

## **Aspekte der platzierten, wurzelnahen N-Düngung von Kartoffeln**

- Einfluß auf die Effizienz -

### **Anlage von Praxisvergleichen**

Zur Datengewinnung und Sensibilisierung der Anbauer erfolgte in den Jahren 2010 bis 2014 die Anlage einer Versuchsserie, bei der das betriebsübliche N-Düngeverfahren mit der Injektionsdüngung von Ammonsulfatlösung (ASL) innerhalb des Wasserschutzgebietes Eich verglichen wurde. Die einzelnen Versuche fanden auf sehr wechselhaften stark lehmigen Sanden bis schweren Lehmböden statt. Bei Ackerzahlen von 50 bis 60 Punkten und pH-Werten von 7,5 – 7,7 wurde nach Getreidevorfrucht jeweils nach der modifizierten  $N_{\min}$ -Methode RLP gedüngt. Das Wasserschutzgebiet Eich gehört zum Grundwasserkörper Rhein, RLP 7. Es sind Grundwasser beeinflusste Standorte mit potenzieller Auendynamik. Im Trockengebiet herrscht eine negative klimatische Wasserbilanz von -60 bis -100 mm/a, die durch Zusatzberegnung kompensiert werden kann. Bei Grundwasserneubildungsraten von lediglich 60 bis 65 mm/a ist das Nitratrückhaltevermögen als mittel bis hoch zu bezeichnen. Insbesondere in Trockengebieten kann das wurzelnahe, nicht verlagerbare Ammoniumangebot zur Pflanzenernährung von Vorteil sein. Ebenso wachsen die Erfolgsaussichten mit der Vegetationsdauer der angebauten Kultur. Auch deshalb wurden die Versuche fast ausschließlich in Veredlungssorten (Pirol, Lady Claire), die der Reifegruppe III zugeordnet werden können.

### **Verfahren gezielter Nährstoffinjektion**

Es sind weniger technische Anforderungen, sondern vielmehr logistische Erfordernisse, die die Verbreitung der Methode in Kartoffelbaubetrieben begrenzen. Die Applikationstechnik kann sowohl zur Legetechnik, wie auch zur abschließenden Dammformung aufgesetzt werden. Benötigt werden ein Düngertank (meist Frontanbau), eine korrosionsfeste Flüssigkeitspumpe, die elektronische Steuerungseinheit zur Durchflußregelung und schließlich Ausbringorgane (Schare mit Rohrleitungen) zur Anlage des konzentrierten Düngebands 10 cm unterhalb der Mutterknolle. Der Nutzen der wurzelnahen Injektionsdüngung liegt zum einen im Platzierungseffekt, denn je geringer die Pflanzenzahl je qm einer angebauten Reihenkultur ist, desto größer kann der Abstand der Pflanzenwurzel zu oberflächlich, ganzflächig verteilten Düngerkörnern sein. Zweitens übt die Ammoniumform einen Attraktionseffekt auf die Kartoffelwurzel aus und veranlasst eine bedarfsgerechte Pflanzenernährung, da nur so viel Ammonium aufgenommen wird, wie auch umgehend in den Eiweißstoffwechsel integriert werden kann. Die Pflanze umgeht den Energieaufwand, der beim konventionellen Verfahren zur Nitratreduktion erforderlich wäre. Nitrat nimmt die Pflanzenwurzel unregelmäßig über Massenfluss auf. Es handelt sich um eine sprossbetonte Pflanzenernährung, da bei N-Überangebot eine Speicherung in den Vakuolen im Sprossteil geschieht

### **Ergebnisse – Überprüfung generell**

Bei der Überprüfung wurden das betriebsübliche N-Düngeverfahren (KAS 27, Entec 26, Alzon 46) an Varianten gemessen, in denen ASL 8/9 in identischer N-Menge. Weiterhin wurde ein ungedüngtes (ohne N-Düngung) Versuchsglied einbezogen. Bei gleicher N-Menge erzielten

bei 7 Vergleichen das konventionelle, betriebsübliche Verfahren zur N-Düngung und das Injektionsverfahren identische Erträge (481 dt/ha). Die gezielte Anlage von Ammoniumdepots ist in der Lage die N-Aufnahme der Knollen im Vergleich zum Standardverfahren zu erhöhen (0,37 kg N/dt zu 0,36 kg N/dt), wodurch sich auch die gesteigerte N-Abfuhr von der Fläche (183 kg N/ha zu 173 kg N/ha) erklären lässt. Wurzelnahe, platzierte Ammoniumdüngung führte zum Effizienzgewinn durch erhöhte N-Aufnahme in den Knollen. Die daraus gefolgerte These: „Wurzelnahe, platzierte Ammoniumernährung ermöglicht es im Kartoffelbau, bei einer Reduktion der N-Düngermenge um 30 %, mindestens identische Ertragshöhe und Knollenqualität zu erzielen“, musste in weiteren Versuchen überprüft werden.

### **Ergebnisse – Vergleich betriebsüblicher und gezielter N-reduzierter Methode**

Bei 23 weiteren Vergleichen wurden das betriebsübliche Verfahren (ganzflächig, oberflächlich) und die Injektionsdüngung von ASL bei einer Reduzierung der N-Düngermenge um 30 % gegenüber gestellt. Im konventionellen Verfahren betrug die N-Düngermenge 165 kg N/ha, während bei reduzierter ASL-Injektion 115 kg N/ha zum Einsatz kamen.

Trotz der vorgenommenen Reglementierungen blieben die N-Gehalte in den Knollen (0,36 kg N/dt zu 0,37 kg N/dt), die marktfähigen Erträge (453 dt/ha zu 452 dt/ha) und die N-Abfuhr mit den Erträgen 165 kg N/ha zu 162 kg N/ha) beider Varianten annähernd identisch. Die Effizienzsteigerung wurzelnaher, platzierter Ammoniumdüngung wird bei Betrachtung der N-Bilanz deutlich. Während bei betriebsüblicher N-Düngung eine ausgeglichene N-Bilanz ( $\pm 0$ ) vorliegt, ist die sie beim Injektionsverfahren defizitär bei -53 kg N/ha. Hier ist die N-Zufuhr durch Mineraldünger um 53 kg N/ha geringer, als die N-Abfuhr mit dem Knollenertrag. Die gezielte Applikation ammoniumhaltiger N-Dünger bietet im Kartoffelbau die Möglichkeit mit verringerter N-Zufuhr identische Erträge und Qualitäten zu ernten.

### ***Einfluss auf Inhaltsstoffe und Ertragsparameter***

Beim Vergleich der Auswirkung auf Trockensubstanz- und Stärkegehalt kam das betriebsübliche Verfahren auf 25,2 % bzw. 16,6 %. Tendenziell ansteigende Werte ergab das gezielte Injektionsverfahren bei 25,5 % bzw. 16,8 %. Die Erhöhung der Inhaltsstoffe kann für Lagerung und Ausbeute, in Abhängigkeit zur Verarbeitungsrichtung, von Vorteil sein.

Pflanzenbaulich interessant sind die Beeinflussungen von Knollenansatz und Einzelknollengewicht. Einerseits führte der Einfluss der Depotdüngung zur Verringerung des Knollenansatzes von 10,5 auf 10,0 Knollen je Pflanze. Andererseits wird diese Reduktion durch Erhöhung des Einzelknollengewichtes von 125 g auf 130 g wieder ausgeglichen.

### ***Einfluss auf den Nährstoffgehalt im Boden nach der Ernte***

Kulturen, die relativ viel Nitrat (50-100 kg N/ha) in den Schichten 0-90 cm (mit Betonung der oberen Schicht, 0-30 cm) hinterlassen, besitzen hohen Vorfruchtwert für den nachfolgenden Anbau einer Winterung, wie z.B.: Winterraps, Winterweizen bzw. einer Zwischenfrucht. Wird dieses Angebot nicht genutzt, liegt erhöhte Ein- bzw. Auswaschungsgefahr vor, die sich bis zu erhöhten Nitratwerten im Grundwasser fortsetzen kann. Trotz unterschiedlicher N-Düngemengen in den Verfahren ergaben die Analysen Nitratwerte (72 kg N/ha bzw. 77 kg N/ha) in annähernd gleicher Höhe. Zu beachten ist die Art der Probenahme. Bei ganzflächiger, oberflächlicher Düngung ist von identischer Nährstoffkonzentration über die Gesamtfläche aus-

zugehen. Im System platzierter, wurzelnaher Depotanlage werden Nährstoffe räumlich gezielt abgelegt. In diesem Fall sind die Ergebnisse der Nährstoffuntersuchungen beider Verfahren nicht direkt vergleichbar. In den Versuchen erfolgten die Einstiche zur Entnahme jeweils in der Reihenmitte.

Bei der Ammoniumnachschaue in der obersten Bodenschicht (0-30 cm) unmittelbar nach Kulturende wurde deutlich, dass die im Injektionsverfahren angelegten ASL-Depots von den Kartoffelwurzeln erschlossen und aufgenommen oder mit zeitlichem Verzug nitrifiziert wurden. Der Ammoniumgehalt zum Kulturende betrug in beiden Verfahren 2 kg N/ha.

Wegen der Sulfatformulierung beinhaltet Ammoniumdüngung auch Schwefelzufuhr in beträchtlicher Höhe, die weit über den Kulturbedarf (ca. 20 kg S/ha) hinausgehen kann. Die in den Versuchen eingesetzte ASL-Lösung enthält neben 8 % N auch 9 % Schwefel. Vergleichbar ist das Nährstoffverhältnis in schwefelsaurem Ammoniak (SSA), dem fest formulierten, mineralischen Ammoniumdünger. Die Trinkwasser-Verordnung (TrinkwV, 2001) gibt einen Sulfat-Grenzwert von 250 mg  $\text{SO}_4/\text{l}$  vor, dessen Überschreitung bei fortgesetzter Zufuhr von leicht wassergängigem Schwefel bzw. Sulfat möglich ist. In den Praxisvergleichen befanden sich auch ohne Ammoniumdüngung bereits 75 kg S/ha in der oberen (0-30 cm) Bodenschicht. Hohe Ausgangswerte können geogen bedingt sein oder beeinflusst durch weitere ganzflächige Mineraldüngung in Sulfatform (z.B.: Kali). In den betriebsüblich (KAS 27, Entec 26, Alzon 46) gedüngten Versuchsgliedern wurden nach der Ernte 97 kg S/ha gefunden, die Messung des Injektionsverfahrens ergab 157 kg S/ha.

### **Fazit**

Platzierte, wurzelnaher Ammoniuminjektion bietet die Möglichkeit zur gezielten Stickstoffversorgung der Kartoffel und damit zur Steigerung der N-Effizienz. Die N-Ausnutzung wird verbessert und die N-Verluste werden verringert. Jedoch ist wegen des gesteigerten technischen und logistischen Aufwands eine einzelbetriebliche Anwendung häufig nicht sinnvoll. Der Kartoffelanbauer kann durch Beauftragung eines Lohnunternehmers Entlastung erfahren, muss dafür aber bereit sein ein wichtiges produktionstechnisches Steuerungsinstrument teilweise aus der Hand zu geben. Die gesellschaftliche Relevanz von Injektions- und Unterfuß-Düngung als Formen der gezielten Stickstoffversorgung landwirtschaftlicher Kulturen wird weiterhin wachsen, da hierbei die Ziele von Umweltschutz und Nachhaltigkeit verfolgt werden. Eine Ausweitung bzw. Kombination der platzierten, wurzelnahen Düngesysteme auf weitere Nährelemente (Phosphat, Kali) ist möglich, bedarf vorher aber experimenteller und wirtschaftlicher Überprüfung.