

# Zwischenfrüchte gegen zu viel Nitrat im Stausee?

## Problemstellung

Alljährlich richten sich zum Ende der Vegetationsperiode die Augen der Landwirte auf den Prüfbericht aus dem Bodenlabor und dem zugehörigen Ergebnis der Restgehalte an mineralischem Stickstoff (N<sub>min</sub>) im Boden. Der Landwirt ist bestrebt, Nährstoffüberschüsse nach der Ernte bzw. zum Ende der Vegetationsperiode möglichst zu vermeiden. Für eine präzise Abwägung des Nährstoffbedarfs der Kultur sind einerseits eine vorausschauende Düngeplanung und eine gewisse Erfahrung unabdingbar. Allerdings nutzen weder ausgereifte Planung noch Erfahrung, wenn zunehmend Extremwetterlagen (langanhaltende Trockenheit im Hoch- und Spätsommer sowie hohe Temperaturen schon im Frühjahr) die Entwicklung der Kultur behindern. Viele Leser dürften selbst ihre Erfahrungen mit den sehr trockenen Bedingungen der letzten Jahre gemacht haben, die dazu führten, dass die Feldfrucht nicht in der Lage gewesen ist, die Düngegaben dem Boden im vollen Umfang zu entziehen. Über die gut planbare mineralische N-Düngung hinaus kommen noch zwei ungewisse Stickstoffquellen hinzu. Zum einen die organische Düngung, bei der man nie genau vorhersagen kann, wann und wieviel Stickstoff mobilisiert wird, zum anderen die organische

Bodensubstanz (Humus), welche bei optimalen Bedingungen erhebliche Mengen N nachliefern kann, jedoch nicht immer zum optimalen Zeitpunkt. Diese beiden Stickstoffquellen sind beide stark vom Wetter, Niederschlag und Temperatur, sowie von der Bodenaktivität und der vorhandenen Menge und Form abhängig. Somit können diese beiden Fraktionen erhebliche Mengen an leicht verfügbaren Nährstoffen zu ungünstigen Zeitpunkten im Spätherbst freisetzen, wodurch das Auswaschungsrisiko steigt.

Im Boden liegt Stickstoff überwiegend im Humus gebunden als Teil der organischen Verbindungen sowie mineralisch als Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) und Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) vor. Direkt pflanzenverfügbar ist allerdings nur Nitrat, da, aufgrund der permanenten negativen Überschussladung der Tonpartikel, das positive Ammoniumion im Boden gebunden wird und nur durch Austauschprozesse (Sorptions) von den Wurzeln erschlossen werden kann. Nitrat wird nicht gebunden und ist somit in der Bodenlösung frei beweglich und in der Folge kann es mit den winterlichen Niederschlägen ins Grundwasser ausgewaschen werden, wenn keine Pflanzen (Zwischenfrucht, Untersaat, Winterung) auf der Fläche vorhanden sind, die den Nitrat-Stickstoff noch in Biomasse umsetzen können.

## Verlauf der Nmin-Analysewerte im Einzugsgebiet des Obersauerstausees

Aufgrund der hohen Mobilität des Nitrationions ist die Kenntnis über den Restgehalt des Nmin im Boden nach der Ernte bzw. vor der Winterruhe von hoher Bedeutung. Die LAKU (Landwirtschaftlich Kooperations Uewersauer) betreibt seit ihrer Gründung die Unterstützung der überbetrieblichen Bodenprobenahme für die Mitgliedsbetriebe, um durch eine gute, bestenfalls mehrjährige Datengrundlage eine präzise, standortangepasste Düngeplanung zu ermöglichen. In Abbildung 1 sind die Nmin-Gehalte im Oberboden (0-25 cm) zu den beiden Probenahmezeitpunkten nach der Ernte (Probenahme zwischen Juni und September) und zum Vegetationsende (Probenahme zwischen Oktober und Dezember) im Einzugsgebiet des Obersauerstausees aufgeführt. Die Auswahl der Kulturgruppen richtete sich einerseits nach dem Anteil der Kulturgruppe an der gesamten Landnutzungsfläche (z.B. Feldfutter 22%) im Einzugsgebiet, andererseits nach der Anzahl an Analysewerten, sodass z.B. Kulturen wie Sommergerste, -weizen, -triticale zu Sommergetreide zusammengefasst wurden, um auf eine Anzahl von mindestens zehn Analysewerten zu gelangen.

In der nachstehenden Abbildung 1 sind die Werte als Boxplots aufgeführt. Für jene, die mit dem Lesen von Boxplots nicht vertraut sind, folgt hier eine kurze Anleitung: Die Linien nach oben und unten zeigen die sog. Spannweite der Werte, d.h. alle Werte zwischen Minimum und Maximum, der obere Rand der Box markiert den Wert, unterhalb dessen 75% aller Werte liegen. Der Strich in der Mitte markiert den Median, bei dem genau 50% der Werte liegen. In der Reihe grenzt der untere Rand der Box den Bereich ab, unterhalb dessen nur noch 25% der Werte liegen. Durch den Boxplot hat man auf einen Blick eine detaillierte Übersicht über die Streuung der Werte. Bei Betrachtung der Werte in Abbildung 1 wird deutlich, dass über die Jahre hinweg im Feldfutter im Median nicht nur die niedrigsten Werte gemessen wurden, sondern auch deren Spannweite am geringsten ausfällt. Die Entwicklung der Nmin-Gehalte im Oberboden nach Wintergetreide nach der Ernte ist im betrachteten Zeitraum auf einem guten Weg. Im Jahr 2019 lagen die hohen Ausreißer auf dem Niveau der Spannweite von 2016. Auch in der Kulturgruppe Sommergetreide fällt der Median der Nmin-Konzentrationen zum Zeitpunkt nach der Ernte von 32 kg NO<sub>3</sub>-N/ha im Jahr 2017 auf 24 kg NO<sub>3</sub>-N/ha im Jahr 2019 ab. Ganz anders zeigt sich die Situation beim Mais, bei dem als späträumende Kultur die Werte zum Vegetationsende stärker ins Gewicht

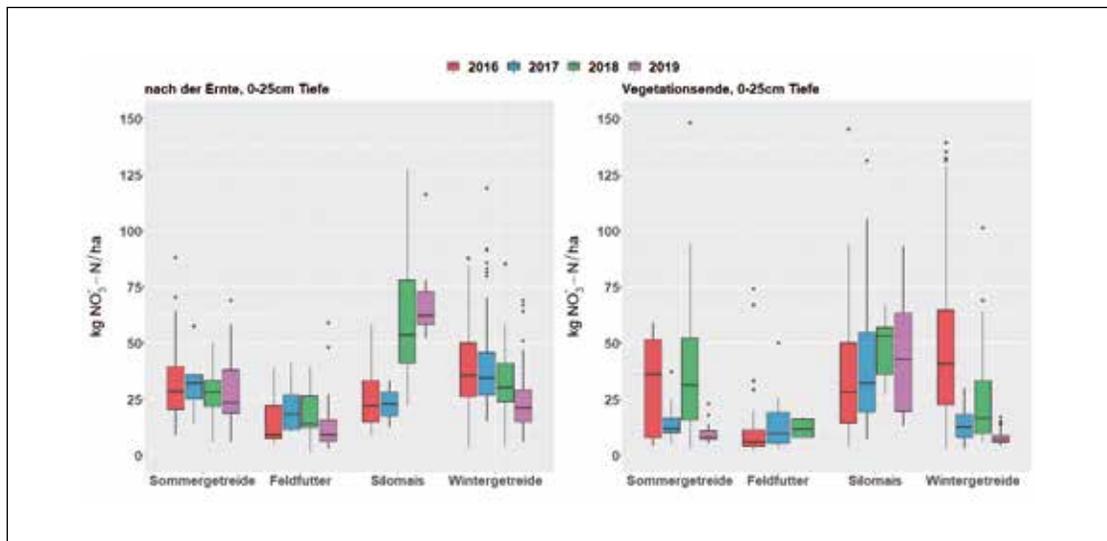


Abbildung 1: Verlauf der Nmin-Konzentrationen [kg NO<sub>3</sub>-N/ ha] im Oberboden ausgewählter Kulturgruppen im Einzugsgebiet des Obersauerstausees zu den Zeitpunkten nach der Ernte (01.06. – 30.09.) und zum Vegetationsende (01.10 – 31.12.) der Jahre 2016 – 2019 (Messwerte aus Bodenproben der LAKU-Mitgliedsbetriebe).

fallen. Leider sind im Median die Restkonzentrationen zum Vegetationsende hin über die letzten Jahre gestiegen, was nicht zuletzt unter anderem an den trockenen Bedingungen im Hoch-/Spätsommer 2018 und 2019 gelegen haben dürfte, wo vielerorts die Bestände buchstäblich vertrocknet sind und somit die Nährstoffaufnahme der Kultur vorzeitig unterbunden wurde und noch bedeutende Mengen an Nährstoffen im Boden nach der Wiederbefeuchtung im Spätherbst der Mineralisation preisgegeben wurden.

Bemessen am Grenzwert des Agrar-Umwelt-Klimaprogramms 432 (Reduzierte Stickstoffdüngung) von 30 kg NO<sub>3</sub>-N/ha am Vegetationsende, erreicht das Feldfutter im Median jedes Jahr die Vorgaben, die Kulturgruppen Wintergetreide und Sommergetreide in den letzten drei Jahren. Im Mais wurden die Vorgaben zuletzt im Jahr 2016 (28 kg NO<sub>3</sub>-N/ha) eingehalten.

## Situation in den Zuflüssen des Stausees

Die SEBES betreibt ein Netz an Messstationen, die im Rahmen eines monatlichen Monitorings beprobt werden. Abbildung 2 zeigt den Verlauf der Nitratkonzentrationen aus den hydrologischen

Jahren 2016 bis 2019 für vier ausgewählte Zuflüsse des Obersauerstausees. Hydrologische Jahre beginnen jeweils am 1.11. und enden am 31.10. des Kalenderjahres. Der Verlauf der Konzentrationen zeigt eindeutig einen jahreszeitlichen Verlauf, was auf die hohe Mobilität von Nitrat im Boden hindeutet und die enge Kopplung mit versickerndem Niederschlag unterstreicht. In den Wintermonaten, d.h. zu Zeiten der Grundwasserneubildung, steigen mit dem Abfluss die Nitratkonzentrationen in den Oberflächengewässern (s. Abbildung 2.) an. Hinsichtlich der Entwicklung der Nitratkonzentrationen der Gewässer im Jahresgang lässt sich feststellen, dass beispielsweise der Syrbaach (blau) eine fallende Tendenz zeigt, während im Bildsrefferbaach (violett) die Werte in den vergangenen Jahren eher ansteigen. Insgesamt lässt sich überdies in den letzten Jahren eine höhere Amplitude (Spanne zwischen Minimum und Maximum) der Nitratkonzentrationen feststellen, deren Ursache ebenfalls in den Extrembedingungen der langanhaltenden spätsommerlichen Trockenheit zu finden ist. Wird Gülle vor Beginn der Sperrfrist auf Grünland Mitte November noch ausgebracht, kann dies bei ungünstigen Witterungsverhältnissen ebenfalls in steigenden Nitratkonzentrationen in den angrenzenden Fließgewässern resultieren.

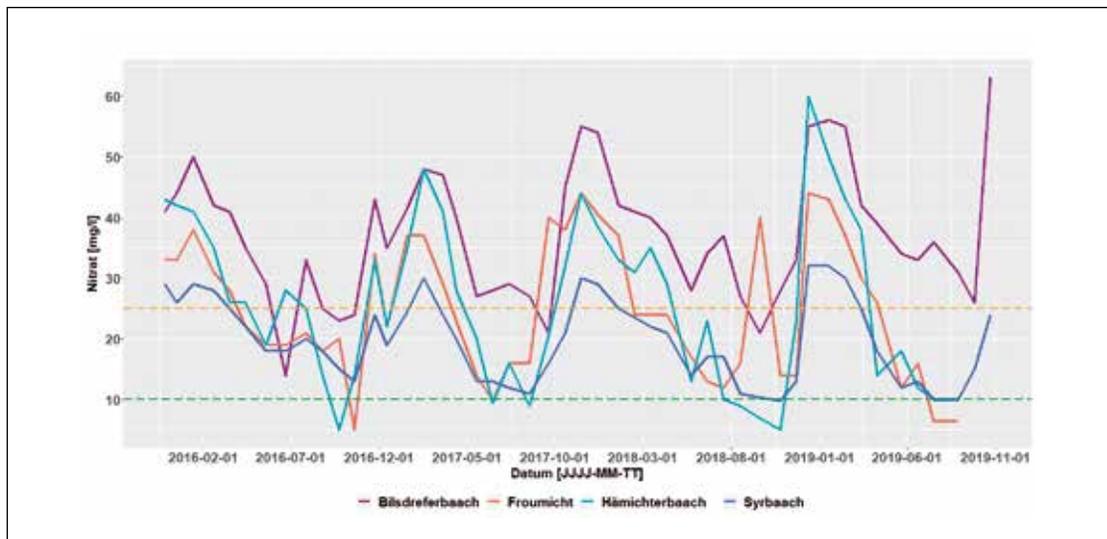


Abbildung 2: Verlauf der Nitratkonzentrationen des Bildsrefferbaach, Froumicht, Hämichterbaach und Syrbaach aus den hydrologischen Jahren 2016 – 2019. Zahlen aus dem monatlichen Monitoring der SEBES. Die orange Linie markiert den guten Gewässerzustand (25 mg/l) und die grüne Linie den sehr guten Gewässerzustand (10 mg/l) für Fließgewässer gemäß Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

Eine Analyse der Messwert-Zeitreihen (hydrologische Jahre 2014 – 2019) der SEBES aus den 14 Hauptzuflüssen zum Obersauer Stausee ergibt, dass die Mediankonzentration von sechs Bächen stets unterhalb von 25 mg/l Nitrat liegt. Allerdings übertreffen ebenso sechs Zuflüsse kontinuierlich diesen Wert von 25 mg/l und hiervon zeigen auch leider zwei Bäche (z.B. Bilsdreferbaach und Bellerbaach) einen klaren Trend zu höheren Konzentrationen.

## Handlungsmöglichkeiten des Landwirts

Die wichtigsten Maßnahmen zur Verringerung von Nährstoffüberschüssen im Boden und somit letztlich auch Nitrat beginnen bei der Düngung und führen über die Bodenbearbeitung nach der Ernte zur Einsaat einer Winterung oder einer Zwischenfrucht. Unter Berücksichtigung des (Rest-)Nitratgehaltes im Boden, d.h. dem Nmin-Bodenvorrat im Frühjahr, einer Abschätzung der Frühjahrsmineralisierung sowie dem voraussichtlichen N-Bedarf der Kultur sowie der Erfahrung der letzten Jahre, gelingt die Ermittlung des Düngebedarfs recht gut.

In der Praxis lassen sich Mineralisierungsschübe im Spätherbst durch eine flache, nicht wendende Bodenbearbeitung, anstelle des Pflugeinsatzes, vermeiden. Mehrere Faktoren beeinflussen entscheidend die herbstliche N-Dynamik bzw. dessen Freisetzung durch Mineralisierung. Treibende Faktoren sind die Bodenfeuchte und Bodentemperatur, die besonders unter den warmen und feuchten Bedingungen im Spätherbst der letzten Jahre zu einer beträchtlichen Mineralisierung beigetragen haben, während im Sommer, bedingt durch die Trockenheit, diese zum Erliegen kam. Weiterhin bestimmt auch das Kohlenstoff- zu Stickstoff Verhältnis (C/N-Verhältnis) der vorliegenden Ernte- und Wurzelnrückstände, ob Stickstoff mobilisiert oder immobilisiert wird. Werden organische Rückstände mit engem C/N Verhältnis (<15), z.B. Leguminosen, zersetzt, steht mehr Stickstoff zur Verfügung, als von den Mikroorganismen (in org. Substanz) eingebaut/aufgenommen werden kann. In der Folge können Ammonium und durch Umwandlung Nitrat angereichert werden. Im Gegensatz hierzu wird Stickstoff immobilisiert, wenn ein C/N Verhältnis >20 vorliegt, da dieser von den Mikroorganismen durch Einbau in ihre Biomasse der Bodenlösung entzogen wird. Ein

Indikator für die Stickstoffaufnahme stellt die Ausbildung der Biomasse dar. Hier hat, betrachtet man die kurze Zeitspanne, die zwischen Ernte und Vegetationsruhe liegt, eine Zwischenfruchtmischung gegenüber einer Winterung den Vorteil der schnelleren Biomasseausbildung und hat dadurch ein größeres Potenzial, den Herbst Nmin zu senken. Hier können auch im Mais eingesetzte Untersaaten sehr wirksam verbliebene Nährstoffe aufnehmen und stabilisieren dazu noch durch ihr enges Wurzelgeflecht das Bodengefüge. Jedoch vermag auch eine erfolgreich etablierte Winterung Nährstoffe über den Winter zu binden.

## Erfahrungen aus den Zwischenfruchtversuchen der LAKU

Vielfach werden Zwischenfrüchte recht stiefmütterlich behandelt und dadurch wird viel Potenzial für die Bodenfruchtbarkeit und somit den Ertrag verspielt. Der gute Landwirt investiert in eine vielfältige Zwischenfruchtmischung, die wie eine ausgewogene Ernährung zur "Gesundheit" des Bodens beiträgt. Eine gute Zwischenfruchtmischung fördert die biologische Stabilität und Krümelstruktur des Bodens, fördert Antagonisten gegen pilzliche und tierische Schaderreger, ist in der Lage, den Boden auch in der Tiefe zu lockern und stabile Biomakroporen auszubilden.

Damit die Zwischenfrüchte ihre breitgefächerten positiven Wirkungen entfalten können, müssen Aussaatzeit, Bodenbearbeitung und Saatenwahl miteinander abgestimmt werden. Daneben bestimmen auch das Strohmanagement der Vorkultur, die Grundbodenbearbeitung zur Regulierung von Ausfallgetreide, -raps und die Einsaattechnik den erfolgreichen Ausgang des Zwischenfruchtbestandes.

Die LAKU widmet sich diesem Thema mit eigenen Zwischenfruchtversuchen mit unterschiedlichen Schwerpunkten; Aussaattechnik, Art der Zwischenfruchtmischung, Aussaatzeitpunkt. Ziel dieser Versuche ist es, für das Einzugsgebiet des Obersauerstausees geeignete Zwischenfruchtmischungen und Aussaattechniken herauszustellen, um diese im Gebiet zu fördern und zu verbreiten, sowie optimal im Sinne des Wasserschutzes (Reduzierung winterlicher N-Auswaschung) einzusetzen. Weiterhin steht auch die Lockerung der Fruchtfolge sowie die Förderung eines vielfäl-

tigen Bodenlebens im Vordergrund. Aus Sicht des Boden- bzw. Erosionsschutzes schützt ein gut etablierter Zwischenfruchtbestand zudem im Winter auch die Bodenstruktur und vermindert erheblich die Erosionsgefahr. Sind in der Mischung auch Tiefwurzler enthalten, lockern diese auch unterhalb der Pflugsohle den Boden auf.

Mit dem Anspruch, den Arbeitsspitzen zur Haupterntezeit zu begegnen und die begleitende Witterung auszunutzen, wurde seit 2017 die Vorerntesaat als Verfahren erprobt. Das Saatgut wurde zwei bis drei Wochen vor dem Drusch in den noch bestehenden Getreidebestand mit einem Pneumatikstreuer abgelegt. In der Theorie kann im bodennahen, noch durch den Bestand geschützten Mikroklima das Saatgut keimen und sich noch vor dem Drusch etablieren, sodass mit Räumung der Kultur schon direkt eine Begrünung auf dem Feld vorhanden ist, die mit zeitlichem Vorsprung gegenüber einer Mähdruschsaat oder Grubbersaat Biomasse aufbaut. Nachteil der Vorerntesaat ist der mangelnde Bodenschluss, der auch die Aufnahme von Tau als Feuchtigkeitsquelle erschwert, sodass in den letzten sehr trockenen Jahren nach Räumung der Kultur die Vorerntesaat (selbst mit feinen Saaten) nur unzureichend aufgelaufen war und gegenüber einer später erfolgten Einsaat keinen merklichen Vorteil lieferte. Lediglich in den Fahrgassen, wo niedergefahrene Pflanzen eine Bedeckung bewirkten, oder im Spreustreifen konnte die Vorerntesaat gut auflaufen. Dies war auch nach dem Drusch dort der Fall, wo durch ungleichmäßige Strohverteilung die Saaten abge-

deckt waren. Wie unterschiedlich die Entwicklung der Vorerntesaat ausfallen kann, zeigen die beiden nachstehenden, im September 2017 bzw. 2020 aufgenommenen Bilder einer jeweils Anfang Juli eingesäten Zwischenfrucht (s. Bild 1).

Im Vergleich zu den Grubbersaaten sind die Ergebnisse der Vorerntesaaten im Gebiet des Obersauerstausees in den vergangenen Jahren wenig vielversprechend, da die Keimung durch Trockenheit verhindert wurde und diese oftmals erst gemeinsam mit den anderen Varianten, bei Besserung der Bedingungen, keimen konnte. Lediglich im Jahr 2017 konnte die Vorerntesaat ihren Zeitvorteil ausnutzen und war den anderen Varianten überlegen. Unter den trockenen Bedingungen der letzten Jahre blieb dieser Effekt aus und es ist zu befürchten, dass mit der Zunahme der Wetterextreme in Zukunft eine erfolgreiche Vorerntesaat unwahrscheinlicher wird.

Als schlagkräftige Variante haben sich in den letzten Jahren auch die Grubbersaaten bewährt. Einerseits die hauptfruchtartige Aussaat (Drillsaat nach Grubberstrich) sowie ein Flachgrubber, der mit aufgesetztem Streuer das Saatgut direkt, während dem Grubbern, ablegt. Trotz vergleichsweise niedrigeren Maschinenkosten bietet die zügige Grubbersaat nicht nur Vorteile. Die hohe Arbeitseffizienz geht zuweilen zu Lasten einer gleichmäßigen Saatgutablage, was einen lückigen Feldaufgang nach sich ziehen kann, was bei der in den Versuchen eingesetzten Variante mit Flachgrubber nur 2018 der Fall war.



*Bild 1: Unterschiede in der Entwicklung der Zwischenfruchtmischung DSV VitaMaxx, die mit dem Verfahren der Vorerntesaat ausgesät wurde. Links Bild vom 18.09.2017, rechts vom 04.09.2020. Einsattermin: 08.07.2017 bzw. 08.07.2020.*

Zur besseren Vergleichbarkeit setzte die LAKU in den Versuchen der letzten drei Jahre u.a. die Zwischenfrucht-Mischungen der Deutschen Saatgut Veredelung (DSV) aus der Serie TerraLife® ein. Zum einen die abfrierende Mischung VitaMaxx (u.a. mit Buchweizen, Leindotter, Phacelia, Weißer Senf), zum anderen MaisPro (u.a. mit Feldklee, Rotklee, Öllein, Sonnenblume, Tiefenrettich).

Als Maßgabe für den Erfolg des Zwischenfruchtanbaus lässt sich die Reduktion des Nmin im Boden vor der Winterruhe im Vergleich zum Gehalt nach der Ernte heranziehen. Vergleicht man hier die Varianten Vorerntesaat, Flachgrubber und Grubber-Drillsaat, so lässt sich feststellen, dass alle Varianten, unabhängig von der Aussaattechnik und der Mischung, die Nmin-Konzentration gegenüber dem mineralischen Stickstoff direkt nach der Ernte um über 50% senken konnten. Insbesondere die Variante mit dem Flachgrubber konnte in den letzten Jahren überzeugen und im Mittel (2017 – 2019) entzogen die so eingesäten Zwischenfrüchte 65% des vorher bestimmten Nmin. Bei Betrachtung der anfallenden Kosten für den Landwirt und dem Etablierungserfolg der Zwischenfrüchte hat sich die Flachgrubber-Variante im Einzugsgebiet des Obersauerstausees bewährt.

## Fazit

Die Landwirtschaft in der Stauseeregion steht wegen der herausragenden Bedeutung des Stausees

als Trinkwasserreservoir und Naherholungsgebiet der Großregion unter besonderer Beobachtung. Als ein u.a. möglicher Verursacher für zu hohe Stickstoffkonzentrationen in den Gewässern trägt die Landwirtschaft im Gebiet eine besondere Verantwortung. Betrachtet man die Situation auf Einzugsgebietsebene, zeigen die herbstlichen Nmin-Werte nach der Ernte bei den meisten Hauptkulturgruppen in die richtige Richtung, was sich auch in der Evolution der Nitratgehalte in den Zuflüssen widerspiegelt. Zugenommen haben allerdings die Witterungs-Extreme, gegen die auch die präziseste Düngeplanung ein stumpfes Schwert ist und die sich in Zukunft häufen werden. Hier besteht Bedarf an neuen Maßnahmen, um diesen Ereignissen acker- wie auch pflanzenbaulich zu begegnen. Neben Untersaaten stellen Zwischenfrüchte ein wichtiges Instrument nicht nur des Boden-, sondern auch des Gewässerschutzes dar und dienen mit ihrer Nährstoffkonservierung auch dem Landwirt als Mittel zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. Je nach Nutzung der Zwischenfrucht im darauffolgenden Frühjahr, z.B. Mahd bei Einsatz des Landsberger Gemenge oder Anteil Leguminosen in der Mischung, wird die Stickstoffnachlieferung (im Frühjahr) als Gründüngung der Folgekultur angerechnet. Dies bedeutet eine Reduzierung des benötigten mineralischen Düngerkaufs und macht sich so auch im Geldbeutel des Landwirts positiv bemerkbar.

*Michael Lesch, Naturpark Öwersauer*