

Wie wirkt sich der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen und die Verwendung von Gärresten auf die Oberflächen- und Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland aus?

Ergebnisse des Refoplanprojektes „Auswirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe und der Verwendung von Gärresten auf die Oberflächen- und Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland“ (FKZ 3719 43 203 3)

1 Hintergrund

Die Verwendung nachwachsender Rohstoffe (NawaRo) für die Energiegewinnung in Form von Biogas und zur Herstellung von Biokraftstoffen wurde und wird in der Europäischen Union und in Deutschland seit Anfang der 2000er Jahre in großem Umfang gefördert. Die rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen dafür sind wiederholt überarbeitet und angepasst worden, um weitere Ausbauanreize zu setzen bzw. um Fehlentwicklungen entgegenzusteuern. Parallel zu dieser Entwicklung wurde und wird die energetische Nutzung von Biomasse kontrovers diskutiert. Einerseits hat Bioenergie eine bessere Treibhausgasbilanz als Energie aus fossilen Energieträgern, auf der anderen Seite kann der Anbau von Energiepflanzen, insbesondere von Mais, vielfältige negative Umweltwirkungen zur Folge haben. Insbesondere durch die starke Ausweitung des Maisanbaus zur Vergärung in Biogasanlagen in den vergangenen fünfzehn Jahren wird, neben anderen Umweltbelastungen, eine zunehmende Beeinträchtigung von Oberflächengewässern und Grundwasser durch Einträge von Nitrat und Pflanzenschutzmitteln sowie infolge von verstärkter Bodenerosion befürchtet. Mit den Nachhaltigkeitsverordnungen für Biomassestrom und für Biokraftstoff hat der Gesetzgeber versucht, einen nachhaltigen Anbau von Energiepflanzen in der Landwirtschaft sicherzustellen. Die Erhebungen zur Gewässergüte in Deutschland lassen allerdings Zweifel daran aufkommen, ob die Einträge von Stickstoff, Pflanzenschutzmitteln und erodiertem Bodenmaterial in Oberflächengewässer und Grundwasser, die auf den Anbau von Energiepflanzen zurückzuführen sind, tatsächlich vertretbar sind. Vor diesem Hintergrund befasste sich die vorliegende Untersuchung mit den Auswirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe und der Verwendung von Gärresten auf die Oberflächen- und Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland.

2 Projektziele

Das übergreifende Ziel des Vorhabens war es, die Auswirkungen des Anbaus von NawaRo im Hinblick auf die Entwicklung der Stickstoff-, PSM- und Feinmaterialeinträge zusammenzufassen und bundesweit zu quantifizieren. Vornehmlich wurden dabei Mais (als Substrat für die Biogaserzeugung und die damit verbundenen Gärreste) sowie Raps (als Rohstoff für Biotreibstoffe) betrachtet. Um die übergreifende Zielstellung zu konkretisieren, wurden folgende Teilziele definiert:

- a) Identifizierung regionaler Schwerpunkte des Energiepflanzenanbaus in Deutschland durch Ableitung von regionalen Clustern, die die unterschiedlichen Agrarstrukturen und die unterschiedliche Bioenergienutzung in den Regionen berücksichtigen;
- b) Darstellung der Entwicklung der Anbauflächen von Raps und Mais in den identifizierten Clustern;
- c) Methodenentwicklung zur Quantifizierung der durch den Anbau von Energiemais (einschließlich Gärresten) entstehenden N-Überschüsse;

- d) Ermittlung des potentiell zusätzlichen PSM Einsatzes beim Anbau von Mais und Raps sowie dessen Auswirkungen auf die chemische Qualität von Grund- und Oberflächenwasser;
- e) Ermittlung des potentiell erhöhten Erosionsrisikos und damit verbundenen Feinmaterial- bzw. Nährstoffeinträgen in Gewässer durch den Anbau von Mais;
- f) Erarbeitung von Maßnahmen und Handlungsempfehlungen, die einen Beitrag zur Umsetzung der Zielerreichung der EU-WRRL und der EU-Nitratrichtlinie leisten können.

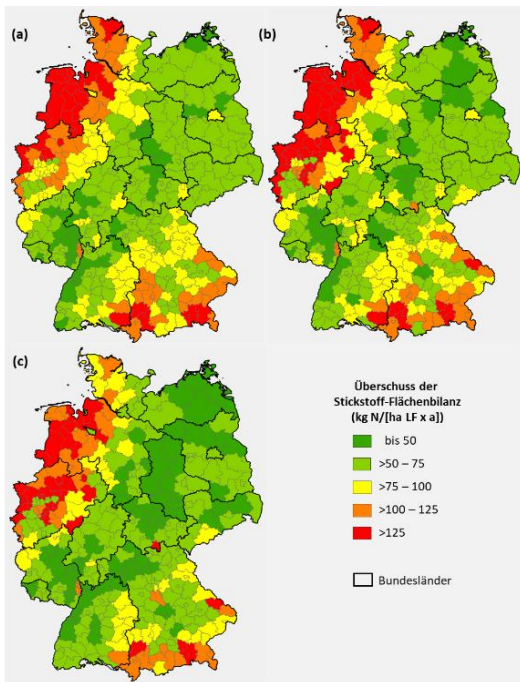
3 Vorgehensweise

Einführend wurden zunächst die Entwicklung der Anbauflächen von Mais insgesamt und darunter Biogas-Silomais sowie von Raps in Deutschland insgesamt sowie regional differenziert in den Kreisen seit dem Jahr 2000 dargestellt. Für die Gefährdung des Grundwassers durch Nitrateinträge wurde der Überschuss der Stickstoff-Flächenbilanz als Indikator berechnet respektive der Anteil daran, der auf den Mais- und Rapsanbau zurückzuführen ist. Eine mögliche Gewässerbelastung durch den verstärkten Eintrag von Pflanzenschutzmitteln aus der Anwendung im Mais- und Rapsanbau wurde für Oberflächengewässer und Grundwasser getrennt untersucht. Für die Oberflächengewässer wurde das Risiko des Gewässereintrags mit Hilfe des synoptischen Bewertungsmodells SYNOPS modelliert, für das Grundwasser wurden die Fundhäufigkeiten in Grundwasser-Messstellennetzen der Bundesländer ausgewertet. Der Bodenabtrag von Ackerflächen (im vieljährigen Mittel) wurde mit der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) ermittelt, der darauf zurückzuführende Sedimenteintrag in Oberflächengewässer mit dem Modell Terraflex geschätzt. Abschließend wurden Literaturergebnisse zur Umweltbelastung durch den Anbau von Energiepflanzen vorgestellt und es ein zusammenfassendes Fazit zum Anbau von Mais und Raps zur Verwendung als Energiepflanzen gezogen.

4 Wichtige Ergebnisse des Projektes

Im Ergebnis des Vorhabens zeigt sich, dass die größten Auswirkungen des Anbaus von NawaRo auf den Überschuss der N-Flächenbilanzen zu verzeichnen sind. In einem Szenario ohne Biogas-Silomais und Biodiesel-Raps, wurde angenommen, dass die Anbauflächen beider Kulturen entfallen und stattdessen auf diesen Flächen zusätzlich Marktfrüchte angebaut werden (entsprechend ihren Anbauanteilen). Für diese beiden Szenarien wurden anschließend N-Düngungsbedarf, N-Zufuhr mit Wirtschaftsdüngern und N-Mineraldüngung sowie die übrigen Größen der N-Bilanz neu berechnet und als Ergebnis die Änderung des N-Überschusses ermittelt (Abbildung 1). Durch den Wegfall der Gärreste würde die N-Düngung mit Wirtschaftsdüngern im Mittel um rund 20 kg N/ha vermindert, der N-Überschuss im Bundesgebiet würde im Vergleich zur Ist-Situation (80 kg N/ha) um 11 kg N/ha (rund 14 Prozent) reduziert. Bei diesem Szenario wäre das derzeitige Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung in Höhe von 70 kg N/ha bereits erreicht.

Abbildung 1: Überschuss der Stickstoff-Flächenbilanz in den Kreisen in Deutschland, (a) Ist-Situation (Mittel 2016-2018), (b) Szenario "ohne Biodiesel", (c) Szenario "ohne Biogas"



Auswirkungen auf die Belastungssituation des Grundwassers konnten für aktuell zugelassene PSM-Wirkstoffe, die typischerweise im Mais- bzw. im Rapsanbau eingesetzt werden, nicht festgestellt werden. Einschränkend ist hier zu erwähnen, dass der für dieses Vorhaben verfügbare PSM-Datensatz lediglich Fundhäufigkeiten von Wirkstoffen in groben Klassen ohne geografische Verortung enthielt (verfügbare öffentlich zugängliche Länderdaten der LAWA PSM-Berichte), mit dem eine clusterbezogene, räumliche Auswertung nicht hinreichend möglich war. Zusätzlich wird im Ergebnis des Vorhabens festgestellt, dass für diejenigen PSM, die seit dem Verbot von Atrazin, Propazin und Simazin im Maisanbau ab 1990 eingesetzt wurden, auf Basis der Fundhäufigkeiten in den Grundwassermessstellen nicht zu erkennen ist, dass deren Wirkstoffe im Vergleich bspw. zu Getreideherbiziden durch ein erhöhtes Grundwassereintragsrisiko gekennzeichnet sind. Zur Quantifizierung der Auswirkungen der PSM-Belastung durch den Anbau von NawaRo auf die Oberflächengewässer wurde mithilfe des Modells SYNOPSIS das akute und

das chronische aquatische Risiko berechnet. Insgesamt liegt das Risiko durch PSM-Einträge aus dem Mais- und Rapsanbau auf einem niedrigen Niveau. Für 2016 wird für das akute aquatische Risiko der beiden Kulturen und für das chronische Risiko von Mais ein konstanter bis leicht zurückgehender Wert gegenüber 2000 ermittelt. Nur für Raps steigt das Risiko geringfügig.

Abbildung 2: Bodenabtrag von Ackerflächen (im vieljährigen Mittel) in den Kreisen in Deutschland (a) im Jahr 2000a, (b) im Mittel der Jahre 2016-2018a, (c) im Mittel der Jahre 2016-2018 mit Annahme „ohne Anbau von Biogas-Silomais“

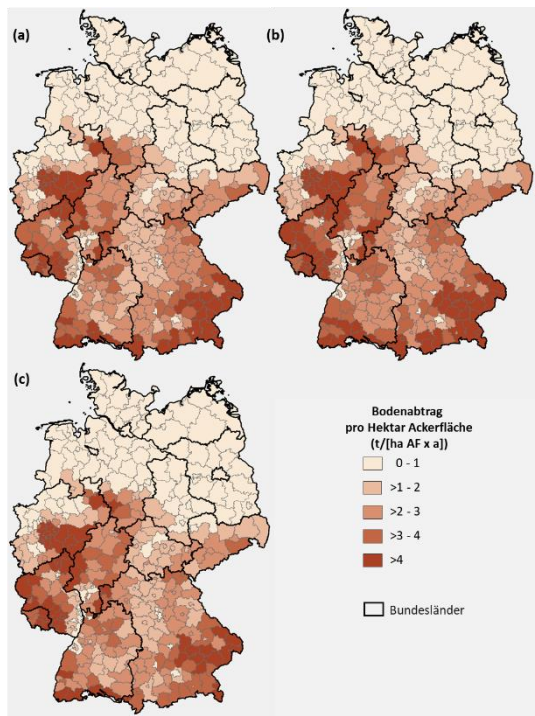
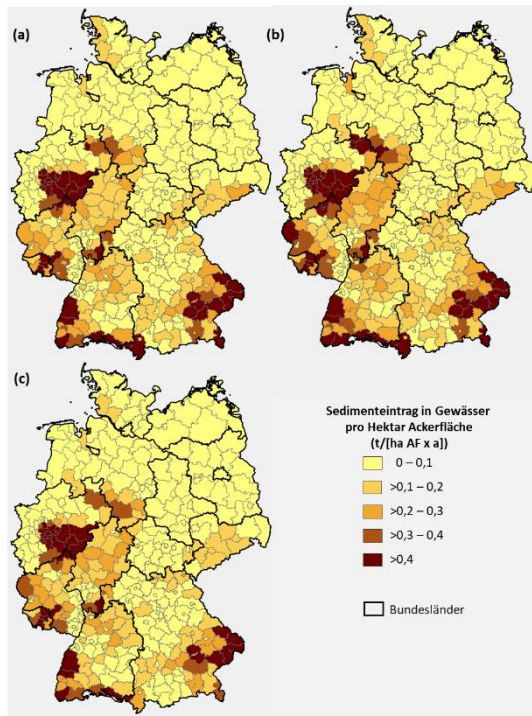


Abbildung 3: Sedimenteintrag in Gewässer (im vieljährigen Mittel) über Bodenerosion in den Kreisen in Deutschland (a) im Jahr 2000a, (b) im Mittel der Jahre 2016-2018a, (c) im Mittel der Jahre 2016-2018 mit Annahme „ohne Anbau von Biogas-Silomais“.



Bezüglich der Auswirkungen auf die Bodenerosion und den Sedimenteintrag in Oberflächengewässern konnte im Vorhaben aufgezeigt werden, dass sich der Bodenabtrag von Ackerflächen im Bundesgebiet gemäß ABAG-Modellierung in einem Szenario "ohne Biogas-Silomais" um rund 11 Prozent (Abbildung 2) und der Sedimenteintrag in die Oberflächengewässer um rund 14 Prozent (Abbildung 3) gegenüber der aktuellen Situation vermindert. Die Zunahme der Bodenerosion ist somit eine direkte Folge des Zuwachses an Silomais-Anbaufläche, wobei diese Zunahme sogar noch größer ausgefallen wäre, wenn nicht der Zuwachs an Maisfläche durch den Rückgang des Anbaus anderer Reihenkulturen (Zuckerrüben, Kartoffeln) seit 2000 zu einem gewissen Teil kompensiert worden wäre.

5 Einordnung der Ergebnisse

Im Rahmen des Vorhabens konnte nachgewiesen werden, dass der vermehrte Anbau von Biogas-Silomais und Biodiesel-Raps seit 2000 negative Auswirkungen auf den N-Flächenbilanzüberschuss, die Bodenerosion und den Sedimenteintrag in Oberflächengewässern hat. Der bundesweite Umfang der Auswirkungen konnte für die genannten Belastungsparameter auch quantifiziert werden. Signifikante Auswirkungen auf PSM-Belastungen des Grund- und Oberflächenwassers durch spezifische Raps- und Maisherbizide konnten nicht festgestellt werden. Eine relevante Ursache dafür war der für das Vorhaben verfügbare PSM-Datensatz. Die negativen Auswirkungen des Anbaus von Energiepflanzen auf die Ökosysteme werden seit langem thematisiert. Als Gefahren werden vor allem einseitige Fruchtfolgen, Erosionsgefahr, Humusabbau, Grünlandumbruch, Nitratauswaschung in die Gewässer, Verlust an Biodiversität, Pflanzenschutzmitteleinträge in Gewässer, Veränderung des Landschaftsbildes und erhöhte Treibhausgas-Emissionen aufgeführt. Für die zukünftige Entwicklung gehen die Forschungsnehmer davon aus, dass sich bis 2030 die Zusammensetzung der Substrate für Biogasanlagen deutlich verändern und es in diesem Zusammenhang auch zu einem signifikanten Rückgang der Anbauflächen für Silomais kommen wird. Der Masseanteil von Mais am Substratmix wird durch den "Maisdeckel" des EEG bei neu bezuschussten Anlagen auf maximal 40 Prozent begrenzt. Damit werden insbesondere auch die im Vorhaben aufgezeigten nachteiligen Auswirkungen auf Bodenerosion und Sedimenteintrag reduziert werden. Die drei im Vorhaben behandelten Problemfelder N-Überschuss, Pflanzenschutzmitteleinsatz und Erosionsgefährdung adressieren insbesondere den Bereich der Landwirtschaft, in dem weiterhin umfassende Maßnahmen - nicht nur im Kontext des Energiepflanzenanbaus - zur Verminderung und Vermeidung der Umweltbelastungen - erforderlich sind. Für weitere Forschung an diesem und weiteren Themenkomplexen im Nexus Gewässerschutz und Landwirtschaft ist es dringend erforderlich, die verfügbaren Datengrundlagen zu landwirtschaftlichen Emissionen deutlich zu verbessern. Essentiell ist dabei die Verfügbarkeit landwirtschaftlicher Düngedaten, Daten zu Anbaukulturen und eingesetzten Pflanzenschutzmitteln im kleinräumigen Maßstab zur Bewertung der Auswirkungen auf die Gewässer.

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de
 [/umweltbundesamt](https://www.facebook.com/umweltbundesamt)
 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Stand: 11/2023

Autorenschaft, Institution

Uwe Häußermann, Martin Bach, Laura Klement, Lukas Knoll, Lutz Breuer: Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement
Jörn Strassemeyer, Franz Pöllinger, Burkhard Golla: Julius-Kühn-Institut, Kleinmachnow Institut für Strategien und Folgenabschätzung

