

**The effect of ammonium fertilizer injection (CULTAN) on winter wheat growing under conditions of the Czech Republic**

***Einfluss einer Ammoniuminjektionsdüngung (CULTAN) auf den Winterweizenanbau unter den Anbaubedingungen der Tschechische Republik***

Kozlovský Ondřej, Balík Jiří, Sedlář Ondřej, Černý Jindřich

Department of Agroenvironmental Chemistry and Plant Nutrition, Faculty of Agrobiolgy, Food and Natural Resources, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129,

165 21 Praha 6 – Suchbát, Czech Republic,

kozlovsky@af.czu.cz

**Abstract**

The effect of ammonium fertilizer injection (CULTAN) on yield, grain quality and N uptake by grain of winter wheat was examined. Two-year small-plot field experiment was established in the year 2007 at two different sites (Čáslav and Ivanovice na Hané) in Czech Republic. Two treatments using injection fertilization of all nitrogen in one dose (CULTAN system) (tr. 2, tr. 4) were compared with two treatments using nitrogen surface broadcast fertilization in three doses (tr. 1, tr. 3). The effect of N-fertilizer containing sulphur was further examined in each fertilization system. Ammonium sulphate for the regeneration fertilization was applied instead of calcium ammonium nitrate (tr. 3) and urea ammonium sulphate was injected instead of urea ammonium nitrate (tr. 4). An amount of 150 kg N ha<sup>-1</sup> was applied in each treatment. The injection fertilization was applied at the end of winter wheat tillering in the year 2008 and at the beginning of spring vegetation in the year 2009. In the year 2008, the grain yields from Ivanovice na Hané site were 9.43 t ha<sup>-1</sup> (tr. 1), 9.25 t ha<sup>-1</sup> (tr. 2), 9.64 t ha<sup>-1</sup> (tr. 3) and 9.41 t ha<sup>-1</sup> (tr. 4). In the same year, the yields from Čáslav site were 9.44 t ha<sup>-1</sup> (tr. 1), 8.58 t ha<sup>-1</sup> (tr. 2), 9.51 t ha<sup>-1</sup> (tr. 3), 9.11 t ha<sup>-1</sup> (tr. 4). The grain yields from the year 2009 were 8.95 t ha<sup>-1</sup> (tr. 1), 9.04 t ha<sup>-1</sup> (tr. 2), 9.00 t ha<sup>-1</sup> (tr. 3), 9.12 t ha<sup>-1</sup> (tr. 4) at Ivanovice na Hané site and 7.15 t ha<sup>-1</sup> (tr. 1), 7.05 t ha<sup>-1</sup> (tr. 2), 7.45 t ha<sup>-1</sup> (tr. 3), 7.97 t ha<sup>-1</sup> (tr. 4) at Čáslav site. The preceding results showed that the grain yields of CULTAN treatments were lower in the year 2008 on both sites; in the following year the grain yields of both fertilization systems were comparable. The N uptake by grain, protein content, gluten content, sedimentation index and falling number were lower in CULTAN treatments in both years with higher differences between fertilization systems in the year 2008. Using the urea ammonium sulphate in CULTAN system increased all measured characteristics in both years. Application of ammonium sulphate for the regeneration fertilization increased the grain yield; the quality characteristics were unaffected. Lower values of all measured characteristics in CULTAN system in the year 2008 could be influenced by month droughty period which appears regularly during the spring in Czech Republic.

## Abstracts



**Internationales Symposium:  
Injektionsdüngung  
Aktueller Kenntnisstand,  
neue Entwicklungen und Erfahrungen**

**9. – 10. Februar 2010**

**Braunschweig**

***International Symposium:  
Fluid Fertilizers Injection  
State of the Art, New Developments  
and Experiences***



**Injektionsdüngung in Deutschland: Historie, Entwicklung, Stand und Zukunft**  
*Fluid fertiliser injection in Germany: History, development, state of knowledge and future trends*

Franz Lensing,  
LENATEC GmbH, 47551 Bedburg-Hau  
lensing@lenatec.de

**Inhalt**

- Grundlagen
- Anforderungen an die Stickstoffversorgung der Kulturpflanzen durch Wissenschaft (Cultantverfahren, Prof. Dr. Sommer)
- Technische Lösungen für verschiedene Kulturen
- Injektionstechnik für Flächenkulturen
- Entwicklungen für die großflächige Landwirtschaft
- Bedeutung der Injektionsdüngung in der deutschen Landwirtschaft
- Ausblick der Entwicklung der Injektionsdüngung als Möglichkeit zur Pflanzenernährung und des Pflanzenschutzes

**Content**

- Fundamentals: Requirements to the nitrogen fertilisation of crops according to science (CULTAN method, Prof. Sommer)
- Technical solutions for different crops
- Injection technique for area crops
- Developments for large scale agriculture
- Relevance of injection fertilisation in German agriculture
- Outlook on the potentials of injection fertilisation for plant nutrition and crop protection

**Effects of N amount and timing of N injection fertilisation to cereals compared to broadcast surface application**

*Einfluss von N-Menge und Injektionszeitpunkt bei der N Injektionsdüngung zu Getreide im Vergleich zu breitwürfiger Düngerausbringung*

Kücke, Martin, Schiemenz, Katja und Reinhardt, Ralf  
Julius Kühn Institute, Institute of Crop and Soil Science, Braunschweig, Germany  
martin.kuecke@jki.bund.de

Between 2005 and 2008 the effect of point injection of fluid N fertilizers on yield and quality of winter cereals was investigated in different field experiments compared to broadcast fertilizers application (fluid spraying or solid broadcasting).

In 2006, the effect of N application (surface spraying, surface banding and point injecting) on yield formation, N turnover in the soil and the N uptake of winter wheat was investigated in a field experiment on a clayey loam in the Harz mountain area. After point injection of urea ammonium nitrate solution, it was found that the urea in the soil of the injection spot was hydrolysed within 9 days after injection, which was accompanied by an increase of the soil pH due to urea hydrolysis. Ammonium in the fertilised soil was completely nitrified within 23 days after surface banding, while it took 37 days after point injection. After broadcast spraying of urea ammonium nitrate solution, the content of mineral nitrogen in the soil profile increased up to 500 kg N ha<sup>-1</sup> by mid of May ("priming effect?"), while it was below 50 kg N ha<sup>-1</sup> in the soil between fertiliser bands and injection spots. After wheat harvest, no more differences were found in the mineral nitrogen content in the soil profiles of the differently treated plots.

The N uptake of the wheat was slower during the first 9 day after point injection compared to surface banding and broadcast spraying. Subsequently, the N uptake rate after point injection was higher compared to the other treatments so that there were no significant differences in the N uptake between the fertiliser applications by end of June. Moreover, no differences could be detected in grain yields and grain quality between the N applications.

In 2005, a fertilisation experiment was installed in a 6 year old soil cultivation experiment (ploughing, mulching, direct seeding), where a single fluid ammonium sulphate injection was compared with broadcast application of solid calcareous ammonium nitrate in one single and in a 3 times splitted dose. There were no differences in yield and quality of winter wheat after single and splitted broadcast solid application as well as after point injection of ammonium sulphate solution. But point injection resulted in higher micronutrient concentrations in the wheat plants, indicating improved micronutrient availability after ammonium injection.

Experiments to determine the influence of point injection time on the yield of winter cereals (winter wheat 2006, winter barley 2007, winter rye 2008) in relation to N amount (recommended N amount vs. recommended N amount minus 40 to 50 kg N ha<sup>-1</sup>) indicate until now that with point injection at high N fertilisation level the yields of the splitted solid broadcast application could be achieved. At the lower N level, cereal yields were mostly above those after solid broadcasting, and in most situations reached those of the broadcast application at high N level if the ammonium sulphate solution was not injected to early in the spring season.

**Einfluss von N-Menge und Injektionszeitpunkt bei der N Injektionsdüngung zu Getreide im Vergleich zu breitwürfiger Düngerausbringung**  
*Effects of N amount and timing of N injection fertilisation to cereals compared to broadcast surface application*

Kücke, Martin, Schiemenz, Katja und Reinhardt, Ralf

Julius Kühn Institut, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Bundesallee 50,

38116 Braunschweig

martin.kuecke@jki.bund.de

In verschiedenen Feldsuchen wurde von 2005 bis 2009 die Ertrags- und Qualitätswirksamkeit einer einmaligen Injektionsdüngung zu Wintergetreide im Vergleich zu 3fach gesplitteter, oberflächlich applizierter Düngung (Fest- oder Flüssigdüngung) geprüft.

So wurde 2006 in einem Feldversuch in Hörden (Osterode, Harz, toniger Lehm) Ertragsbildung, der N-Umsatz im Boden sowie die N-Aufnahme durch Winterweizen in Abhängigkeit von der Vorfrucht (Weizen, Raps) und der N-Applikation (Oberflächendüngung, Oberflächenbanddepot, Punktinjektion, alle mit AHL) untersucht. Wiederholte Untersuchungen des Bodens im Punktinjektionsbereich ergaben, dass der Harnstoff aus der Düngelösung innerhalb von neun Tage nach Injektion hydrolysiert wurde, was in diesem Bereich mit einem Anstieg des pH-Wertes einherging. Ammonium war im oberflächlichen Banddepot nach ca. 23 Tagen und im Punktinjektionsdepot erst nach ca. 37 Tagen nicht mehr nachweisbar. Der  $N_{min}$ -Gehalt im Boden nach einer breitwürfigen Stickstoffapplikation stieg bis Mitte Mai 2006 auf ca.  $500 \text{ kg } N_{min} \text{ ha}^{-1}$  an („priming effect“?), während er im selben Zeitraum im Bereich zwischen den Depots unter  $50 \text{ kg } N \text{ ha}^{-1}$  lag. Zu Vegetationsende konnten allerdings im  $N_{min}$ -Gehalt der unterschiedlichen Düngevarianten keine Unterschiede mehr ermittelt werden.

Die Stickstoffaufnahme des Weizens war nach Punktinjektion während der ersten 9 Tage nach der Düngerapplikation geringer als die nach Bandablage und breitflächiger Oberflächendüngung. In den folgenden Tagen war die Stickstoffaufnahme dieser Variante deutlich höher, so dass ab Mitte Juni keine signifikanten Unterschiede im N-Entzug zwischen den Applikationsarten festgestellt wurden. Auch beim Kornertrag und der Kornqualität ließ sich zur Mähdruschreife kein signifikanter Einfluss der Applikationsart feststellen.

2005 wurde in einen 6 Jahre alten Bodenbearbeitungsversuch (Pflug, Mulchsaat, Direktsaat, Bodenart lehmiger Sand) ein N-Düngungsversuch mit Winterweizen gelegt, in dem einmalige Punktinjektion mit Ammoniumsulfat-Lösung mit oberflächiger Kalkammonsalpeter-Applikation in 1 und 3 Gaben verglichen wurde. Unterschiede zwischen einmaliger KAS-Oberflächendüngung und geteilter Ausbringung in 3 Gaben bezüglich Ertrags- und Qualitätsausbildung traten nicht auf. Signifikante Unterschiede zwischen den Kornerträgen und der Kornqualität (Rohproteingehalt und Fallzahl) nach Punktinjektion und oberflächiger KAS-Düngung wurden ebenfalls nicht festgestellt. Nach Punktinjektion wurden aber in den Weizenpflanzen im Vergleich zu den KAS-Varianten erhöhte Mikronährstoffgehalte (Mn und Zn) gefunden, was auf eine deutlich verbesserte Mikronährstoffverfügbarkeit nach ASL-Injektion schließen lässt.

Untersuchungen zum optimalen Injektionszeitpunkt zu Wintergetreide (W-Weizen 2006, W-G-Gerste 2007 und W-Roggen 2008) in Abhängigkeit vom N-Aufwandmenge (empfohlene N-Menge, minus  $40 - 50 \text{ kg } N \text{ ha}^{-1}$ ) zeigen bisher, dass bei hohem N-Düngeniveau mit Injektionsdüngung das Ertragsniveau der Festdüngervarianten erreicht wird. Bei reduzierter N-Düngeremenge wurde mit Punktinjektionsdüngung immer das Ertragsniveau der Festdüngervarianten übertroffen und sogar das Ertragsniveau der hochgedüngten Festdüngervarianten erreicht, sofern nicht zu früh injiziert wurde.

**Ergebnisse zur Injektionsdüngung in Sachsen**

*Results of fluid fertilizer injection experiments in Saxony*

Farack, Katharina und Albert, Erhard

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig

katharina.farack@smul.sachsen.de

**Einleitung**

In Folge des Klimawandels werden steigende Temperaturen und abnehmender Niederschlag in der Hauptvegetationszeit – besonders in Ost-Sachsen – häufiger zu einer starken Austrocknung der Bodenkrupe führen. Oberflächlich ausgebrachte N-Dünger können unter derartigen Bedingungen nur eingeschränkt von den Pflanzenbeständen aufgenommen werden. Aus diesem Grund werden in Sachsen seit 2006 Feld-, Kleinpflanzen- sowie Gefäßversuche zur Injektionsdüngung mit dem Ziel durchgeführt, Möglichkeiten zur Verbesserung der Stickstoffverwertung zu prüfen. Zusätzlich wird die Stabilität der Depots im Boden untersucht.

**Material und Methoden**

Die Feldversuche werden auf drei Versuchsstationen (Forchheim (V), Pommritz (Lö), Baruth (D)) in Sachsen mit den Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps durchgeführt. In den Injektionsvarianten wird Domamon<sup>®</sup> L26 (Ammoniumsulfat-Harnstoff-Lösung) mit einer 3-Meter-Injektionsmaschine (Punkt-Injektion) injiziert. Die Vergleichsdüngung erfolgt mit Kalkammonsalpeter (KAS). Neben der Prüfung verschiedener Düngungstermine werden auch Kombinationen aus Injektionsdüngung und der Düngung mit KAS geprüft.

**Ergebnisse und Diskussion**

Den bisherigen Versuchsergebnissen zufolge erwies sich bei Wintergetreide die einmalige Injektionsdüngung zu Vegetationsbeginn als ertragsgünstige Variante. Besonders im Versuchsjahr 2008/09 mit einer ausgeprägten Apriltrockenheit kam die Vorteilswirkung der Injektionsdüngung zum Tragen. Allerdings lagen bei der einmaligen Injektionsdüngung häufig die Rohproteingehalte auf einem niedrigeren Niveau als bei einer Düngung nach der Standard-N-Verteilung (drei N-Gaben KAS). Künftig wird in einer erweiterten Versuchsanlage geprüft, wie durch eine zusätzliche Spätdüngung ausreichend hohe Rohproteingehalte realisiert werden können. Ein verspätetes Andüngen erst zu Beginn des Schossens wirkte sich in allen Versuchsjahren und auf allen Standorten negativ auf den Ertrag aus. Mit einer Herbstdüngung – erstmalig im Versuchsjahr 2008/09 – konnte der Ertrag nicht positiv beeinflusst werden.

Bei Winterraps brachte eine alleinige Herbstdüngung im Versuchsjahr 2008/09 keine Ertragsvorteile im Vergleich zur Frühjahrsdüngung; jedoch ermöglichte die Herbstinjektion ein späteres Düngen im Frühjahr (KAS zum Streckungswachstum) ohne signifikante Ertragsverluste. Keine signifikanten Ertragsunterschiede bestanden zwischen der einmaligen Injektions- und der einmaligen KAS-Düngung zu Vegetationsbeginn.

Die Ergebnisse aus den Gefäßversuchen und von den Kleinpflanzen liegen derzeit noch nicht vor.

**Zusammenfassung**

Die bisherigen Ergebnisse der Feldversuche zeigen, dass die Injektionsdüngung eine interessante Alternative zum klassischen Dünger-Streu-Verfahren darstellt. Um für die landwirtschaftliche Praxis belastbare Aussagen liefern zu können, werden die Versuche in den nächsten Jahren fortgeführt.

**N-Flüssigdüngerverfahren - Versuchsergebnisse und Anwendung in Mecklenburg-Vorpommern**  
*N fertilisation with fluids – Results of field experiments and application experiences in Mecklenburg-Western Pomerania*

Boelcke, Barbara

Ehem.: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Dorfplatz 1, 18276 Gülzow

rubo15@yahoo.de

**Zusammenfassung**

Kulturpflanzenbestände müssen in den einzelnen Entwicklungsstadien der Pflanzen ausreichende Stickstoffmengen aufnehmen können. Im Raps- und Getreideanbau wird mit der Teilung der Stickstoffdüngung die optimale Versorgung der Bestände angestrebt. Die Düngepraxis zeigt allerdings, dass trotz der Fortschritte bei den Entscheidungshilfen zur Festlegung der Höhe und des Termins der Teilgaben der Wirkungsgrad des gedüngten mineralischen Stickstoffs nicht befriedigt. Aber auch ökologische Nachteile dieses N-Düngeverfahrens sind erkennbar:

- gasförmige N-Verluste bei oberflächiger Applikation von Harnstoff und  $\text{NH}_4$ -haltigen festen und flüssigen Düngemitteln,
- N-Verluste durch Wassererosion auf Flächen mit nur geringer Hangneigung zum Zeitpunkt der 1. N-Gabe,
- höhere Beanspruchung der Ressourcen durch 2-4 N-Teilgaben

Ergebnisse pflanzenbaulicher Versuche in Mecklenburg-Vorpommern im Zeitraum 1999-2004 haben gezeigt, dass die Ammoniumdüngung in Verbindung mit der Ausbringung in den Wurzelraum der Pflanzen eine Alternative zu der bisher üblichen Düngepraxis ist.

Aufgrund der nachgewiesenen höheren Erträge wird die Injektionsdüngung im Winterroggen- und Wintergerstenanbau auf den leichten bis mittleren Böden in Trockengebieten mit 500 bis 600 mm Jahresniederschlag empfohlen. Diese Empfehlung gilt auch für den B-Weizenanbau in MV. Für Weizensorten der Qualitätsgruppen A und E ist unter den Anbaubedingungen in MV (40-50 Bodenpunkte) eine Sicherung hoher Backqualitäten bei einmaliger N-Applikation nicht immer gegeben.

Die Winterrapserträge wurden durch die N-Düngeverfahren nicht signifikant beeinflusst. In der Tendenz sind die Erträge höher, wenn die N-Düngung in einer Gabe zu Vegetationsbeginn erfolgt. Die ammoniumbetonte N-Flüssigdüngung, oberflächlich ausgebracht, war beim Raps der Injektionsdüngung im Frühjahr überlegen. Die gedüngten Schwefelmengen von 50 kg/ha bei Festdüngung und 20-25 kg/ha bei Flüssigdüngung hatten in MV die gleiche Ertragswirkung.

Die einmalige ammoniumbetonte N-Flüssigdüngung hat in MV im vergangenen Jahrzehnt an Bedeutung gewonnen. Aus den Zahlen des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden geht hervor, dass sich in MV seit 2004 der Anteil der N-Flüssigdünger am Gesamtstickstoffeinsatz von 9 % auf 13,5 % erhöht hat. Diese Entwicklung hielt bis 2008 an und wird im Wesentlichen auf die Anwendung von N/S-Düngern zurückgeführt. Eine Voraussetzung dafür war, dass sich sowohl der Handel als auch die Landwirtschaftsbetriebe auf die logistischen und verfahrenstechnischen Erfordernisse der Flüssigdüngung eingestellt haben. In der Regel zieht die Praxis aufgrund der höheren Maschinenkosten, die mit der Injektionsdüngung verbunden sind, derzeit die einmalige oberflächige Flüssigdüngung mit N/S-Dünger vor.

Der Nachweis der (besseren?) Umweltwirkung der Injektionsdüngung, insbesondere bezüglich der EU-Wasserrahmenrichtlinie, wird daher als dringend erforderlich angesehen. Aus Untersuchungen zum Nitrataustrag mittels wägbarer Lysimeter am Standort Groß Lüsewitz bei Rostock, die gemeinsam mit der Universität Rostock durchgeführt wurden, liegen erste Ergebnisse für Mecklenburg-Vorpommern vor. Getestet wurden in zweijähriger Folge Winterraps, Winterweizen und Wintergerste und die Nitratmengen in den entsprechenden Sickerwasserperioden in Abhängigkeit vom Düngeverfahren ermittelt.

**Effects of CULTAN fertilisation on the dynamic of mineral nitrogen in paddy soils, and on growth and yield of Rice**

**Wirkung einer CULTAN-Düngung auf die Mineralstickstoffdynamik im Boden, das Pflanzenwachstum und den Reisertrag**

Sohn, Sang Mok<sup>1)</sup>; Kuecke, Martin<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> College of Bio-resource Sciences, Dankook University, Cheonan, Republic of Korea

<sup>2)</sup> Institute of Crop and Soil Sciences, Julius Kühn Institute, Braunschweig, Germany

smsohn@dankook.ac.kr

**ABSTRACT**

This study was carried out to investigate on the effect of CULTAN application on dynamics of mineralized nitrogen in paddy soil and growth and yield of rice plant under lysimeter condition.  $\text{NH}_4$ -N concentration of urea and ammonium Sulfate in 3 soil depths(0~20cm, 20~40cm, 40~60cm) were predominantly higher than those of Urea and Ammonium Sulfate, while  $\text{NO}_3$ -N concentration were no significantly different among the treatments. In case of plant height and number of effective tiller per seedling, both of urea and ammonium sulfate were higher than surface applied urea and ammonium sulfate. Furthermore, yield of unhulled rice of injected urea and ammonium sulfate (568kg/10a & 473kg/10a) were higher than those of Urea and Ammonium Sulfate (447kg/10a & 457kg/10a). For growth and yield of rice plant, CULTAN fertilization by deep placement was more effective than conventional N-fertilization by splitted top dressings.

### **Stickstoffdüngewert der flüssigen Fraktion von separierter Gülle**

#### ***Nitrogen fertilizer value of thin fractions of separated slurry***

Van Middelkoop, Jantine

Wageningen UR Livestock Research, P.O. Box 65, NL-8200 AB Lelystad, The Netherlands

Jantine.vanmiddelkoop@wur.nl

In the Netherlands several initiatives are taken to separate animal manure into a thick component with mainly organic nitrogen (N) and phosphate and a thin component with mainly mineral nitrogen and potassium. Separation would give the farmer the opportunity to divide the components over his soil where it is of most use or export components from his farm.

In the Netherlands manure is normally applied as slurry in which all components are present in a fixed ratio (at least in an available batch). The N in slurry is divided over organic and mineral N as ammonium N. In pig slurry this division is approximately 40 % - 60 % and in cattle slurry 50 % - 50 %. The ammonium-N is the main component that determines the fertilizer value in the year of application. After separation the N content of the thin fraction is virtually 100 % ammonium-N. Therefore we expect that the thin fraction has a fertilizer value for N that is only slightly lower than (liquid) mineral fertilizer because of ammonia volatilization. This is, however, necessary to test on field scale. In order to determine the fertilizer value, Wageningen UR has started field experiments in which mineral fertilizer N are compared to thin fractions of pig slurry on both grassland and arable land. This paper handles about the grassland experiments.

In the grassland experiments thin fractions of pig slurry from three different producers are compared to liquid ammonium nitrate and calcareous ammonium nitrate. The procedure to make the thin fractions were (in short) ultra filtration followed by reversed osmosis. The experiment contains four fertilization levels for all fertilizers: 0, 100, 200 and 300 kg N per ha, divided over 3 cuts and two soil types: clay and sand. The thin fractions and the liquid fertilizer are applied with an experimental machine, especially build for this experiment. The grained CAN is spread with an accurate spreader which is used for field experiments.

To establish if there is an after effect, there are also plots that only fertilized for the first and/or second cut. On all plots 2 unfertilized cuts are harvested after the three cuts, five cuts in total. Dry matter yield and N content of the grass of all cuts are measured.

The field experiments will be performed in 2009 and 2010. In the paper and presentation in February 2010 we will present results from the grassland experiments in 2009.

### **Erfahrungen mit der CULTAN-Düngung im Kreis Uelzen (2002-2009 in fünf Wasserschutzgebieten)**

#### ***Experiences with the CULTAN fertilisation in the region Uelzen (2002-2009 in five water protection areas)***

Mensching-Buhr, Alix

Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Wilhelm-Seedorf-Str. 3, 29525 Uelzen

alix.mensching-buhr@lwk-niedersachsen.de

Im Jahr 2002 wurde im Landkreis Uelzen, einer intensiven Ackerbauregion mit Beregnungseinsatz, ein Sterninjektionsrad durch die VSE (ldw. Genossenschaft, die gleichzeitig den Dünger verkauft) angeschafft. Die Bodenarten variieren von leichten Sanden (20 BP) bis zu schluffigen Lehmen (65 BP). 2002-2004 gab es zahlreiche geteilte Getreide-Praxisschläge, um Unterschiede zwischen konventioneller oberflächlicher Mineraldüngung (KAS oder AHL) und Injektionsdüngung mit NTS-Lösung zu sehen. Festgestellt wurde, dass Ertragsniveau und Qualität gleich waren, auch wenn die injizierten Schlaghälften ein optisch besseres Bild (weniger unterständige Ähren im Roggen, andere Wuchsstellung der Blätter, intensive Grünfärbung, Blattflächenvergrößerung bei Fahnenblättern, leicht verzögerte Getreideabreife) abgaben. Die Proteingehalte des Weizens waren je nach Jahreswitterungseinfluss ähnlich, oft aber niedrig und konnten durch eine zusätzliche Ährenspritzung von 20 kg N über KAS um 0,5 bis 1 Prozentpunkt gesteigert werden. Die CULTAN-Varianten hatten weniger Wasserstress, so dass die Beregnung einige Tage später eingesetzt werden konnte.

Das Verfahren ist im Raum Uelzen etabliert. Der Lohnunternehmer kann leichte Böden zuerst bedienen, schwere Böden folgen dann. Auf den leichten Böden muss die Ausbringung in Winterroggen und Wintergerste bis Ende März erfolgt sein. Im Winterweizen kann bis Mitte April injiziert werden. Verspätete Injektionen Mitte Mai in Weizen auf Lehm Böden aufgrund von Befahrbarkeitsproblemen zeigten das Potential des Verfahrens, denn im Gegensatz zur konventionellen Düngung wurde noch ein mittleres Ertragsniveau erreicht. Die Absicherung der Ertragsstabilität auf leichten Böden war ein überzeugendes Ergebnis für die Praxis. Nachteilig war, dass nur NTS 27/3 durch das Gerät ausgebracht wurde, so dass nur ammoniumhaltige Düngemittel, die das CULTAN-Verfahren ausmachen und weitere Vorteile wie Standfestigkeitsverbesserung und geringere Krankheitsanfälligkeit versprechen, nicht geprüft werden konnten. Die Erträge und Qualitäten sind von den Landwirten als sehr zufriedenstellend bewertet worden. Meist stand die Arbeitswirtschaft im Vordergrund.

Im Herbst 2007 wurden zwei Praxisschläge, ein Lehm- und ein Sandboden, mit Sickerwassersammlern ausgestattet, so dass mehrjährig die Nitratgehalte im Sickerwasser nach Cultan und konventionelle Düngung ermittelt werden können. In den Cultan-Varianten war ein höheres oder gleiches Ertragsniveau zu verzeichnen. Vor allem trat in den injiziert gedüngten Schlaghälften weniger Nitrat im aufgefangenen Sickerwasser auf. Selbst unter Zwischenfrucht nach Wintergerste war die Nitratkonzentration unter CULTAN geringer (10 ppm Nitrat). Stärker ausgeprägt waren die Ergebnisse nach Weizen im folgenden Stoppelweizen, wo 100 ppm weniger Nitrat unter CULTAN gefunden wurden.

Am 7.4. 2009 wurde auf einem Sandboden (25 BP) ein Exaktversuch mit vierfacher Wiederholung in Weizen angelegt, der die Sollwertdüngung und eine um 15 % reduzierte Düngung konventionell und injiziert vergleicht. Die konventionell gedüngten Varianten sahen schlechter versorgt aus als die injizierten Parzellen. Obwohl der Versuch sechsfach beregnet wurde, hatte die konventionelle geteilte Düngung einen signifikant geringeren Ertrag als die CULTAN-Varianten. Beide reduzierten Varianten zeigten keine Unterschiede zur Sollwertdüngung.

Ein Parallelversuch in Otterndorf auf lehmigem Ton mit 72 Bodenpunkten ergab keine Ertragsunterschiede. Die fehlende Differenzierung könnte ihre Ursache im sehr hohen Düngungsniveau nach der Vorfrucht Raps haben. Die Vorteile des CULTAN-Verfahrens werden umso deutlicher, je knapper das N-Angebot ist.

**Ertrag, Qualität und N-Bilanz von Wintergetreide und Mais nach N-Injektionsdüngung in dem norddeutschen Trinkwasserschutzgebiet Meyenburg – Ergebnisse eines 3jährigen F&E-Projektes**

*Yield, quality and N balance of winter cereals and silage maize after fluid N injection fertilisation in the Northern German water protection area Meyenburg – Results of a 3 years R&D project*

Richter, Viola, Kücke, Martin und Greef, Jörg Michael

Julius Kühn Institut, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Bundesallee 50,

38116 Braunschweig, Germany

viola.richter@jki.bund.de

Auf 8 Praxisflächen von Landwirten im Trinkwasserschutzgebiet Meyenburg wurden von 2006 bis 2008 Feldversuche angelegt zur Beantwortung der Frage, ob die Injektionsdüngung dort in der Praxis ohne ackerbauliche und ökonomische Nachteile einsetzbar ist und ob sich daraus agrarökologische Vorteile für den Trinkwasserschutz durch Einsparungen bei den N-Aufwandmengen und durch niedrigere N-Düngebilanzen ergeben.

Die Böden des Untersuchungsgebiets sind überwiegend Podsolen aus glacialfluviatilen Sanden. In den Feldversuchen wurden 2 N-Applikationsweisen (Injektionsdüngung vs. gesplittete Oberflächendüngung) mit jeweils 2 N-Aufwandmengen (gebietsübliche Empfehlung vs. gebietsübliche Empfehlung minus 20 %) sowie eine Kontrollvariante ohne mineralische N-Düngung bei Wintergetreide (Winterroggen, Wintergerste, Triticale) sowie Silomais getestet. Die Düngung erfolgte in allen gedüngten Behandlungen und Jahren mit Ammonitriatharnstofflösung (AHL). Während der Wachstumsperiode wurden zu drei verschiedenen Wachstumsstadien Pflanzenproben gewonnen. Neben dem Ertrag wurden auch die Qualitätsparameter bestimmt und verschiedene N-Nutzungseffizienzen berechnet.

Bei Triticale und Wintergerste wurden mit dem Injektionsdüngungsverfahren und einer um 20 % reduzierten N-Aufwandmenge im Mittel der Versuchsjahre signifikant höhere Kornerträge mit gleicher Kornqualität erzielt als mit konventioneller und gesplitteter Oberflächenapplikation in der ortsüblich empfohlenen Aufwandmenge. Für diese beiden Ackerkulturen wurden, anders als für Winterroggen und Silomais, höhere N-Aufnahmeeffizienzen nach Injektionsdüngung mit reduzierter N-Aufwandmenge als nach konventioneller Oberflächenapplikation mit gebietsüblichen Gaben ermittelt.

Zusammenfassend lassen die Ergebnisse den Schluss zu, dass in dem Untersuchungsgebiet die N-Düngung zu Triticale und Wintergerste bei Anwendung des Injektionsdüngungsverfahrens ohne Ertrags- und Qualitätseinbußen reduziert werden kann, während das N-Düngeniveau zu Silomais und Winterroggen generell und unabhängig von der Applikationsweise verringert werden kann.

Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

**Fluid fertilizer injection into grassland in the Netherlands**

*Flüssigdüngerinjektion im Grünland in den Niederlanden*

De Boer, Herman

Wageningen UR Livestock Research, P.O. Box 65, NL-8200 AB Lelystad, The Netherlands

Herman.deBoer@wur.nl

Dutch dairy farmers are increasingly interested to inject liquid fertilizer into their grassland, because: (i) contractors supply and inject a liquid fertilizer (Anasol) at the same price CAN is only delivered at the farm; (ii) injection by a contractor gives a reduction in work load; (iii) a higher accuracy of N application, and (iv) a possible higher N use efficiency. To investigate if injection can increase short-term N use efficiency, an experiment was performed in 2007. Ammonium nitrate was spread as granules (CAN) or injected (AN) (3-5 cm) for the first four growth periods of a permanent grassland on a fertile sandy soil. Results showed a clear increase in N use efficiency due to injection. The experiment was repeated in 2008 on a clay soil, with liquid fertilizers UAN and UEA (urea) added to the treatments. On the clay soil, however, all liquid fertilizers showed a lower N efficiency compared to CAN, in the order CAN > AN > UAN > UEA. So far, it can be concluded that the results of injection are inconsistent. The results seem to reveal an interaction between fertilizer type x injection method x soil type on fertilizer N efficiency, suggesting the incidence of both priming effects (sandy soil 2007) as well as immobilization effects (clay soil 2008). If true, experiments that compare N efficiency of different N application methods should not only study short-term N efficiency, but also longer-term N efficiency.

## **Pulstec technology. A new way of applying liquid fertilizers to crops.**

### ***Pulstec-Technik: Ein neuer Weg zur Applikation von Flüssigdüngern in Feldkulturen***

Smit, G.R.J.

Agri Technics Projects, Kervelveld 10, 7006 TA Doetinchem, the Netherlands

info@agritechnics.nl

### **Introduction**

One of the aspects of precisionfarming is feeding crops in a controlled way. In other words, give a plant what it needs over the growingperiod from day to day and to do it in a way, that no fertilizer is being emitted either to the air, or to groundlayers beyond the rootzone.

Liquid fertilizers have proven to come up to these demands excellently.

They can be injected directly into the soil and in such formulations, that enable regular availability of nutrients. However, varying weather- and soil circumstances will influence

the daily availability of the nutrients. Splitapplication of liquid fertilizers can be beneficial to contribute to the ultimate delivery of nutrients to crops. But how can the rootzone of crops be injected when crops are halfway their growingperiod?

This is where **Pulstec technology** comes in. Floating above the soil, the slim and powerful **Pulstec injectors** inject liquidfertilizers up to 15 centimetres into the rootzone. Injection can be executed as long as a tractor can drive through the crop. **Pulstec** offers systemtechnology with individual nozzlecontrol, operation in normal continuous spraymode as well as in pulstec mode. In pulstec mode, nozzles can be operated from 1 to 20 Hz. and up to an astonishing pressure of 150 bars. Combination with dedicated detectors opens the way to the ultimate applicationmethod, i.e. controlled spot-dosing.

### **The Abstracts goal**

The goal of the abstract is to awaken the creativity of the people present, and make them start thinking of possible new applications in the various crops they are dealing with. In Holland, Agri Technics Projects is involved in various researchprograms that will be executed by dept. of WUR (Wageningen university). Prototypes have been assembled where fertilizer is injected into corn, potato, cabbage and leek crops, as well as grass for golfcourses. Installing pulstec systems for applying cropprotection products are being studied. Supported by some interesting videoregistrations of prototypes in action, I will challenge the audience to take the pictures back home and create research programs. **Pulstec components** are solid and reliable, they can be assembled to simple handheld singlenozzle instruments as a start, and being extended to a multi-nozzle system, controlling up to 200 hi-powered nozzles operating at 150 bars.

In order to make an easy start, the brand new singlehand operated pulstec injectorlance will be presented to the audience.

It enables the user to apply fertilizers in spot-dosing mode. It's ideal for researchers, and for applying liquid fertilizers to crops with a limited number of plants per hectare (fruittrees, and soon). Agri Technics is involved in production of complete systems for various applications. Furthermore Agri Technics offers licences to manufacturing companies who want to install pulstec components in their own machinery.



## **Neue Wege der Stickstoffdüngung bei Mais und Kartoffel – Mehr Effizienz für Landwirtschaft und Umwelt mit dem CULTAN-Verfahren**

### ***New ways of nitrogen fertilizing in corn and potatoes – more efficiency for agriculture and environment with the CULTAN system***

Maier, Jürgen<sup>1)</sup> und Müller-Sämann, Karl<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald, Fachbereich Landwirtschaft, Europaplatz 3, 79206 Breisach, email:

<sup>2)</sup> Agentur für Nachhaltige Nutzung von Agrarlandschaften, Klarastraße 94, 79106 Freiburg  
juergen.maier@lkbh.de

### **Motiv**

Im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald stellen die Nitratvorräte bei Mais mit ungefähr 10.000 Hektar (etwa die Hälfte der Ackerfläche) und vor allem bei Kartoffeln mit circa 600 Hektar nach wie vor eine potenzielle Belastung des Grundwassers dar. Ferner wird eine Verringerung des Anteils von Treibhausgasen durch eine effizientere Ausbringung von Stickstoffdüngern im Ackerbau angestrebt. Die Folgen des Klimawandels, wie z.B. zunehmende Sommertrockenheit, zwingen ebenfalls zu einer Anpassung bei der Stickstoffdüngung. Die hiesigen Mais- und Kartoffelanbauer müssen weiterhin die Kosten der Arbeitserledigung und des Betriebsmitteleinsatzes senken, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

### **Methode**

In dem vom Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz der badenova AG & Co. KG geförderten Projekt wird das CULTAN-Verfahren von 2008 bis 2010 in Körnermais und Kartoffel an je 5 Orten unterschiedlicher Bodengüte im Raum Freiburg in Großparzellen mit der ortsüblichen konventionellen Stickstoffdüngung bei gleicher N-Düngungshöhe verglichen. Der CULTAN-Dünger im weiteren Sinne (Harnstoff-Ammoniumsulfat-Lösung) wird im Mais bei der Aussaat kontinuierlich alle 150 cm zwischen zwei Maisreihen in 15 cm Bodentiefe, in Kartoffel bei der Pflanzung kontinuierlich 10 cm unter den Knollen als Depot abgelegt. Neben den Erträgen, den inneren und äußeren Qualitäten, der Stickstoffdynamik im Boden einschließlich der Messung der Nitratauswaschung mittels Selbst-Integrierende Akkumulatoren (SIA) werden die ökonomischen Auswirkungen erfasst.

### **Erste Ergebnisse**

Das CULTAN-Verfahren führte bei Körnermais 2008 zu durchschnittlich 8 % höheren Erträgen. Die Inhaltsstoffe von Ganzpflanze und Korn wiesen gleiche oder tendenziell höhere Gehalte auf. Das Düngedepot im Boden war bis zur Ernte in Nitratform nachweisbar. Die Nitratauswaschungen waren im Trend geringer, auf einem insgesamt niedrigen Niveau. Bei den Kartoffeln waren die Erträge 2009 bei frühen bis späten Sorten im Durchschnitt gleich wie bei konventioneller Düngung, mit Mehr- bzw. Mindererträgen bis durchschnittlich 11 %. Auffallend der größere Knollenansatz und der geringere Anteil an Übergröße.

### **Erste Schlussfolgerungen**

Die Stickstoffversorgung von Körnermais mit einem bei der Aussaat kleinräumig platzierten Düngedepot scheint problemlos möglich, ebenso die Aufnahme von homogen im Boden verteilten Nährstoffen. Die Nitratkonzentration im Depot bei der Ernte und die höheren Kornerträge lassen auf eine effizientere Stickstoffversorgung schließen. Eine Reduzierung der Stickstoffdüngergabe beim CULTAN-Verfahren scheint beim Mais aussichtsreich. Bei den Kartoffeln bleibt das zweite Versuchsjahr abzuwarten, um genauere Schlussfolgerungen ziehen zu können.

## **Injektionsdüngung in frühen Speisekartoffeln: Zwischenstand eines Projektes in Rheinland Pfalz**

### ***Fluid injection fertilisation to early table potatoes: Intermediate state of a project in Rhineland-Palatinate***

Beck, Werner

Dienstleistungszentrum ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück

Abteilung Landwirtschaft, Wormser Str. 111, 55276 Oppenheim

werner.beck@dlr.rlp.de

Rheinland-pfälzische Exaktversuche der Jahre 1998 bis 2003 zeigten bereits eine Steigerung der N-Effizienz bei der Anwendung Ammonium betonter Düngeverfahren mittels Injektionsdüngung gegenüber dem konventionellen Verfahren (breitwürfig oberflächlich) auf. In einem weiteren Schritt folgt nun der Praxisvergleich beider Düngeverfahren. Ziel des Projektes ist es, die Praktikabilität der Injektionsdüngung im Kartoffelbaubetrieb aufzuzeigen und Vor- und Nachteile des Düngeverfahrens zu verdeutlichen.

Beim ersten Treffen der Beteiligten (Offizialberatung, Handel, Landwirte, Lohnunternehmer) wurde beschlossen, jährlich 6-10 Demonstrationsversuche in der Region Rheinhessens und der Nordpfalz anzulegen, den Bestand während des Wachstums zu bonitieren (Habitus, Stängelzahl) sowie stichprobenartig Proben zu entnehmen, die auf Qualitäts- und Quantitäts- und Umweltparameter (Ertrag, Sortierung, Knollen je Pflanze, Stärkegehalt, Nitrat in der Knolle, Nitrat im Boden nach Ernte) untersucht werden. Der Anbau erfolgte auf Lösslehmstandorten mit 70 bis 85 Bodenpunkten bei pH-Werten zwischen 6,8 und 7,6. Zusatzberegnung war nicht möglich, die durchschnittliche Niederschlagsmenge beträgt in der Region 520 mm.

Legt man hinsichtlich der Arbeitsaufwands- und Düngemittelkosten eine Vollkostenrechnung zugrunde, so kann für das konventionelle Verfahren (Düngung mit Schleuderstreuer) 15.- €/ha Kosten veranschlagt werden. Dem gegenüber steht das Injektionsverfahren, das kombiniert mit der Dammformung praktiziert wird und keines separaten Arbeitsganges bedarf. Dementsprechend ist Einsparpotenzial (50 %) vorhanden, die Kosten werden mit 7,50 €/ha kalkuliert. Nach Preisvergleich der Düngemittel (Stand November 2009) kann Kalkammonsalpeter mit 0,75 €/kg Reinnährstoff und Ammonsulfatlösung mit 0,50 €/kg Reinnährstoff angenommen werden. Werden durchschnittlich 100 kg Stickstoff gedüngt, kostet die KAS-Düngung 75 €/ha und die ASL-Injektion 50 €/ha. Das Einsparpotenzial des Injektionsverfahrens beträgt 32,50 €/ha.

### **Diskussion und Fazit**

Im Exaktversuch wurde die Effizienzsteigerung des Injektionsverfahrens bei reduzierter N-Düngung besonders deutlich. Im Praxistest sind die Vorteile bei normaler N-Menge (leicht reduziert) gering. Es fehlen vergleichende Versuche, die belegen, bei welcher N-Menge das Ertragsmaximum bei Ammonium betonter Injektionsdüngung zu erreichen ist.

Zur umfassenden Beurteilung des Injektionsverfahrens sollten die Auswirkung auf die Pflanzengesundheit (Bonitur Rhizoctoniaschädigung) sowie die Beeinflussung der Lagerstabilität bewertet werden.

Die in Exaktversuchen des letzten Jahrzehnts nachgewiesenen Vorteile Ammonium betonter Injektionsdüngung beim Anbau von Speisekartoffeln auf trockenen Standorten Rheinhessens und der Nordpfalz konnte die Praxistestung nur teilweise bestätigen. Ohne Zusatzberegnung waren beim Vergleich der beiden Stickstoff-Düngeverfahren „KAS konventionell“ und „AHL/ASL Injektionsdüngung“ keine nennenswerten Unterschiede hinsichtlich Knollenansatz, Einzelknollengewicht, Stärkegehalt, Sortierung und Nitratgehalt in der Knolle erkennbar. Tendenziell (um 2,4 %) konnte der Ertrag an marktfähiger Ware durch das Injektionsverfahren gesteigert werden. Sollten die geringeren Nitratfunde nach der Ernte zukünftig Bestätigung finden, könnten Ein- und Auswaschungsrisiko gesenkt werden – eine Umweltleistung, die bei gerade anstehenden Fragen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie Beachtung verdient.

## **Grundlagenuntersuchungen zur Injektionsdüngung mit Hochdruckwasserstrahl**

### ***Basic investigations of Injection Fertilisation with high-pressure water jet***

Niemöller, Bernd; Harms, Hans-Heinrich

Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik

Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig, TU Braunschweig

Telefon: 0531/ 391-2665, Fax: 0531/ 391-5951

b.niemoeller@tu-bs.de

### **Kurzfassung**

Die Injektionsdüngung stellt ein neuartiges Düngeverfahren dar, bei dem ammoniumreicher Dünger im Boden nahe an den Wurzeln der Pflanze abgelegt wird. Bei bisherigen Verfahren der Injektionsdüngung erfolgt die Ablage des Düngers mechanisch. Am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik der TU Braunschweig wird ein alternatives Verfahren zur Injektion des Düngers in den Boden untersucht. Hierbei wird der flüssige Dünger in Form eines Hochdruckwasserstrahls direkt in der gewünschten Tiefe in den Boden abgelegt. Im Rahmen des Vortrages werden die hierzu durchgeführten grundlegenden Untersuchungen, Zielsetzungen und Ergebnisse dargestellt. Das Ziel des von der DFG geförderten Forschungsprojektes ist es, zu untersuchen, ob es möglich ist, mit Hilfe eines Hochdruckwasserstrahls ein Depot im Boden zu erzeugen. Die dafür notwendigen grundlegenden Versuche werden nicht im Feldeinsatz sondern mit Hilfe eines stationären Versuchstandes durchgeführt. Bei diesen Versuchen wird zunächst ausschließlich mit reinem Wasser gearbeitet. Über eine Pumpe wird ein Hochdruckwasserstrahl erzeugt. Dieser wird über eine Bodenprobe hinweg geführt und in den Boden injiziert.

Bei den Versuchen werden sandige, lehmhaltige und tonhaltige Böden untersucht. Die Feuchtigkeit des Bodens wird von sehr trocken über feucht bis hin zu sehr nass variiert. Außerdem werden sehr stark verdichtete Böden und sehr lockere Böden untersucht. Darüber hinaus wird die Möglichkeit untersucht, den Dünger in gefrorene Böden zu injizieren. Weiterhin werden verschiedene Wasserdrücke von bis zu 4.000 bar, verschiedene Volumenströme und verschiedene Überfahrergeschwindigkeiten untersucht.

Zur Bewertung der Versuche werden die Ablagetiefe, die dafür aufgewandte Leistung, die Verteilung des Wassers im Boden sowie das Rückspritzverhalten des Wassers aus dem Depot herangezogen. Die Versuche zeigen gute Ergebnisse. So wird z.B. bei einem tonhaltigen Boden bei einem Druck von 400 bar und einer Überfahrergeschwindigkeit von 8 km/h eine Ablagetiefe von ungefähr 70 mm erreicht. Die dafür notwendige Leistung liegt bei einem kontinuierlichen Strahl bei ca. 5 kW je Düse. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass das Verfahren der Injektionsdüngung mit Hochdruckwasserstrahl möglich ist.



## Schwarz Injektionsdüngung und Grundwasserschutz – Kann die Nitratauswaschung im Acker- und Gemüsebau durch CULTAN-Düngung reduziert werden?

### *Fluid fertilizers injection and groundwater protection – Can CULTAN reduce the nitrate leaching in agriculture and in field vegetable cultivation?*

Schwarz, Andreas<sup>1</sup>; Bischoff, Wolf-Anno<sup>1</sup>; Maier, Jürgen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>: Gutachterbüro TerraQuat, Steckfeldstr. 36, 70599 Stuttgart, email: a.schwarz@terraquat.com;

<sup>2</sup>: Landratsamt Breisgau-Hochschwarzwald, Fachbereich Landwirtschaft, Europaplatz 3, 79206 Breisach.

a.schwarz@terraquat.com

#### Motivation

Es wird vermutet, dass mit dem CULTAN-Verfahren aufgrund der platzierten Düngung das Auswaschungsrisiko für Nitrat reduziert werden kann. In drei Projekten wurden die Nitratverluste mit dem Sickerwasser in zwei Großparzellen auf jeweils demselben Schlag unter CULTAN-Düngung und unter konventioneller Düngung (meist Kalkammonsalpeter, KAS) verglichen. Das Düngenniveau war in den beiden Varianten jeweils identisch.

#### Methode

Die Nitratauswaschung wurde mit Selbst-Integrierenden Akkumulatoren (SIA) gemessen. Die SIA werden unterhalb des Wurzelraums im ungestörten Boden installiert. Sie erfassen die flächenbezogenen Stoffflüsse während jeweils einer sechsmonatigen Messperiode. Diese umfasst einerseits die Nettosickerperiode (ca. Oktober bis März) bzw. andererseits das Sommerhalbjahr mit geringer Grundwasserneubildung.

#### Ergebnisse

Zwischen 1999 und 2004 wurde die CULTAN-Düngung für verschiedene **Gemüse**kulturen auf zwölf Schlägen in Baden-Württemberg mit unterschiedlichen Standorteigenschaften während insgesamt 17 Sommer- und 11 Wintermessperioden untersucht. Die Nitratauswaschung aus den beiden Düngevarianten unterschied sich nicht.

Von 2003 bis 2006 wurde auf neun Lössstandorten in der Nähe von Würzburg eine **Rotation aus Winterraps, Winterweizen und Zwischenfrucht + Sommergerste** jeweils in einer CULTAN- und einer KAS-Variante gedüngt. Auf den KAS-Flächen lag die Nitratauswaschung um ca. 9 % höher. In Jahren mit hohen Winterniederschlägen war der N-Verlust bei KAS um mehr als 30 % höher als bei CULTAN. Auf diesen Standorten erwies sich die fachgerechte CULTAN-Düngung als Grundwasser schonender als eine optimierte KAS-Düngung bei gleicher Ertragssicherheit.

In einem von der badenova AG & Co. KG geförderten Projekt wird seit 2008 das CULTAN-Verfahren in Körnermais und Kartoffel an jeweils fünf Standorten mit konventioneller Düngung verglichen (siehe Vortrag von Maier & Müller-Sämann). Im **Körnermais** konnte die Nitratauswaschung im ersten Jahr durch die CULTAN-Düngung tendenziell reduziert werden. Im zweiten Jahr unterschieden sich die Nitratverluste der beiden Varianten nicht. Im ersten Versuchsjahr unter **Kartoffel** lagen die Nitratverluste aus der CULTAN-Variante deutlich höher als unter konventioneller Düngung. Diese Daten beruhen bisher nur auf einer einzigen Messperiode und sind daher nicht repräsentativ.

#### Schlussfolgerungen

Je nach Standorteigenschaften, Kultur bzw. Fruchtfolge und Witterung können durch das CULTAN-Verfahren die Nitratverluste in das Grundwasser teilweise deutlich reduziert werden, ohne dass mit Ertragsseinbußen zu rechnen ist. Diese Ergebnisse können jedoch nicht ohne Weiteres von einer Region auf eine andere übertragen werden.

## Grünlanddüngung mit N-Flüssigdüngerinjektion: Einfluss von Injektionshäufigkeit und N-Menge auf Ertrag, Qualität und N-Entzug.

### *Fertilisation of grassland with N liquid fertiliser Injection: Influence of injection frequency and N rates on yield, quality and N uptake*

Ralf Reinhard<sup>1</sup>, Heinrich Scherer<sup>1</sup>, Martin Kücke<sup>2</sup> und Jörg Michael Greef<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz – Pflanzenernährung, Karlrobert-Kreiten-Strasse 13

<sup>2</sup>Julius Kühn Institut, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig  
R.Reinhard@uni-bonn.de

#### Zusammenfassung

Auf vier Standorten in Braunschweig und in der Köln-Aachener Bucht (Heinsberg, Aldenhoven und Dürboslar) wurden in den Jahren 2007 bis 2009 Feldversuche zur Auswirkung einer Injektionsdüngung mit Ammoniumsulfatlösung im Vergleich zu einer konventionellen Düngung mit Kalkammonsalpeter durchgeführt. Dabei wurde die Anzahl der N-Düngergaben (eine Teilgabe vor jedem Aufwuchs vs. eine Teilgabe vor jedem zweiten Aufwuchs) sowie die N-Düngermenge (betriebsüblich vs. -25%) variiert. Ermittelt wurde der Einfluss dieser Düngereffektoren auf folgende Parameter: Trockenmasseertrag, Rohproteingehalt, Futterqualität, N-Düngeeffizienz und Nitratauswaschung.

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass der Trockenmasseertrag und der N-Entzug des ersten Aufwuchses bei betriebsüblicher N- Düngermenge mit 45,3 dt TM/ha und 121,3 kg N/ha nach Injektionsdüngung auf ähnlichem Niveau lagen wie nach konventioneller Düngung mit 46,6 dt TM/ha und 124,8 kg N/ha. Auch die untersuchten Qualitätsparameter des Grases unterschieden sich zwischen den Düngeverfahren nicht. Bei einer um 25 % reduzierten N-Düngermenge zeigte die Injektionsdüngung Vorteile. Bei diesem Verfahren wurden mit einem mittleren Ertrag von 42,3 dt TM/ha und einem N-Entzug von 122,6 kg N/ha vergleichbare Ergebnisse wie bei betriebsüblicher Stickstoffintensität erzielt. Bei der konventionellen Düngung ging der Ertrag auf 40,7 dt TM/ha und der N-Entzug auf 105,4 kg N/ha zurück. Hieran deutet sich an, dass eine N-Injektionsdüngung im Grünland problemlos möglich ist und gleichzeitig die N-Düngermenge verringert werden kann.

Durch eine Reduktion der N-Düngergaben wurden bei beiden N-Düngeverfahren die Erträge verringert und die Qualitätsparameter verschlechtert. Weder mit der Injektionsdüngung noch mit der konventionellen Düngung konnte mit einer Düngerapplikation zu zwei Aufwüchsen die N-Versorgung für beide Aufwüchse sichergestellt werden: Bei dieser N-Verteilung kam es zu einer Überversorgung des ersten Aufwuchses mit einer entsprechend verminderten Versorgung des zweiten Aufwuchses. Daraus lässt sich ableiten, dass eine Depotdüngung zu zwei Aufwüchsen auch mit der N-Injektionsdüngung nicht praktikabel ist.

Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

## Winterweizen und Mais nur einmal mit Stickstoff düngen?

### *Is a single application of nitrogen sufficient for winter wheat and maize?*

<sup>1</sup>Schulz, Rudolf; <sup>1</sup>Donath, Sebastian; <sup>1</sup>Döhler, Hannes; <sup>2</sup>Großmann, Imanuel; <sup>1</sup>Riexinger, Jochen; <sup>4</sup>Weiß, Katharina; <sup>5</sup>Ehrhart, Elisabeth; <sup>2</sup>Gruber, Sabine; <sup>3</sup>Pekrun, Carola; <sup>2</sup>Claupen, Wilhelm; <sup>1</sup>Müller, Torsten

<sup>1</sup>Institut für Pflanzenernährung, Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart

<sup>2</sup>Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart

<sup>3</sup>Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen; FG Pflanzenbau und Qualitätsmanagement; Neckarsteige 6-10, 72622 Nürtingen

<sup>4</sup>Landratsamt Tübingen, Wilhelm-Keil-Str. 50, 72072 Tübingen

<sup>5</sup>Regierungspräsidium Tübingen, Konrad-Adenauer-Str. 20, 72072 Tübingen  
schulzru@uni-hohenheim.de

Zusammen mit Landwirten wurden in mehrjährigen Praxisversuchen zu Winterweizen in den Landkreisen Tübingen und Biberach in Baden-Württemberg eine platzierte Oberflächenapplikation  $\text{NH}_4^+$ -betonter N-Dünger mit einer konventionellen geteilten N-Düngung sowie einer einmaligen breitwürfigen Ausbringung von Stickstoff in verschiedenen Düngerformen (KAS, Harnstoff, AHL, Domamon) verglichen. Es zeigte sich, dass eine platzierte Applikation von  $\text{NH}_4^+$ -Düngern auf den untersuchten Standorten zur Bildung eines  $\text{NH}_4^+$ -Depots führte, das den N-Bedarf des Winterweizens deckte und nach der Ernte vollständig entleert war. Die N-Entzüge waren gleich hoch wie bei konventioneller geteilter Düngung. In den Versuchsjahren 2007 und 2008 wurden identische Kornerträge wie bei konventioneller Düngung erzielt. Die Rohproteingehalte der AHL-Depot-Varianten und der geteilten Düngung unterschieden sich nicht. Überraschenderweise konnten mit einer einmaligen breitwürfigen Applikation unabhängig von der Düngerart gleich hohe Erträge und Rohproteingehalte wie mit der geteilten N-Düngung und der Depotdüngung erzielt werden. Deshalb muss hinterfragt werden, ob auf den untersuchten Standorten (tiefgründige Lehm Böden; Klimabedingungen SW-Deutschlands) eine Platzierung erforderlich ist oder lediglich eine einmalige breitwürfige Düngung zwischen Vegetationsbeginn und Schossen ausreicht.

Neben den Versuchsergebnissen aus den Vorjahren sollen auch Ergebnisse aus dem Versuchsjahr 2009 präsentiert werden, in dem die Düngungsversuche zu Winterweizen auf flachgründige Standorte ausgeweitet wurden.

Außerdem werden Ergebnisse von 2009 durchgeführten Feldversuchen mit Gülledüngung zu Mais vorgestellt. In diesen Praxisversuchen mit Landwirten wurden verschiedene Applikationstechniken (Grubber, Scheibenegge, Schleppschlauch) bei einmaliger Düngung von mit SSA angereicherter Gülle und geteilter Düngung in Kombination mit AHL miteinander verglichen.

## **$\text{N}_2\text{O}$ emissions from a vegetable field as affected by ammonium depot fertilization and by the use of a nitrification inhibitor**

### ***$\text{N}_2\text{O}$ -Freisetzung bei Ammonium-Depotdüngung und bei Anwendung eines Nitrifikationshemmstoffs im Gemüsebau***

<sup>1</sup>Ruser, Reiner\*; <sup>1</sup>Pfab, Helena; <sup>2</sup>Palmer, Iris; <sup>1</sup>Spengler, Julia; <sup>2</sup>Fiedler, Sabine; <sup>1</sup>Müller, Torsten

<sup>1</sup>Institute for Plant Nutrition, Universität Hohenheim (330), 70593 Stuttgart

<sup>2</sup>Institute of Soil Science and Land Evaluation, Universität Hohenheim (310), 70593 Stuttgart  
ruser@uni-hohenheim.de

In order to test the effect of different fertilization strategies on the emission of the climate relevant trace gas  $\text{N}_2\text{O}$ , we determined annual  $\text{N}_2\text{O}$  fluxes from a vegetable cultivated field at an experimental site of the Universität Hohenheim. Annual flux measurements are a prerequisite for the reliable evaluation of the atmospheric impact of agricultural management practices because up to 70% of the annual  $\text{N}_2\text{O}$  emission might occur outside the cropping season.

Soil type of our experimental site near Stuttgart was a Luvisol derived from loess. The soil was planted with lettuce followed by cauliflower. The following treatments were tested: broadcast N application of solid ammonium nitrate sulfate (ANS), broadcast application of ANS with the nitrification inhibitor 2,4-DMPP (ANS+NI), and a depot-fertilization with solid ANS to cauliflower. The depot fertilization can be characterized as a Pseudo-CULTAN treatment. The depot was placed banded in 10 cm depth below the plant row. N-demand was calculated according to the KNS-Sollwert and accounted for 435 kg N ha<sup>-1</sup> (both crops) in each treatment.

There was no effect of these three treatments on the yield of lettuce or cauliflower. The annual  $\text{N}_2\text{O}$  emission in the treatment with broadcast ANS application was 8.8 kg  $\text{N}_2\text{O-N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ . The  $\text{N}_2\text{O}$  flux rates were positively correlated with increasing soil moisture and nitrate contents of the top soil indicating, that denitrification was the main source for the  $\text{N}_2\text{O}$  released. The emission from the soil with nitrification inhibitor was 4.9 kg  $\text{N}_2\text{O-N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ . As compared to the ANS treatment this corresponded to a reduction of 44%. The annual  $\text{N}_2\text{O}$  emission from the soil with depot fertilization was not statistically different from the one with broadcast ANS application. It was 10.5 kg  $\text{N}_2\text{O-N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ . The high emission from the depot treatment and the nitrification inhibitory effect in the depot suggest, that the high nitrate concentrations in the surrounding of the depot favored  $\text{N}_2\text{O}$  release from denitrification.

In the talk we will also introduce results from methodical work to quantify the  $\text{N}_2\text{O}$  emission from a soil with depot fertilization and we will give a short overview on the current knowledge of the effect of injection fertilization and similar fertilization techniques on the  $\text{N}_2\text{O}$  release from soil.

## **N<sub>2</sub>O-Freisetzung bei Ammonium-Depotdüngung und bei Anwendung eines Nitrifikationshemmstoffs im Gemüsebau**

### ***N<sub>2</sub>O emissions from a vegetable field as affected by ammonium depot fertilization and by the use of a nitrification inhibitor***

<sup>1</sup>Ruser, Reiner\*; <sup>1</sup>Pfab, Helena; <sup>2</sup>Palmer, Iris; <sup>1</sup>Spengler, Julia; <sup>2</sup>Fiedler, Sabine; <sup>1</sup>Müller, Torsten

<sup>1</sup>Institut für Pflanzenernährung, Universität Hohenheim (330), 70593 Stuttgart

<sup>2</sup>Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim (310), 70593 Stuttgart

ruser@uni-hohenheim.de

Auf Versuchsflächen der Universität Hohenheim wurden annuelle Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlicher Düngungsstrategien im Gemüsebau auf die Freisetzung des klimarelevanten Spurengases N<sub>2</sub>O durchgeführt. Ganzjährige Untersuchungen sind Voraussetzung für eine zuverlässige Bewertung von Bewirtschaftungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Klimarelevanz, weil die Emissionen außerhalb der Vegetationsperiode bis zu 70% der gesamten Jahresemission betragen können.

Die Untersuchungen wurden auf einer Löß-Parabraunerde nahe Stuttgart durchgeführt. Als erster Gemüsesatz wurde Kopfsalat, als zweiter Satz Blumenkohl angebaut. Dabei wurden die folgenden Behandlungen untersucht: Breitflächige Düngung mit Ammonsulfatsalpeter (ASS), Einsatz des Nitrifikationshemmstoffs 2,4-DMPP (ASS+NI), sowie eine Depotdüngung zu Blumenkohl (mit ASS), die als Pseudo-CULTAN Behandlung angesehen werden kann. Die Depotdüngung wurde in 10 cm Tiefe als Band eingearbeitet. Der N-Bedarf wurde nach dem KNS-Sollwert berechnet und betrug in allen Behandlungen 435 kg verfügbarer N ha<sup>-1</sup> (Σ beide Gemüsesätze).

Keine der Behandlungen hatte einen Effekt auf die Erträge von Kopfsalat oder Blumenkohl. Die N<sub>2</sub>O-Emission betrug bei breitflächiger ASS-Düngung 8,8 kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Die N<sub>2</sub>O-Flussraten waren positiv mit den Wassergehalten sowie mit den Nitratgehalten des Oberbodens korreliert, so dass die hohen Emissionen überwiegend auf die Denitrifikation als maßgebliche N<sub>2</sub>O-Quelle zurückzuführen sein dürften. Durch Anwendung des Nitrifikationshemmstoffs konnte die Jahresemission um 44% auf 4,9 kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> reduziert werden. Im Gegensatz dazu konnte die N<sub>2</sub>O-Emission mittels Depotdüngung nicht gemindert werden. Sie unterschied sich mit 10,5 kg N<sub>2</sub>O-N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> statistisch nicht signifikant von der breitflächig gedüngten ASS-Behandlung, was auf die lokal hohe Nitratkonzentration in unmittelbarer Umgebung des Depots zurückgeführt wurde.

Im Vortrag werden neben den Versuchsergebnissen methodische Arbeiten zur quantitativen Erfassung der N<sub>2</sub>O-Emissionen bei Depotdüngung vorgestellt und der Kenntnisstand zum Einfluss von Injektionsdüngung und ähnlichen Verfahren auf die N<sub>2</sub>O-Freisetzung zusammengefasst.

## **Is a single application of nitrogen sufficient for winter wheat and maize?**

### ***Winterweizen und Mais nur einmal mit Stickstoff düngen?***

<sup>1</sup>Schulz, Rudolf; <sup>1</sup>Donath, Sebastian; <sup>1</sup>Döhler, Hannes; <sup>2</sup>Großmann, Imanuel; <sup>1</sup>Riexinger, Jochen;

<sup>4</sup>Weiß, Katharina; <sup>5</sup>Ehrhart, Elisabeth; <sup>2</sup>Gruber, Sabine; <sup>3</sup>Pekrun, Carola; <sup>2</sup>Claupein, Wilhelm; <sup>1</sup>Müller, Torsten

<sup>1</sup>Institut für Pflanzenernährung, Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart

<sup>2</sup>Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart

<sup>3</sup>Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen; FG Pflanzenbau und Qualitätsmanagement; Neckarsteige 6-10, 72622 Nürtingen

<sup>4</sup>Landratsamt Tübingen, Wilhelm-Keil-Str. 50, 72072 Tübingen

<sup>5</sup>Regierungspräsidium Tübingen, Konrad-Adenauer-Str. 20, 72072 Tübingen

schulzru@uni-hohenheim.de

Perennial field experiments with winter wheat were carried out on farmer's fields in the counties Tübingen and Biberach in federal state of Baden-Württemberg, South-West Germany. In these experiments we compared the placed surface application of NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-dominated N fertilizer with the conventional split application of nitrogen as well as with a single broadcast N application, including different N fertilizer types (calcium ammonium nitrate, urea, urea ammonium nitrate solution, urea ammonium sulfate solution). Results showed that a placed application of NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-fertilizer caused the formation of an NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-depot, which covered the N demand of winter wheat and was completely depleted after harvest. Nitrogen uptake of above ground biomass of the depot fertilization treatments was as high as the conventional split application. In 2007 and 2008 the same grain yields were achieved as with conventional fertilization. There were no differences between the raw protein concentrations of the depot treatments with urea ammonium nitrate solution and the split applications. Surprisingly, the same grain yields and raw protein concentrations were achieved with the single broadcast application as compared with the conventional split application and the depot fertilization treatments. Hence in case of a single N application the need for an NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-placement on the experimental sites (deep-rooted loamy soils, climate conditions of South-West Germany) has to be discussed. A single broadcast N application between start of vegetation period and shooting stage is likely to be sufficient.

Besides the results of the past years also results of the year 2009 will be presented, in which the field experiments with winter wheat were carried out on shallow-rooted soils, too.

Additionally, the results of field experiments in 2009 with the application of liquid manure to maize will be presented. In these experiments we compared different application techniques (cultivator, disc harrow, trail hose) of liquid manure, which N concentration is enriched with ammonium sulfate, applied as a single fertilization or in combination with a fertilization of urea ammonium nitrate solution.

**Klima- und wasserschonender Pflanzenbau mit CULTAN – welches Verfahren, welcher Dünger, für welchen Zweck in Landwirtschaft und Gartenbau**

***Climate- and water - protectional plant production with CULTAN – Which method and which fertilizer should be used in agri- and horticulture***

Schumacher, Hermann-Josef, Keltenstr.7, 47495 Rheinberg  
hermann-schumacher@gmx.net

Anhand aktueller Praxis-Versuchsergebnisse auf Groß- und Kleinparzellen zu Weizen, Braugerste, Hafer, Mais und Grünland werden die Möglichkeiten eines erfolgreichen, nachhaltigen, Klima- und Wasser schonenden Pflanzenbaus mit CULTAN herausgearbeitet. Neben den Ertrags- und Qualitätsaspekten werden Nährstoff- und Klimabilanzen, Überlegungen einer geeigneten Düngewahl für das CULTAN-Verfahren sowie deren Auswirkungen für die Kulturentwicklung und auf den Boden vorgestellt.

Die Anwendung des CULTAN-Verfahrens verhindert die Verlagerung von Nitrat in tiefere Bodenschichten, seine Anreicherung im Grundwasser und/oder in der Pflanze. Der platzierte  $\text{NH}_4$ -Dünger ist auf Grund seines Sorptionsverhaltens im Boden und Wurzelraum eine stabile N-Quelle. Erfolgt die CULTAN-Düngung nach dem Entzug der Pflanzen verbleibt kein Reststickstoff im Boden. Die Versuche zeigen auch, dass reine  $\text{NH}_4$ -Depots gegenüber Mischdepots aus  $\text{NH}_4$ , Harnstoff und/oder Nitrat hinsichtlich Ertrags- u. Qualitätssicherheit, Pflanzengesundheit und Wassereffizienz, insbesondere bei Körnerfrüchten, überlegen sind. Gerade auf Grund der Klimaerwärmung wird der erhöhte Wassereffizienz im Pflanzenbau durch die Anwendung des CULTAN-Verfahrens eine globale Beachtung zuteil werden: Optimales Wurzelwachstum, verdickte Zellwände, besonders der Blattoberflächen und verringerte Transpiration und die optimale Ausschöpfung des Ertragspotentials bei reduzierten Blatt- und Stängelanteilen im Verhältnis zu den Ernteprodukten sind die Ursachen für die Förderung der Dürresistenz CULTAN-gedüngter Pflanzen.

CULTAN erlaubt es, die N-Düngung bei pflanzlichen Produktionsverfahren auf einen Zeitpunkt zu konzentrieren. Führende Landmaschinenhersteller haben praxisreife Maschinen für die konservierende Bodenbearbeitung entwickelt, die Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung, Aussaat, Rückverfestigung und Düngung so kombinieren, dass sie vielfältig, kulturübergreifend, Kraftstoff-, Arbeitszeit sparend und damit Klima effizient einsetzbar sind. Die Praxisversuche zeigen, dass durch die Kombination „konservierende Bodenbearbeitung und CULTAN“ bei den Produktionsverfahren bis über 30 %  $\text{CO}_2$  eingespart werden kann. Solche „Mulchsaatmaschinen“ erlauben z.B. im Jahresverlauf die folgende Kombinationspektren: Grünlandnachsaa, Düngung u. Walzen; Verabreichung der gesamten Jahresdüngung u. Walzen/Rückverfestigung nach Winter von Wintergetreide und –raps in einem Arbeitsgang; Maisbreitsaat und –düngung; Stoppelbearbeitung, exakte Zwischenfruchtbestellung u. Düngung; Wintergetreidebestellung; Förderung der Gemengeaussaat durch die exakte Saatgutablage der Einzelkomponenten, insbesondere im Bioanbau. Die möglichen extrem hohen Einsatz- u. Auslastungszeiten erreichen bezogen auf Material und Energieeinsatz der Herstellung eine herausragende Klima Effizienz.

CULTAN ermöglicht auf Grund seines Ganzheitlichkeitspotentials eine Nachhaltigkeitssteigerung des Pflanzenbaus.

**The use of fluid fertilizers in arable and horticultural crops in the Netherlands**

***Der Einsatz von Flüssigdüngern in Acker- und Gartenbau in den Niederlanden***

Wim van Dijk & Willem van Geel

Wageningen University & Research centre (WUR), The Netherlands

Wim.vandijk@wur.nl

In the current practice of arable and horticultural farming in the Netherlands mineral fertilizers are mainly applied in solid form. However, fluid fertilizers may become of increasing interest due to restrictions in the use of nitrogen (N) and phosphorus (P) with regard to the Nitrates Directive in the Water Framework Directive. To prevent yield and quality reductions a higher efficiency of applied fertilizers is required.

Efficiency of N fertilizers can be increased by split application systems, preferably based on soil and/or crop analysis. However, under dry conditions availability of late applied N in standing crops can be poor. Fluid fertilizers may perform better under those conditions. We will present results of recent field experiments with ware potatoes in which the fluid fertilizers urean and Flex are compared with the commonly used solid N fertilizer calcium ammonium nitrate.

For crops with a wide row spacing row application of N as well as P may increase efficiency. For certain crops, like maize, row application with solid fertilizers is already common practice. With refer to fluid fertilizers research has been done on the Cultan method (row application of fluid ammonium-N-fertilizer) in ware potatoes and leeks. Results were variable and depended on growing conditions. A new development is row application of fluid fertilizers with high air pressure techniques. This can be of interest for application in standing crops where conventional techniques (injection elements) cause too much damage when applied close to plants. Results from recent field experiments with ware potatoes and cauliflower will be discussed.

For phosphorus there's trend to low dose starter fertilizations (5-10 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  per ha) with row applied fluid fertilizers. This will decrease the input with mineral fertilizers and will give room for manure P applications. Current research must show the perspectives.

A technique combining an improved timing and placement is fertigation (i.e. application of nutrients to irrigation water). We will show results of research with potatoes, vegetables and flower bulbs.

From the results of experimental research it can be concluded that the performance of fluid fertilizers is variable. However, considering the need to reduce N and P inputs in agriculture and the expected change to precision fertilization their interest may increase in future.

**Precision Placement of Liquid Fertilisers – its Potential for Improving the Yield and Quality of Vegetable Crops, and the Efficiency of Nutrient use**

**Exaktablage von Flüssigdüngern – Potentiale zur Verbesserung von Ertrag und Qualität von Gemüse sowie der Nährstoffnutzungseffizienz**

Burns, Ian

Warwick HRI, University of Warwick, Wellesbourne, Warwick CV35 9EF, UK

ian.burns@warwick.ac.uk

Poor recoveries of nutrients from conventional broadcast fertiliser applications on wide row vegetable crops can create large nutrient residues, and may increase the risk of pollution by leaching or erosion. Targeting fertiliser applications using precision placement techniques can stimulate early growth and help to establish vigorous young plants which are able to exploit available nutrients more effectively, offering the potential to help protect the environment by reducing the total amounts of nutrients applied and minimising their accumulation in the soil. However, to be effective, placed fertiliser must maintain a continuing supply of nutrients to the developing roots of young seedlings or transplants to sustain uptake at a time when high concentrations of nutrients are needed in their tissues. A key requirement of successful fertiliser placement is therefore to develop practices to meet this early crop demand with targeted applications of fertiliser in the seedbed, whilst ensuring there are enough nutrients available to satisfy later demand at a time when roots are better able to exploit the soil more effectively. This paper shows how an understanding of these principles has been used to design effective precision placement techniques which can not only improve the yield and quality of many vegetable crops, but also increase the efficiency of nutrient use by reducing overall rates of application.

**Technik für Injektionsdüngung - Entwicklung, Angebot, Einsatzsicherheit, Wirtschaftlichkeit**  
**Technique for Injection Fertilisation – Offers, Reliability and Economy**

Mantel, Siegfried

Profiagrartechnik e. K., Am Schärf 2, D-97499 Donnersdorf

Info@Profiagrartechnik.de

**Entwicklung**

Das die Injektionsdüngung funktioniert, haben in den letzten Jahren Exaktversuche in Bayern, Thüringen und Sachsen mit Vergleich von Gülle oberflächlich und Injektion (TU München 4 Jahre) bzw. AHL (TLL bzw. Biochem-Sachsen) bewiesen. Erste Technologien zur Injektionsdüngung lassen sich bis in die 30er Jahre zurückverfolgen. Bereits Prof. Th. Römer und F. Scheffer haben in ihrem Buch „Ackerbaulehre“ von 1933 darauf hingewiesen, hier sind auch entsprechende Abbildungen von Jauchefässern mit Injektion vorhanden. Die stärkste Entwicklung an Injektionstechnik haben wir heute in Nordamerika. In den USA geht derzeit die Entwicklung Richtung Punktinjektion weiter.

**Angebotene Maschinen und Technologien**

In den USA und Kanada hat sich die Zinken-Injektionstechnik in Verbindung mit Bodenbearbeitung entwickelt, dies ist eine Folge des vorh. Düngers. Eine Ammoniumnitrat-Harnstoff Lösung oder eine Ammoniumsulfatlösung war im Verhältnis zum flüssigen Ammoniak natürlich zu teuer und nicht notwendig auf Grund der Konzentration des flüssigen Ammoniaks. Trotzdem haben sich in den USA und Kanada relativ zeitnah zu der Entwicklung von Professor Sommer in Deutschland Leute mit der Punktinjektion beschäftigt. Führende Firmen im Bereich Injektion für AHL und flüssigem Ammoniak sind in den USA und Kanada die Firmen Bourgault, Yetter, John Deere usw. In Nordamerika sind für die flüssige, organische Düngung, Injektoren in Scheiben-Form, als auch in Zinken-Form und auch in einer Art von rotierenden Werkzeugen am Markt von DM, Balzer, Nuhn oder Gea-Houle.

In Europa war im Bereich flüssiger Mineraldünger die Entwicklung in den neunziger Jahren gekennzeichnet durch den Beginn der Zinkeninjektion (Liniendepots) mit umgebauten Großflächenstriegeln, und dem Beginn der Punktinjektion mit Radinjektoren, die von Maschinenbauern konstruiert wurden, die von den Problemen im Ackerboden keine Ahnung hatten (Steine und klebende Böden). Parallel hat sich das Ganze auch in Dänemark entwickelt, hier durch die Firma Agrodan. Die Weiterentwicklung war dann für eine gewisse Zeit eigentlich nur in Deutschland bei der Maschinen- und Antriebstechnik Güstrow vorhanden, bis sich relativ spät in den Niederlanden das Punktinjektions-Verfahren ab 2004-2005 zu etablieren begann. Im Prinzip ist die Einsatzfläche in den Niederlanden für das Punktinjektions-Verfahren förmlich explodiert. Die vor allen Dingen relativ jungen Maschinen werden ständig weiterentwickelt und im dauerhaften Einsatz mit immensen Flächenleistungen je Saison bis 4500 ha gefahren, die Firma Duport aus den Niederlanden hat ursprünglich das Injektionsrad der Firma Spikewheel aus den USA übernommen, aber mittlerweile stetig angepasst. Die meisten Injektionsmaschinen, die derzeit in Europa im Einsatz sind, sind Injektoren der Firma Duport. Das trifft sowohl für den Mineraldünger als auch für den Güllebereich zu, hier sind die Scheibenschlitzgeräte sowohl im Getreide, Grünland und nach der Maisausaat einsetzbar.

In Deutschland, an der TU-Braunschweig, hat man sich eben Gedanken zu dem Thema Injektion von flüss. Mineraldünger gemacht, und ist so zu Hochdruckinjektion gelangt, die jedoch wie die anfänglichen Injektionsräder derzeit nicht praxistauglich scheint, und noch nicht vertrieben wird.

**Einsatzsicherheit und Wirtschaftlichkeit**

Verfahren für die Injektion unterscheiden sich in der Einsatzsicherheit gravierend, bei den gegebenen Bodenbedingungen, es gibt Systeme die auf schwerem Boden, bei feuchten Verhältnissen nur sehr schwierig einzusetzen sind oder ebenfalls bei sehr steinigten Böden, hier muss der Landwirt oder Unternehmer an seinem Standort angepasst die Entscheidungen treffen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist hier der Dünger, die Düngerqualität, hier kann ein sehr billiger Dünger, sehr schnell sehr teuer werden.

Injektionsdüngung ist ein preiswertes und das einzige umwelt-klimafreundliche Düngeverfahren des 21. Jahrhunderts.

## Managing Fluid Fertilizers on the Canadian Prairies

### *Einsatz von Flüssigdüngern in den Prärien Kanadas*

Grant, Cynthia

Agriculture and Agri-Food Canada, Brandon Research Centre, Box 1000A, RR#3, Brandon, MB, R7A 5Y3, CANADA

Cynthia.grant@agr.gc.ca

Fluid fertilisers have become very popular on the Canadian prairies because of their safety and efficiency, as well as the flexibility in formulation of liquid blends and ease of fabricating or modifying application equipment. Urea ammonium nitrate (UAN) is particularly suited to one-pass seeding and fertilising systems, which are increasing in popularity on the prairies. Ammonium thiosulphate (ATS) is also widely used. While ammonium polyphosphate is an effective phosphate source, it does not provide the dramatic improvement over monoammonium phosphate in western Canada that has been observed in South Australia. Ammonium polyphosphate is not used as widely in western Canada as monoammonium phosphate, primarily because of the cost difference between the two products.

Approximately 80% of the fertilizer applied on the Canadian prairies is applied as in-soil band, either placed with or near the seed-row during the seeding operation, or injected in a separate operation. Application of N in a one-pass seeding and fertilizing system can reduce the number of field operations and may reduce moisture loss associated with a separate banding operation. Low rates of fertilizer may be applied directly in the seed-row but higher rates of seed-placed fertilizer may lead to seedling damage. Placing the fertilizer in a band separated from the seed will reduce the risk of seedling damage, yet still retain the benefits of banding. Banding increases the use efficiency of both N and P fertilizers. Placement of P fertiliser near the seed-row allows the seedling to access the fertiliser early in growth when it is critical to crop establishment, while banding the fertilizer reduces tie-up of the P with Ca or Mg in high pH soils and Al or Fe in low pH soils. Placing N fertiliser in a concentrated band in the soil below the soil surface will reduce volatilization and immobilization losses, since the fertilizer will be covered by soil and separated from the crop residue. Banding an ammonium or ammonium-producing fertilizer will also slow the conversion of ammonium to nitrate, thus reducing the risk of losses by denitrification and leaching. In-soil banding of N fertilizer has the greatest advantage where yield potential, moisture level and amount of fertilizer applied are high. Injection of fluid fertilizer sources is therefore a popular management choice on the Canadian prairies, particularly among producers adopting reduced tillage management.

## Fluid Fertilizer Injection in Australian Cereal Cropping Systems – Research and Technology.

### *Flüssigdüngerinjektion in australischen Getreideanbausystemen - Forschung und Technologie*

Holloway, Robert<sup>1,2,3</sup>, McLaughlin, Michael<sup>1,4</sup> and Kelly, James<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Waite Agricultural Research Institute, Discipline of Soil and Land Systems (DP636), School of Earth and Environmental Sciences, The University of Adelaide, Australia 5005.

<sup>2</sup> SARDI – South Australian Research and Development Institute.

<sup>3</sup> Arris Pty. Ltd.

<sup>4</sup> CSIRO Sustainable Agriculture Flagship, CSIRO Land and Water, PMB 2, Glen Osmond, SA 5064, Australia

Address of main author: PO Box 14 Mintaro, South Australia 5415.

bholloway@arris.com.au

Until the late 1990's, soil-injection of fluid fertiliser in cereal and other extensive cropping systems in Australia was restricted to the application of anhydrous ammonia.

In the State of South Australia (SA), about 50% of the area of wheat sown is located on Eyre Peninsula (EP) where the majority of soils are alkaline and highly calcareous (more than 25% calcium carbonate in the topsoil). Most of the wheat producing regions on EP receive less than 350 mm of rain per annum. Despite many decades of application of granular P fertiliser and apparently adequate concentrations of "available" P as estimated by the Colwell soil test, tissue testing indicated that cereal plants on these calcareous soils were commonly P-deficient. Research at two sites in 1999 showed that fluid monoammonium phosphate (MAP) was up to 15 fold more efficient than granular MAP in supplying P to wheat. Further detailed research over the following 7 years showed that both macronutrient and micronutrient fertilisers were more efficient because of different chemistry of reaction products in the soil. In low soil water regimes in calcareous soils, Ca<sup>2+</sup> ions migrate with soil water into granules and considerably reduce the outward diffusion of P from the granule. Similar situations exist in acid soils high in aluminium and iron. Micronutrient diffusion and availability from granules is also restricted compared with fluid applications on the calcareous soils. Low P availability also masks low N, Zn and other macro (K, Mg) and micronutrient (Mn, Cu) availability.

Superphosphoric acid is not manufactured in Australia so ammonium polyphosphate fertiliser must be imported and is considerably more expensive than granular MAP or diammonium phosphate (DAP). Instead, farmers on Eyre Peninsula have relied on dilute solutions of phosphoric acid, urea and micronutrients, applied at 60-120 L/ha and 20-50 mm below the seed, to fertilise their crops. They also originally manufactured their own injection systems, with relatively imprecise control over output and placement.

Over the past decade, a local manufacturer (<http://www.liquidsystems.com.au/>) has continued to develop robust, precise delivery equipment which is now used in Australia by international companies - John Deere, Morris and Vaderstadt. Micronutrients, particularly Mn, do not mix well with many NP solutions so the local company has also developed systems capable of applying even incompatible ingredients, including macronutrients, micronutrients, fungicides and herbicides. Individual components can be applied at rates as low as 2.8 L/ha. Although uptake has been slow in SA, the major adoption of liquid injection in Australia is in Western Australia (WA) where urea ammonium nitrate (UAN) solutions are applied at sowing. However, there has been a recent rapid expansion in the use of multi-nutrient liquid injection in eastern Australia, with larger fertiliser companies now investing in development of fluid fertilisers.