



# Untersuchungen zum Nitratstickstoffgehalt des Bodens an vier Standorten

**Im Auftrag des BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft) erfolgte durch das DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW) in Karlsruhe eine Abschätzung der Nitratauswaschung von Silphie-Ertragsflächen auf der Basis von Bodenkontrolldaten. Ziel der Untersuchungen war, eine Abschätzung und Bewertung der Nitratauswaschung aus Silphie-Ertragsflächen auf verschiedenen Standorten mithilfe von Auswaschungsmodellrechnungen vorzunehmen und einen Vergleich mit der Nitratauswaschung von Energiemaisflächen durchzuführen.**

Von Dipl.-Ing. Thomas Ball und Dipl.-Geol. Joachim Kiefer

Im Zeitraum von Ende Oktober 2016 (nach der Ernte) bis Ende April 2017 erfolgten mehrfache Bodenkontrolluntersuchungen. Die Untersuchungen fanden auf acht Praxisflächen mit Durchwachsender Silphie sowie auf zwei Vergleichsflächen mit der Fruchtfolge Energiemais (2016)–Winterweizen (2016/2017) statt. Diese zehn Untersuchungsflächen befanden sich an unterschiedlichen Standorten in Baden-Württemberg. Die Lage der vier Standorte zeigt Abbildung 1.

Vier der acht Silphieflächen wurden zur Saatguterzeugung genutzt, während der Aufwuchs der weiteren vier Flächen als Substrat für Biogasanlagen verwendet wurde. Insgesamt wurden im Zeitraum Oktober 2016 bis April 2017 pro Fläche an jeweils 5 bis 7 Terminen Probenahmen vorgenommen. Die Bodenproben wurden am TZW auf deren Nitrat- und Ammoniumstickstoffgehalte untersucht, zudem wurden auch die Wassergehalte bestimmt.

### **Klimatische Verhältnisse**

Für die Berechnungen der klimatischen Wasserbilanz, die für die TZW-Simulationsrechnungen grundlegend ist, wurden die notwendigen Daten (unter anderem Niederschlag, Temperatur, Feuchte) möglichst naheliegender und vergleichbarer Standorte (Höhenlage etc.) herangezogen. Diesbezüglich wurden Daten der beiden DWD-Stationen Sigmaringen-Laiz und Pfullendorf sowie der beiden LTZ-Stationen Ilshofen und Waldshut verwendet (siehe Abbildung 1; LTZ = Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg).

Während die beiden nur etwa 20 Kilometer (Luftlinie) voneinander entfernt liegenden Klimastationen Sigmaringen und Pfullendorf für den Herbst-Winter-Zeitraum (September 2016 bis März 2017) ähnliche Werte aufwiesen, lag die Niederschlagssumme für den gleichen Zeitraum in Ilshofen um etwa 40 Prozent und in Waldshut um etwa 80 Prozent höher als in Sigmaringen.

## Bodenwassersättigung

Die Bodenwassersättigung<sup>1</sup> wurde anhand des Verlaufs der Bodenwassergehalte für jede einzelne Bodenschicht jeder Fläche auf Basis der Wassergehaltsmessungen abgeschätzt. Zum ersten Probennahmetermin Ende Oktober/Anfang November 2016 war lediglich die Vergleichsfläche Si1 bereits bis zur Feldkapazität<sup>2</sup> wassergesättigt, bei allen anderen Flächen wurde die Wassersättigung bis zur Feldkapazität später erreicht. Daher kann es bei der Fläche Si1 auch schon vor dem ersten Probennahmetermin zu frühzeitigen Auswaschungseffekten gekommen sein.

Bei den anderen Probennahmeflächen traten die ersten Auswaschungseffekte zwischen dem ersten und zweiten Probennahmetermin (d.h. im November 2016) auf. Aufgrund zeitweise sehr geringer Niederschläge (Dezember 2016) und dem im Januar 2017 herrschenden Dauerfrost traten Auswaschungseffekte erst wieder in den Monaten Februar und März 2017 auf.

## Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

Aufgrund der kurzfristigen Entscheidung zur Durchführung dieses Projektes kann man davon ausgehen, dass die ins Projekt einbezogenen Flächen keine gesonderte Düngung oder Behandlung erfahren konnten, da zum Düngungszeitpunkt (Frühjahr 2016) die Durchführung dieses Projektes noch nicht angedacht war. Dementsprechend handelt es sich um Praxisflächen mit betriebsüblicher Düngung. Man kann daher voraussetzen, dass es sich bei den im Folgenden vorgestellten Untersuchungsergebnissen um Ergebnisse handelt, die die tatsächlichen Verhältnisse bei Silphie-Ertragsflächen aufzeigen.

## Gesamtdüngermengen

Die Düngung einer Silphiefläche erfolgte im Jahr 2016 ausschließlich in Form von Gärresten. In den anderen Fällen erfolgte die Düngung sowohl mit Gärresten als auch mit mineralischer Zusatzdüngung in Form von leichtlöslichem KAS-Dünger (Kalkammonsalpeter). Die Gesamtdüngermengen reichten insgesamt von 138 bis 200 Kilogramm Stickstoff pro Hektar (kg N/ha). Die Obergrenze für organisch und organisch-mineralische Düngemittel der Düngeverordnung von 170 kg N-Gesamt je Hektar wurde nach den vorliegenden Angaben eingehalten.

## Nitratstickstoffgehalte

Abbildung 2 zeigt eine Übersicht über die Entwicklung der mittleren Nitratstickstoffgehalte im Bodenbereich 0 bis 90 Zentimeter (cm) während des Untersuchungszeitraums. Die Nitratstickstoffgehalte der Silphieflächen (0 bis 90 cm) lagen im Zeitraum von Ende Oktober 2016 bis Ende Februar 2017 im Mittel zwischen 20 und 27 kg N/ha. Die Ergebnisse für Ende März und Ende April 2017 sind teilweise bereits durch Düngungsmaßnahmen beeinflusst, was sich in erhöhten Nitratstickstoffgehalten im Oberboden, aber

Abbildung 1: Lage der Silphie-Standorte 2016 (Praxisflächen) in Baden-Württemberg



auch in erhöhten Ammoniumstickstoffgehalten zeigt. Nachdem die mittleren Nitratstickstoffgehalte der beiden Vergleichsflächen (Energiemais-WW) bis Anfang Dezember 2016 mit Werten zwischen 26 und 38 kg N/ha nur geringfügig über den Werten der Silphieflächen lagen (20 bis 25 kg N/ha), nahmen diese bei den weiteren Probennahmeterminen im Januar und Februar 2017 mit 53 beziehungsweise 55 kg N/ha deutlich stärker zu als bei den Silphieflächen (27 kg N/ha). Bei der Untersuchung Ende April 2017 zeigten die Silphieflächen höhere mittlere Nitratstickstoffgehalte als die Vergleichsflächen.

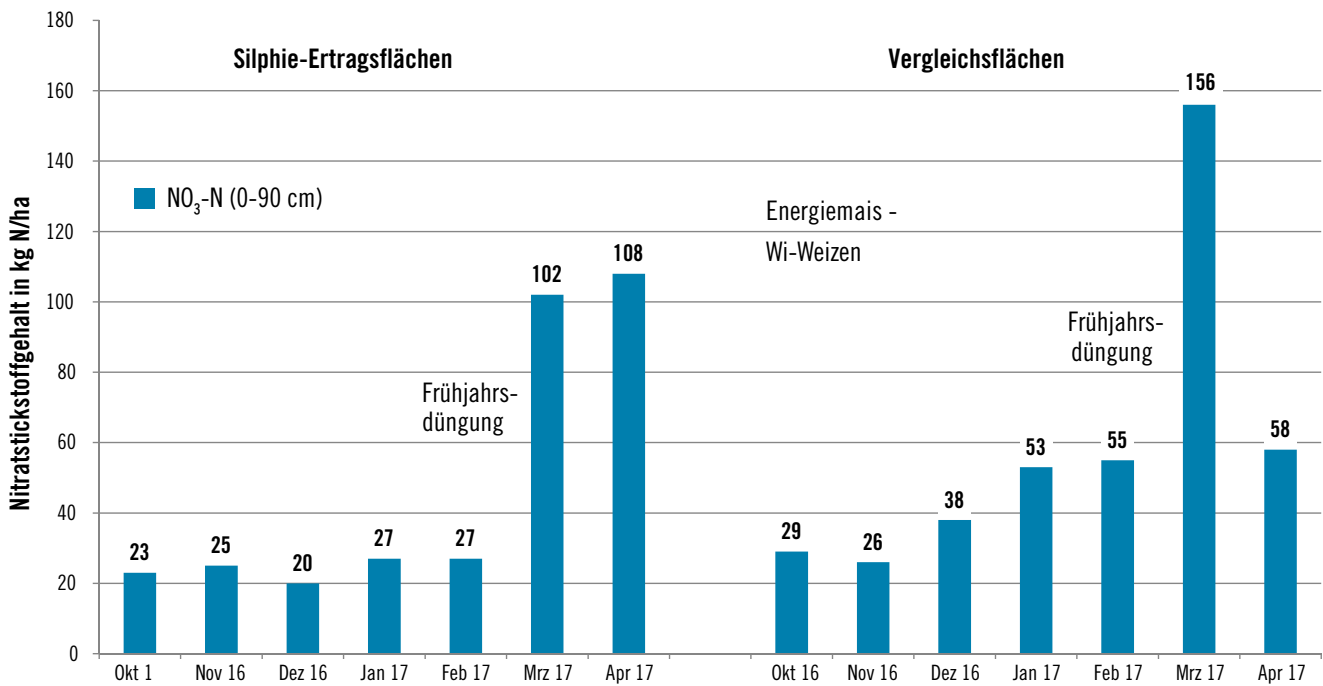
## Nitratauswaschung und Bewertung

Um die Verluste durch Nitratauswaschung abschätzen zu können, wurden INVAM-Simulationen durchgeführt (= Integrales Nitrat-Verlagerungs- und Auswaschungsmodell, vgl. ROHMANN 1996 sowie STURM, KIEFER und RÖDELSPERGER 2004). Die durch die INVAM-Simulation abgeschätzten Nitratauswaschungen und die mithilfe der berechneten Sickerwassermengen abgeschätzten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser können wie folgt zusammengefasst werden:

Die Nitratauswaschungen für die acht Silphieflächen lagen im Untersuchungszeitraum Ende Oktober 2016 bis Ende April 2017 im Mittel bei 10,1 kg N/ha. Fünf der acht Silphieflächen (drei Flächen für Biogas- und zwei Flächen für Saatguterzeugung) wiesen berechnete Nitratkonzentrationen im Sickerwasser von 17 bis 30 Milligramm pro Liter (mg/L) auf. Für die drei weiteren Silphieflächen lagen die Nitratkonzentrationen zwischen 54 und 84 mg/L. Für die beiden Energiemais-Vergleichsflächen lagen die Nitratauswaschungen im Mittel bei 12,5 kg N/ha, die berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser bei 50 und 90 mg/L.

Der Anbau von Durchwachsener Silphie kann auf Basis der vorliegenden Ergebnisse aus Gewässerschutzsicht wie folgt bewertet werden: Die berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser lagen bei etwa zwei ▶

Abbildung 2: Mittlere Nitratstickstoffgehalte der acht Silphieflächen sowie von zwei Vergleichsflächen von Oktober 2016 bis Ende April 2017



Drittel (5 von 8 Flächen) der untersuchten Silphieflächen in einem niedrigen Bereich ( $\leq 30$  mg/L). Im Vergleich zu den Energiemais-Vergleichsflächen ergibt sich für die

Silphieflächen im Mittel eine niedrigere Nitrat- auswaschung. Die vorliegenden Ergebnisse geben einen ersten Eindruck über die Nitrat- auswaschungen von Silphie-Ertrags-

anlagen an vier Standorten in Baden-Württemberg, die von vier unterschiedlichen Bewirtschaftern unter Praxisbedingungen angebaut wurden. Diese Untersuchun-



IHR PLUS AN ERFAHRUNG.

Individuelle Beratung und umfassende Absicherung für Ihre Biogasanlagen.

Ina Christiansen (R+V) berät Herrn Dr. Brodersen hinsichtlich der Absicherung seiner Biogasanlage.

Weitere Informationen erhalten Sie unter 0611 533 98751 oder auf [www.kompetenzzentrumEE.de](http://www.kompetenzzentrumEE.de)

gen sind keinesfalls als repräsentativ für Silphieflächen auf anderen Standorten oder unter anderen Anbaubedingungen zu werten, sie geben jedoch erste Hinweise hinsichtlich der Größenordnung der Nitratauswaschung von Praxisflächen mit betriebsüblicher Düngung.

**Ausblick**

Entsprechend den vorliegenden Literaturinformationen (Landwirtschaftliches Technologiezentrum Karlsruhe-Augustenberg, LTZ) ist die Durchwachsene Silphie unter „unseren“ klimatischen Bedingungen sehr gut zur Substratproduktion für Biogasanlagen geeignet. Eine Behandlung mit Herbiziden ist nur im ersten Jahr erforderlich. Ab dem zweiten Jahr ist aufgrund des raschen Bestandsschlusses keine Unkrautbekämpfung mehr erforderlich (STOLZENBURG, 2015). Die lange Bodenbedeckung minimiert zudem die Erosion. Auch weitere Vorteile aus agrarökologischer Sicht werden in der Literatur genannt, wie zum Beispiel die Pflanzenrückstände der Silphie, die in hohem Maße zur Erhaltung beziehungsweise Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit

beitragen (Johann-Heinrich von Thünen-Institut und Julius Kühn-Institut, 2016). Die Durchwachsene Silphie weist den grundsätzlichen Vorteil auf, dass es sich um eine Dauerkultur handelt, bei der nach der Ernte der Boden nicht bearbeitet wird, weshalb auch keine Freisetzung von organisch gebundenem Stickstoff infolge einer Bodenbearbeitung erfolgt. Über den Winter kommt es witterungsabhängig zum (frühzeitigen) Wiederaustrieb, wodurch bereits ein erster Stickstoffentzug stattfindet. Die Nitratauswaschungen der untersuchten Silphie-Standorte in Baden-Württemberg waren überwiegend niedrig. Das heißt, die Silphie kann bei pflanzenbedarfsgerechter Düngung gewässerschützend angebaut werden. Sie kann insbesondere in Gebieten mit Fruchtfolge-Anbaubeschränkungen für Mais (zum Beispiel wegen Maiswurzelbohrer) oder mit hohem Maisanteil eine dringend benötigte gute Alternative als Energiepflanze darstellen. Ein verstärkter Anbau der Durchwachsenen Silphie wäre daher grundsätzlich wünschenswert. Dies sollte mit weiterer Beobachtung ausgewählter Flächen verknüpft werden. ◀

*Die Literaturquellen sind auf Wunsch bei den Autoren erhältlich.*

<sup>1</sup> Bodenwassersättigung = gesamter Porenraum des Bodens ist mit Wasser gefüllt.

<sup>2</sup> Feldkapazität = Wassermenge, die ein zunächst wassergesättigter Boden im Gleichgewichtszustand nach 2 bis 3 Tagen noch halten kann.

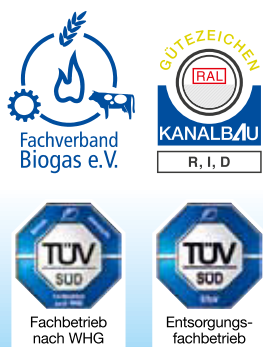
**Autoren**

**Dipl.-Ing. Thomas Ball**

Abt. Grundwasser und Boden  
 TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser  
 Karlsruher Straße 84  
 76139 Karlsruhe  
 Tel. 07 21/96 78-202  
 E-Mail: thomas.ball@tzw.de

**Dipl.-Geol. Joachim Kiefer**

Leiter der Abteilung Grundwasser und Boden  
 TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser  
 Karlsruher Straße 8  
 76139 Karlsruhe  
 Tel. 07 21/96 78-200  
 E-Mail: joachim.kiefer@tzw.de



# Norand

## INDUSTRIESERVICE GmbH LÖBNITZ - LEUNA

- Behälterreinigung mittels Saugbagger
- Behälterentleerung durch Ausbaggern
- Molchung von Gasleitungen  
 (Entleerung / Reinigung / Trocknung / Entfernung von Kondensat)

