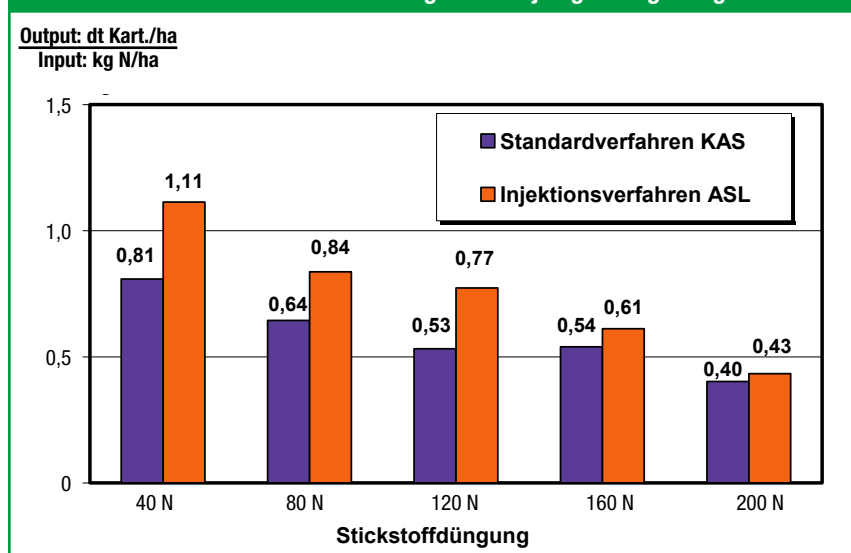
Wird von den Knollenerträgen der Verfahren und Düngeverfahren der Ertrag der ungedüngten Variante (Vgl. 1: Kontrolle, ohne N-Düngung) abgezogen, erhält man den „Knollenertrag“. Der jeweilige Knollenertrag wird im Verhältnis zur gedüngten N-Menge dargestellt. Aus der Beziehung Stickstoffabfuhr (N-Output) mit dem Knollenertrag zur gedüngten N-Menge (N-Input) kann eine Verhältniszahl als Effizienzmaßstab abgeleitet werden.

So zeigt sich, dass bei einer N-Düngung von 120 kg N/ha im Standardverfahren (KAS konventionell) aus einem



Die Düngerapplikation beim Dammerfräsen durch Applikationsschare.

Grafik 3: Knollenmehrertrag in dt/ha je kg N/ha gedüngt



Kilogramm gedüngten Stickstoff 0,53 dt Knollenmehrertrag heranwachsen konnte. Bei gleicher N-Düngemenge konnten bei Anwendung des CULTAN-Verfahrens (ASL Injektion) pro Kilogramm gedüngten Stickstoff 0,77 dt Knollenmehrertrag gebildet werden.

Die Pflanzen müssen sich an Ammonium-Ernährung gewöhnen

Die vorliegenden Ergebnisse der Versuchsserie können als Nachweis einer möglichen Effizienzsteigerung bei der N-Düngung von Kartoffeln angeführt werden. Dabei ist es wichtig, dass die aufzudüngende N-Menge in einem Bereich liegt, der die Kartoffelpflanze dazu befähigt, sich an Ammonium-Ernährung zu gewöhnen. Erfolgt das Stickstoffangebot größtenteils aus an-

deren Quellen (Bodenvorräte, org. Düngung oberflächlich ausgebracht, auch eingearbeitet) als der Injektionsdüngung mit Ammonium, wird die nitratbetonte Ernährungsweise der Pflanzen bevorzugt bleiben, die ammonium- und wurzelbetonte N-Aufnahme kann nicht zum Tragen kommen.

Grundsätzlich sollte es auch möglich sein, den CULTAN-Effekt mit festen N-Düngern in Ammoniumform (schwefelsaures Ammoniak), die im Unter-Fuß-Verfahren appliziert werden, zu erhalten. Da es sich bei Ammoniumdüngern um kalkzehrende und schwefelhaltige Düngemittel handelt, sind diese besonders in Böden beziehungsweise Regionen geeignet, die über reichlich Kalkanteil (freien Kalk) und hohen pH-Wert (> 7) verfügen. Zu beachten ist ein weiterer Einfluss auf

das Pflanzenwachstum. In der Regel führt die Ammoniumernährung sicher zur gleichmäßigeren Versorgung der Kartoffelpflanzen mit Stickstoff, beinhaltet aber auch eine Verlängerung der Wachstumsphase und damit eine Verzögerung der Ernte. Deshalb erscheint das CULTAN-Verfahren zur N-Düngung von Speisefrühkartoffeln (Reifegruppe I, mit und ohne Folien-/Vliesauflage), die rasche Knollenmasse- und Ertragsbildung umsetzen sollen, in der Form nicht geeignet.

Vorteile kann das Verfahren beim Anbau von Speisekartoffeln der Reifegruppen II bis IV (N-Einsparung, gleichmäßigere Kalibrierung der Knollen) sowie beim Veredlungsanbau (N-Einsparung, tendenziell höherer Gehalt an Stärke und Trockensubstanz) aufweisen. Gesellschaftlicher Nutzen kann in Form sinkender Nitratgehalte in Boden und Wasser abgeleitet werden.

Werner Beck, DLR Rheinhessen-Nahe-Hunsrück, Oppenheim



Beidseitige Anlage eines Düngebandes je Kartoffelreihe.

Fotos: Beck