

## Grundwasserschutzorientierter Winterrapsanbau

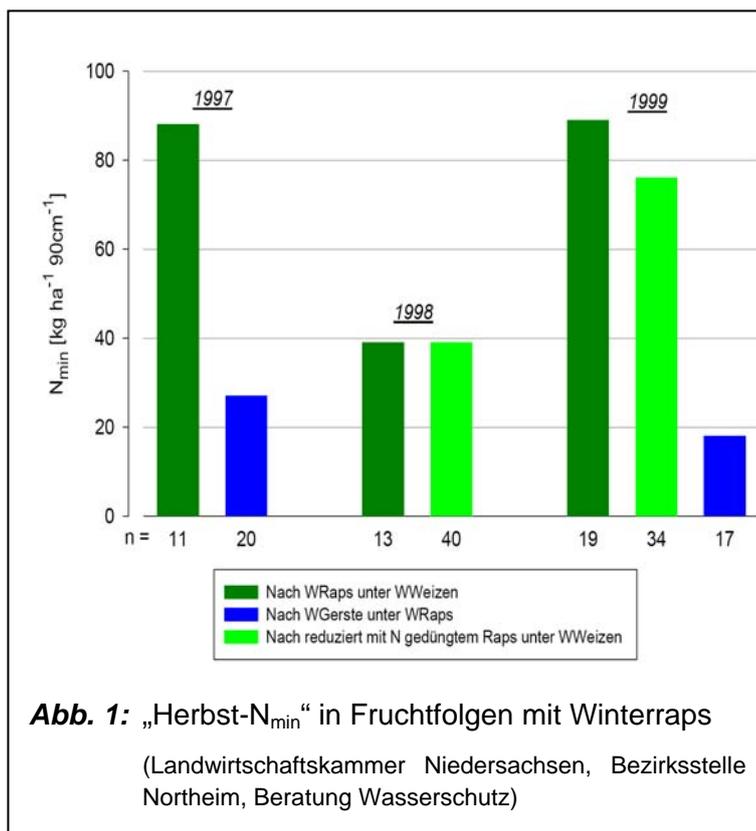
Der lang bekannte positive Vorfruchteffekt des Winterrapses für die Leistungen getreidebetonter Fruchtfolgen ist z.T. auf die erhöhte N-Mineralisation in der Folgefrucht zurückzuführen. Aus zahlreichen bundesweiten Untersuchungen zur Stickstoffdynamik im Boden ist bekannt, dass im Herbst zu Beginn der Sickerwasserbildung

- **unter** wachsendem jungen **Winterraps häufig niedrige,**
- unter Wintergetreide **nach Winterraps häufig deutlich erhöhte**

$N_{\min}$ -Mengen im Vergleich zu anderen Fruchtarten gefunden werden, wie *Abb. 1* exemplarisch zeigt. Dies kann zu erhöhter Nitrat-Verlagerung bis hin zu N-Auswaschungsverlusten führen, da die herbstliche N-Aufnahme des dem Raps üblicherweise folgenden Wintergetreides i.d.R. deutlich geringer als der  $N_{\min}$ -Vorrat ist.

Da ein möglichst niedriger  $N_{\min}$ -Vorrat im Herbst zu Beginn der Sickerwasserspende die wesentliche Voraussetzung für die Verringerung der Nitrat-Auswaschung und damit für den vorbeugenden Grundwasserschutz ist, kann es in Rapsfruchtfolgen also zu Zielkonflikten zwischen einerseits erwünschten Effekten und andererseits unerwünschten Nachwirkungen kommen. Zu diesen können neben erhöhter Nitratverlagerung auch gasförmige N-Verluste in Form des klimarelevanten Spurengases Lachgas gehören.

**Der Reststickstoff nach dem Rapsanbau sollte für die Folgefrucht möglichst konserviert werden.** Dies ist wirtschaftlich sinnvoll, hilft bei der Einhaltung der sich weiter verschärfenden Vorgaben der Düngeverordnung und vermindert den Austrag von Nitrat mit dem Sickerwasser. Angesichts einer bundesweiten Anbaufläche von Winterraps in einer Größenordnung von etwa 1,4 Mio. ha (Ernte 2008), davon rd. 114.000 ha in Niedersachsen [zum Vergleich: Zuckerrüben (Bund: 369.000ha/ Nds. 98.000 ha), Kartoffeln (Bund: 260.000 ha/ Nds. 114.000 ha), Silomais (Bund:1.567.000 ha/ Nds. 360.000 ha)] sowie einem Anteil der Trinkwassergewinnungsgebiete von mehr als 10% der niedersächsischen Landesfläche wird damit das besondere Interesse des vorbeugenden Grundwasserschutzes an der Umsetzung



**Abb. 1:** „Herbst- $N_{\min}$ “ in Fruchtfolgen mit Winterraps

(Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Northeim, Beratung Wasserschutz)

von Maßnahmen zur Reduzierung der N-Verluste in Fruchtfolgen mit Winterraps deutlich. In diesem Merkblatt soll daher die vielschichtige Problematik beleuchtet und auf mögliche Lösungen hingewiesen werden.

**Als mögliche Ursachen erhöhter  $N_{min}$ -Mengen nach Winterraps werden folgende Themenkomplexe diskutiert:**

### Stickstoff-Flächenbilanz

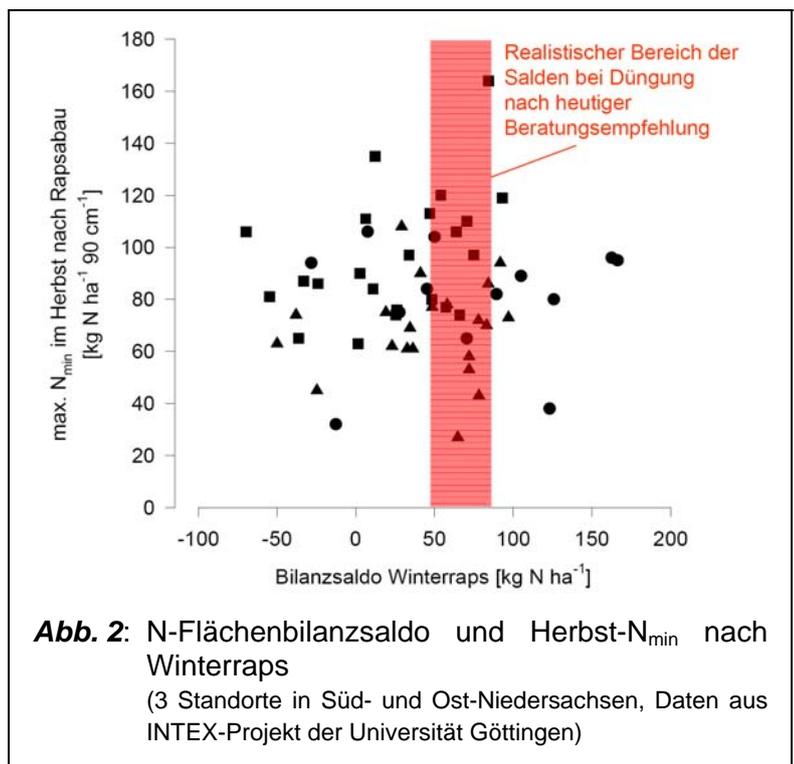
#### Zufuhr

Die aus Düngungsversuchen abgeleitete Stickstoffaufnahme eines Winterrapsbestandes liegt bei rd. 250 kg N/ha, die aus dem Bodenvorrat einschließlich N-Mineralisation und der ergänzenden mineralischen bzw. organischen Düngung zu decken sind. Gegenwärtig übliche N-Düngermengen nach den Empfehlungen gem.  $N_{min}$ -Methode liegen zwischen 180 und 200 kg N/ha.

#### Abfuhr

Dieser N-Zufuhr steht bei einem angenommenen Samenertrag von 40 dt/ha eine Stickstoff-Abfuhr mit den Samen von 134 kg/ha gegenüber, mithin ein Saldo von +56 kg/ha.

Bei höherer N-Düngung und/oder niedrigeren Samenerträgen steigt mit dem Saldo auch der im Boden verbleibende Rest-N, der letztlich in erhöhten  $N_{min}$ -Mengen im Herbst nach Raps resultieren kann (Abb. 2). Da die statistische Beziehung beider Kenngrößen jedoch eher einer Punktwolke ähnelt, wird deutlich, dass auch bei niedrigen N-Flächenbilanzsalden erhöhte  $N_{min}$ -Mengen im Herbst nach Raps auftreten können (und umgekehrt). Die alleinige Verminderung der N-Düngung zu Raps muss also nicht zwangsläufig zur Erreichung des Zieles „niedriger Herbst- $N_{min}$ “ führen.

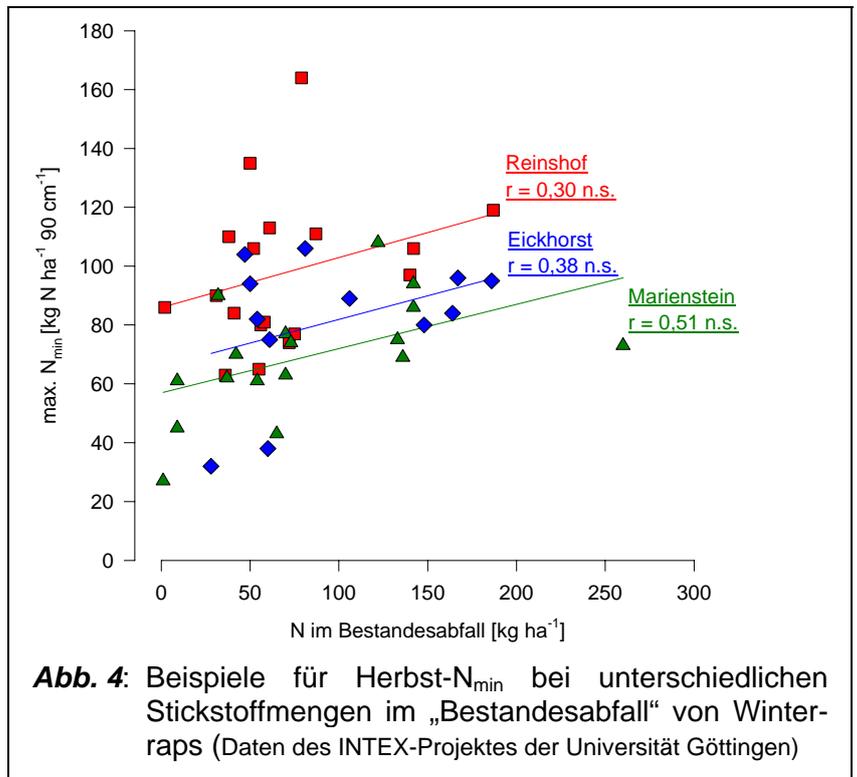
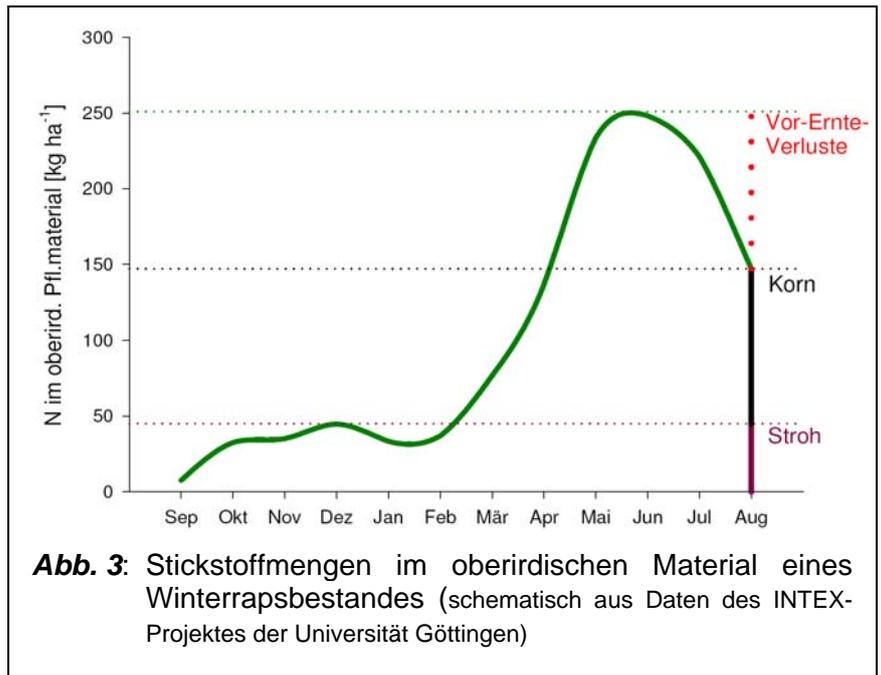


### Stickstoff-Bindung durch den Pflanzenbestand

Bei der Betrachtung der Stickstoffaufnahme durch den Rapsbestand ist zu berücksichtigen, daß diese bereits kurz nach der Blüte ihr Maximum erreicht; neben dem Massenzuwachs der Schoten tritt mit zunehmender Abreife der Pflanzen ein erheblicher Massenverlust über Blüten- und Blattfall ein, der auch zu einer Rückführung organisch gebundenen Stickstoffs in den Boden führt. **Winterraps zur Körnernutzung weist also einen rel. niedrigen Stickstoff-**

**Ernte-Index (NHI) auf.** Abb. 3 verdeutlicht dies schematisch anhand herkömmlicher Sorten; auch andere Raps-Wuchstypen (z.B. Halbzweig-Hybriden) weisen eine ähnlich hohe N-Aufnahme und ungünstigen NHI auf, so dass derzeit von ihnen kein wesentlicher Beitrag zur Lösung des Nitrat-Problems nach Raps erwartet wird.

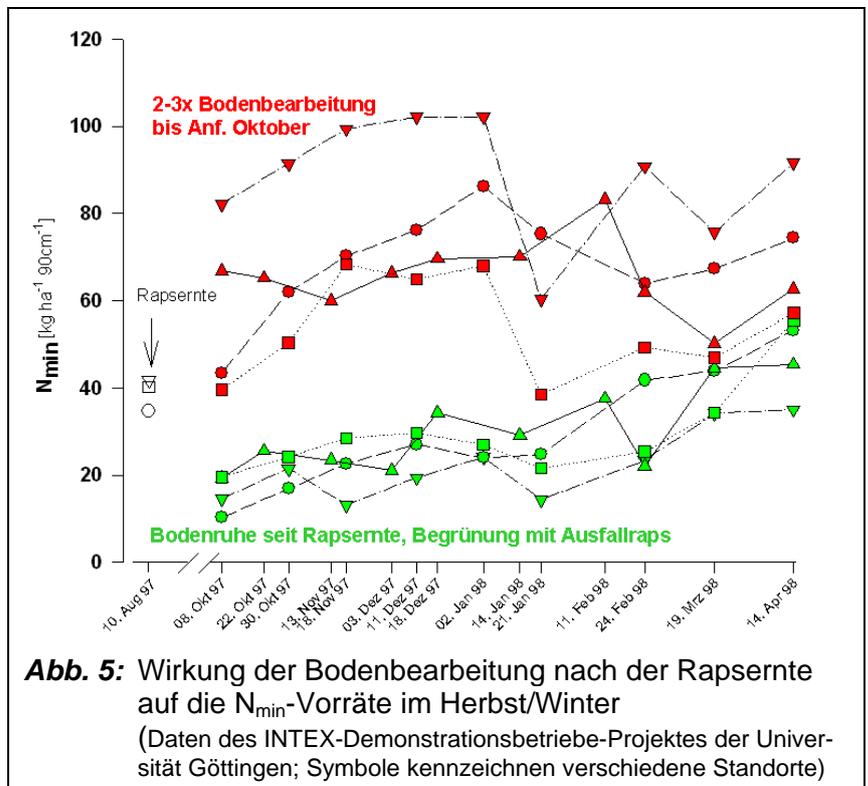
Tendenziell nimmt der Herbst- $N_{min}$  nach Raps mit steigenden Mengen organisch gebundenen Stickstoffs aus diesem „Bestandesabfall“ zu (Abb. 4). Dieser stellt zusammen mit den eigentlichen Ernterückständen ein erhebliches **Stickstoff-Mineralisationspotential** dar, dessen **kurzfristige Freisetzung jedoch auch abhängig von seiner chemischen Zusammensetzung** ist: Blätter unterliegen einem schnellen, Stroh und die Pfahlwurzel hingegen einem langsameren Abbau. Für einige Monate kann Rapsstroh sogar N-immobilisierend wirken. Die zunächst logisch erscheinende Erwägung, Rapsstroh von der Fläche abzufahren, führt aus diesem Grund sogar zum gegenteiligen Effekt, nämlich steigenden  $N_{min}$ -Mengen. Es ist daher grundsätzlich sinnvoll, nach Möglichkeit zu suchen, die tatsächliche N-Freisetzung mit der N-Aufnahme der Folgefrucht zu „synchronisieren“.



### Bodenbearbeitungsintensität nach der Rapsernte

Die Art und Intensität der Bodenbearbeitung nach der Rapsernte hat entscheidenden Einfluss auf das Mineralisationsgeschehen und ist somit Teil des Nachernte-Stickstoff-Managements. Wie *Abb. 5* am Beispiel von Standorten aus dem südniedersächsischen Hügelland zeigt, ist je nach (betriebsüblicher) Stoppelbearbeitungsintensität im Herbst nach der Rapsernte ein deutlich erhöhtes  $N_{min}$ -Niveau zu finden.

Bei unterlassener Bodenbearbeitung nach der Rapsernte sind die  $N_{min}$ -Mengen hingegen niedrig. Dieser **mineralisationsfördernde Effekt der Bodenbearbeitung** wird von vielen Standorten berichtet. Im Umkehrschluss sind die niedrigen  $N_{min}$ -Mengen bei Bodenruhe Ergebnis sowohl geringerer Mineralisation als auch der N-Aufnahme durch den Ausfallrapsbestand, der hier die Funktion einer Zwischenfrucht wahrnimmt.



### Probleme bei langer Bodenruhe nach Raps

Mit der aus Wasserschutz-Sicht wünschenswerten, d.h. möglichst langen Bodenruhe nach Raps sind jedoch weitreichende Konsequenzen für die Gestaltung von Fruchtfolgen mit Winterraps verbunden:

- Die Erweiterung der Fruchtfolge um eine (ggf. reduziert mit N gedüngte) Sommerung nach Winterraps (z.B. Raps-Sommergetreide/Mais/o.ä.-Wintergetreide-Wintergetreide), die den aus der Mineralisation freiwerdenden N möglichst gut „abschöpfen“ soll, ist nicht in allen Betrieben und auf allen Böden (Tonböden) möglich; sie ist darüber hinaus wirtschaftlich oft weniger attraktiv.
- Die Zeitdauer, bei der auf der Fläche Raps steht, erweitert sich auf rd. 18 Monate; hieraus können sich phytosanitäre Probleme (Ackerschnecken, Kohlhernie, Phoma, Sclerotinia u.ä.) entwickeln bzw. verstärken.
- Die mechanische Bekämpfbarkeit ausdauernder Wurzelunkräuter sowie von Ackerschnecken und Feldmäusen wird eingeschränkt.
- Durch Fruchtfolgeerweiterung (Einschub einer Sommerung) geht die „aktive“ Raps-Anbaufläche zurück.

In einigen (niedersächsischen) Wassergewinnungsgebieten besteht indes die Möglichkeit zum Abschluß sog. Freiwilliger Vereinbarungen, die die finanziellen Nachteile der o. g. Maßnahme ausgleichen.

### Gibt es eine Kompromisslösung?

Im Hinblick auf die Gestaltung der Landnutzung in einem Trinkwassergewinnungsgebiet ist letztlich abzuwägen, ob der Anteil des Winterrapses an der Anbaufläche so hoch ist, dass die flächendeckende Umsetzung von sehr weitgehenden Maßnahmen unerlässlich oder ob ein Kompromiss zwischen den Interessen der Wasserwirtschaft und der Landwirtschaft möglich ist.

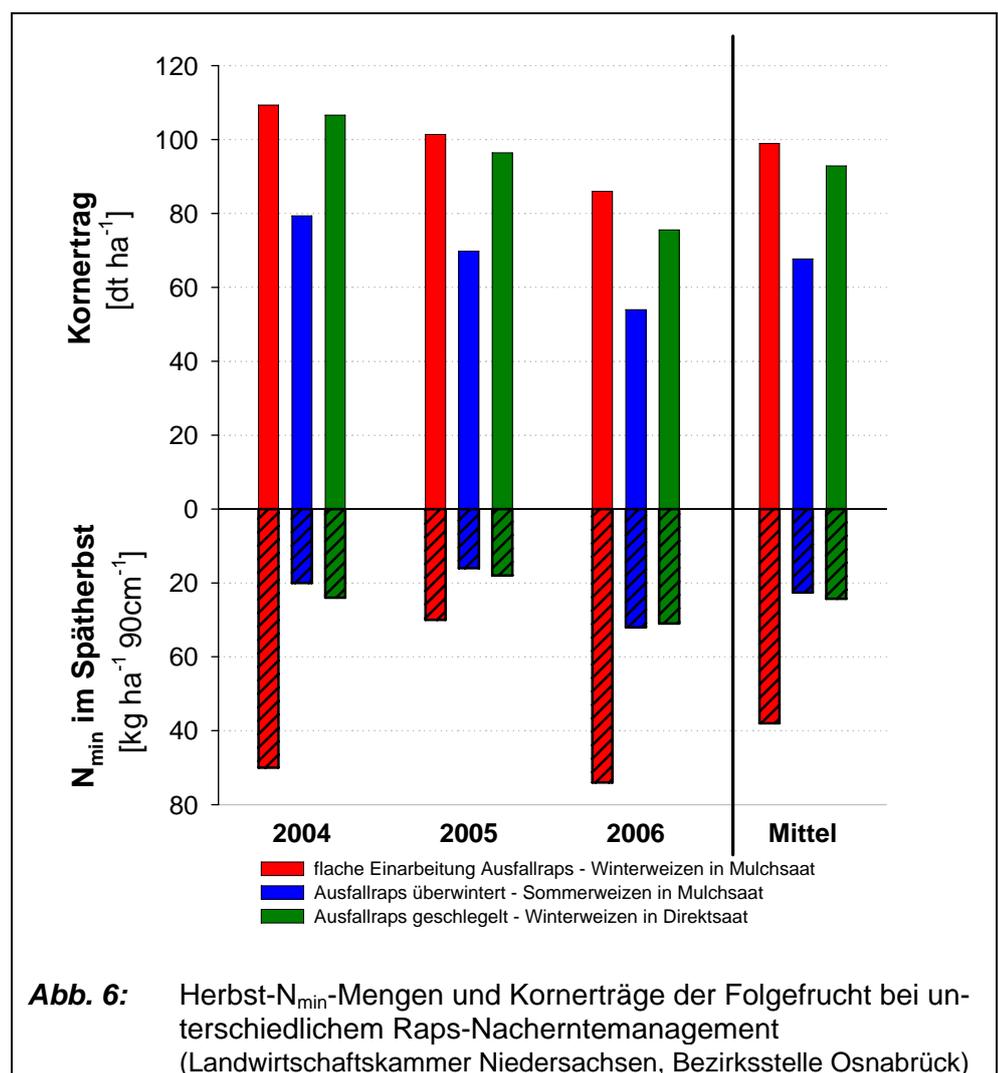
Dieser könnte z.B. in einer **späten Direktsaat des folgenden Wintergetreides (i.d.R. Winterweizen) in den kurz zuvor abgeschlegelten Ausfallrapsbestand** bestehen. Damit bliebe einerseits die bisherige Fruchtfolge erhalten, andererseits wird die vorzeitige Stickstoffmineralisation durch Wahrung einer möglichst langen Bodenruhe und minimaler Bodenbearbeitung zur Aussaat „gebremst“.

Die verbliebenen Ausfallrapspflanzen bleiben also zunächst erhalten und werden später im Rahmen der üblichen **Herbizidmaßnahmen** dem Winterweizen entnommen.

Nebeneffekt: Das Unterlassen der Bodenbearbeitung nach der Rapserte sichert eine hohe Auflauftrate des Ausfallrapses als Voraussetzung für den späteren Bekämpfungserfolg.

Eine frühzeitige „chemische Schwarzbrache“ vor der Direktsaat sollte jedoch unterlassen werden, wie orientierende Versuche zeigten: Je früher der Ausfallraps abgespritzt wird, desto höher ist der  $N_{min}$ -Wert im Herbst.

Zur Kontrolle der Schneckenpopulation kann der Einsatz von **Schneckenkorn** im Ausfallrapsbestand erforderlich sein. Auch das Häckseln der stehengebliebenen Rapsstängel kann dazu beitragen, den Schnecken einen Teil ihres Rückzugsraumes zu entziehen sowie Sklerotiddepots zu zerstören. Die **Ertragsleistung** des spät in Direktsaat angebauten Winterweizens ist naturgemäß etwas geringer als bei den unter pflanzenbaulich optimalen Bedingungen bestellten Flächen. In dreijährigen Versuchen auf sandigem Lehm bis lehmigem Schluff im Raum Osnabrück (Abb. 6) beliefen sich die Minder-



**Abb. 6:** Herbst- $N_{min}$ -Mengen und Kornerträge der Folgefrucht bei unterschiedlichem Raps-Nacherntemanagement (Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Osnabrück)

Kornerträge auf rd. 7% gegenüber der Kontrolle (flache Einarbeitung des Ausfallrapses mit anschließender Mulchsaat); die Herbst- $N_{\min}$ -Mengen waren nur geringfügig höher als bei der Variante Ausfallraps-Sommerung und lagen in allen drei Versuchsjahren unter 30 kg/ha.

### Zusammenfassung

- Im Herbst nach Rapsanbau kann es unter Wintergetreide **zu deutlich erhöhten  $N_{\min}$ -Mengen** im Boden kommen, in deren Folge Nitratverlagerung und gasförmige N-Verluste auftreten können. Es wird ein Zusammenhang mit der N-Mineralisation aus Vegetations- und Ernterückständen vermutet.
- In den **Vegetationsrückständen des Winterraps** (Vorernteverluste sowie Ernte- und Wurzelrückstände) können deutlich mehr als 100 kg N ha<sup>-1</sup> enthalten sein, die je nach ihrer stofflichen Zusammensetzung mehr oder weniger schnell mineralisieren. Das Entfernen des Rapsstrohs von der Fläche führt hingegen aufgrund seiner (zeitweilig) N-immobilisierenden Eigenschaften zu weiter steigenden  $N_{\min}$ -Mengen.
- Zur Verringerung der Stickstoffmineralisation nach Raps sind – wenn möglich - vorrangig **Bodenbearbeitungsmaßnahmen** nach der Rapserte so lange zu vermeiden, bis die N-Aufnahme der Folgefrucht eine Abschöpfung des  $N_{\min}$ -Vorrates ermöglicht. Fruchtfolgeerweiterungen (Zwischenfrüchte, ggf. Duldung von Ausfallraps mit anschließender Sommerung nach Raps) haben – auch aus phytosanitären Gründen - bislang geringe Verbreitung in der landwirtschaftlichen Praxis gefunden.
- Im Herbst nach Winterraps besteht bei nachfolgendem Wintergetreide i.d.R. **kein N-Düngebedarf**.
- Die **Verringerung der N-Flächenbilanzsalden** im Rapsanbau trägt zwar rechnerisch zu einer Verringerung des Mineralisationspotentials bei, konnte aber bei der Folgefrucht Winterweizen das Auftreten hoher  $N_{\min}$ -Mengen nicht sicher verhindern.
- Die **möglichst späte Direktsaat von Winterweizen nach Raps** kann einen Kompromiss zwischen wasserwirtschaftlichen und landwirtschaftlichen Interessen darstellen.

### Weiterführende Literaturhinweise (Auswahl):

- MÖLLERS, C. (Hrsg.): Stickstoff-Effizienz landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Reihe Initiativen zum Umweltschutz, Bd. 21. Erich Schmidt-Verlag, Berlin, ISBN 3-503-05924-5.
- LICKFETT, T., KREIKENBOHM, G., GOEBEL, C. und PRZEMECK, E. (1993): Über den Anstieg des Rest-N<sub>min</sub> nach Winterraps und Maßnahmen zu seiner Verminderung. VDLUFA Schriftenreihe 36 Kongreßband, 91-94.
- LICKFETT, T., WILDENHAYN, M. und PRZEMECK, E. (1994): Zuviel Nitrat nach Raps - was tun? DLG-Mitteilungen, 8, 32-33.
- LICKFETT, T., BEHRENS, T., ULAS, A., HORST, W.J. und WIESLER, F. (2001): Lösen N-ineffiziente Genotypen kurzfristig das Nitratproblem nach Raps? VDLUFA Schriftenreihe, Kongreßband, ISBN 3-922712-85-1.
- PEKRUN, C. (2004): Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Überdauerung von Samen und andere pflanzenbauliche Parameter unter besonderer Berücksichtigung der Populationsdynamik von Ausfallraps. Cuvillier Verlag Göttingen, ISBN 3-865370-27-6.
- SIELING, K. & KAGE, H. (2007): Beitrag von Raps-Halbzweig-Genotypen zur Verminderung der N-Problematik nach Raps. Mitt. Ges. Pflanzenbauwissenschaften, S. 110-111. ISBN 978-3-88312-412-4.
- STEINMANN, H.-H. und GEROWITT, B. (Hrsg.): Ackerbau in der Kulturlandschaft – Funktionen und Leistungen. Ergebnisse des Göttinger INTEX-Projektes. Verlag Mecke Duderstadt, ISBN 3-932752-65-1.

**Kontakt:** Andrea Knigge-Sievers  
Nachhaltige Landnutzung, Ländlicher Raum  
Telefon: 0441 801-431, Telefax: 0441 801-440  
E-Mail: [andrea.knigge-sievers@lwk-niedersachsen.de](mailto:andrea.knigge-sievers@lwk-niedersachsen.de)

Ausführliche Berichte zu weiteren Versuchen finden Sie im Internet unter  
**[www.lwk-niedersachsen.de](http://www.lwk-niedersachsen.de)**