



Wasserwirtschaftliche Auswirkungen des Maisanbaus (Pflanzenschutzmittel und Nährstoffe) – Monitoring in Bayern

Anne Bayer (anne.bayer@lfu.bayern.de)

Zusammenfassung

Zur Ermittlung der möglichen Auswirkungen des zunehmenden Maisanbaus auf die Pflanzenschutzmittel (PSM)-Konzentrationen und Nährstoffgehalte in Grund- und Oberflächengewässern werden seit Mai 2013 Fließgewässer und Grundwassermessstellen in Regionen mit hoher Biogasanlagendichte und hohen Maisanbauanteilen regelmäßig auf PSM untersucht. Zusätzlich wurden 2014 weitere kleine Fließgewässer mit zugehörigen Kläranlagenabflüssen beprobt, um den Haupteintragspfad (diffus oder punktuell) der PSM zu identifizieren. Neben dem Monitoring spielen Lysimeteruntersuchungen eine wichtige Rolle. Hierzu wurden der Nährstoffaustrag und die Auswaschung der aufgetragenen Maisherbizide von vier Lysimetern in einem Silomais-Versuchsfeld betrachtet. Es hat sich gezeigt, dass durch extreme Wetterereignisse, wie den Starkregen Anfang Juni 2013, verstärkt PSM sowohl in die Fließgewässer als auch in das Grundwasser und Sickerwasser der Lysimeter ausgewaschen wurden.

1. Problem und Ziel

In den letzten Jahren konnten insbesondere an kleinen Fließgewässern steigende Konzentrationen von speziell im Maisanbau verwendeten Herbiziden, wie Terbuthylazin und Metolachlor, nachgewiesen werden. Im Grundwasser gibt es erste Hinweise auf steigende Nitratgehalte. Bisher wurde jedoch noch nicht untersucht, inwieweit ein systematischer Zusammenhang dieser Befunde mit der in den letzten Jahren ständig zunehmenden Maisanbaufläche besteht („Vermaisung“ der Landschaft). Rund 2.300 der fast 8.000 Biogasanlagen Deutschlands stehen in Bayern und dementsprechend ist hier mit ca. 560.000 ha (bundesweit ca. 2,6 Mio. ha) nach Niedersachsen die zweitgrößte Maisanbaufläche mit steigender Tendenz (Daten von 2014, aus DMK). Mais bzw. Maissilage wird in Biogasanlagen bevorzugt verwendet, da er eine ertragreiche Energiepflanze ist. 2012 stellte die Maissilage einen Anteil von 73 % am massebezogenen Substrateinsatz nachwachsender Rohstoffe für Biogasanlagen dar (Zeitbild Wissen 2013). Nachteilige Auswirkungen auf Grund- und Oberflächengewässer durch die Zunahme des Maisanbaus als Folge des weiteren Ausbaus von Biogasanlagen können daher nicht ausgeschlossen werden.

Im Grundwasser sind Maisherbizide in Bayern bisher zwar in der Fläche nicht auffällig, es gibt jedoch insbesondere in grundwassersensiblen Gebieten (Karst) eine Reihe von Befunden oberhalb der Bestimmungsgrenze. Die Pflanzenschutzmittel(PSM)-Konzentrationen liegen aber zumeist unter dem gemäß Grundwasserverordnung (GrwV) geltenden Schwellenwert von 0,1 µg/l. Insbesondere der Wirkstoff

Terbuthylazin weist eine erhöhte Versickerungstendenz analog dem strukturell ähnlichen PSM-Wirkstoff Atrazin auf. Die entsprechenden Metaboliten sind darüber hinaus noch nicht hinreichend untersucht.

Auch in kleinen Fließgewässern sind die Maisherbizide und ihre Metaboliten noch nicht zur Genüge untersucht worden. Vor allem Daten zum Jahresverlauf und zu den Haupteintragspfaden (diffus über die Flächen oder punktuell über Kläranlagenabläufe) fehlen. In dem Projekt „Wasserwirtschaftliche Auswirkungen des Maisanbaus“ am Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) werden daher die möglichen Auswirkungen des zunehmenden Maisanbaus auf die PSM-Konzentrationen und Nährstoffgehalte (Nitrat, Phosphat) in Grund- und Oberflächengewässern näher untersucht. Hierbei soll eine Gefährdungsabschätzung für die Gewässer in Bezug auf die Zunahme des Maisanbaus gemacht werden.

2. Untersuchungen

Seit Frühjahr 2013 werden am LfU detaillierte Untersuchungen von Grund- und Oberflächengewässern in Regionen mit einer hohen Biogasanlagendichte und hohen Maisanbauanteilen (risikobasierte Auswahl) durchgeführt. Im November 2013, Juli und November 2014 erfolgte an 18 risikobasiert ausgewählten Probenahmestellen die Grundwasserbeprobung (Beprobung des obersten Horizonts, <20 m Tiefe). Zusätzlich wurden 2014 vier Quellen in Karstgebieten untersucht. Die Beprobung wird auch 2015 fortgeführt. Acht risikobasiert ausgewählte kleinere Fließgewässer wurden von Mai 2013 bis November 2014 einmal monatlich beprobt. Zur Hauptanwendungszeit der Maisherbizide im Mai und Juni fand eine 14-tägige Beprobung statt. Die Probenahme wird auch 2015 weitergeführt. Zudem wurden 2014 fünf weitere kleine Fließgewässer sowie die zugehörigen Kläranlagenabläufe auf PSM untersucht. Dadurch sollte der Einfluss des PSM-Eintrags über Kläranlagen betrachtet werden. Anhand dieser Daten können Aussagen über die Quellen der eingetragenen PSM getroffen werden (diffus oder punktuell). Von Mitte Mai bis Anfang Juli wurden jeweils die Fließgewässer ober- sowie unterhalb einer Kläranlage und der Kläranlagenablauf mittels zeitproportionalen Wochenmischproben beprobt.

Neben dem Monitoring spielen auch Lysimeteruntersuchungen eine bedeutende Rolle. In der Versuchsanlage Wielenbach des LfU wurden 2013 und 2014 vier Lysimeter mit unterschiedlichen Bodentypen sowie das sie umgebende Feld mit Silomais bepflanzt und mit den Maisherbiziden Terbuthylazin, Metolachlor, Nicosulfuron und Prosulfuron behandelt. Auf die Ausbringung von Nicosulfuron wurde 2014 verzichtet, da die Anwendung nur alle 2 Jahre zulässig ist.

Auch 2015 wurde wieder Silomais gepflanzt und mit den vier ausgewählten PSM behandelt. Alle Proben werden auf 147 PSM-Wirkstoffe untersucht, von denen 15 im Maisanbau zugelassen sind. Zusätzlich werden 2 Metaboliten von Metolachlor und 5 Terbutylazin-Metaboliten betrachtet. Auch die Nährstoffe wie Nitrat und Phosphat werden analysiert.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Grundwasser

Im Grundwasser wurden 2013 an drei und 2014 an vier der insgesamt 18 Probenahmestellen keine PSM nachgewiesen. An den anderen Messstellen wurden Maisherbizide bzw. deren Metaboliten in Konzentrationen bis zu 0,08 (Bentazon) bzw. 8,1 µg/l (Metolachlorsulfonsäure) bestimmt. Der Summenwert von 0,5 µg/l wird jedoch ohne Einbeziehung der nicht relevanten Metaboliten für die Maisherbizide nicht überschritten. Bei den im Projekt beprobten Messstellen in Risikogebieten waren über 50 % der Stellen positiv für Metolachlorsulfonsäure. Auch wenn Metolachlorsulfonsäure ein nicht relevanter Metabolit ist, zeigen die Werte eine deutliche Belastung des Grundwassers mit diesem Metaboliten. Auswirkungen des zunehmenden Maisanbaus auf das Grundwasser können daher nicht ausgeschlossen werden. Der Schwellenwert für Nitrat von 50 mg/l wurde je 4 Mal im November 2013 und Juli 2014 und 5 Mal im November 2014 überschritten. Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Jahren sind nicht erkennbar. Um einen möglichen Trend beobachten zu können, werden die 18 ausgewählten

GW-Messstellen 2015 erneut auf PSM und Nährstoffe untersucht. Zudem wird ein Schwerpunkt auf die Untersuchung von PSM in Karst-Gebieten gelegt.

3.2. Fließgewässer

Erwartungsgemäß zeigten sich die Höchstkonzentrationen der Maisherbizide in den Fließgewässern in Schwerpunktregionen des Maisanbaus kurz nach der Anwendungszeit Ende Mai bis Mitte Juni. In der Bina im Landkreis Rottal-Inn erreichten Metolachlor und Terbutylazin 2013 eine maximale Konzentration von je 2 µg/l (Abbildung 1). Bei Berechnung der durchschnittlichen Konzentrationen 2013 trat in der Bina eine UQN-Überschreitung für Metolachlor mit 0,23 µg/l im Jahresdurchschnitt auf (UQN = 0,2 µg/l). Weitere UQN-Überschreitungen für Maisherbizide lagen in den Untersuchungsjahren 2013 und 2014 an keinem der untersuchten Fließgewässer vor. Insgesamt konnten 2013 zwischen 4 und 17 und im folgenden Jahr zwischen 3 und 13 Maisherbizide bzw. deren Metaboliten an den acht ausgewählten Fließgewässern nachgewiesen werden. Die Konzentrationen von Metaboliten waren zum Teil deutlich höher als die ihrer Ausgangssubstanzen und konnten über das gesamte Jahr gemessen werden. Am deutlichsten zeigte sich das bei der Metolachlorsulfonsäure, die auch schon im Grundwasser auffällig häufig nachweisbar war. Bei Betrachtung der maximalen Fracht konnten bis zu 2,7 kg Maisherbizide (Summe)/d in der Isen (Lkr. Mühldorf am Inn) nachgewiesen werden.

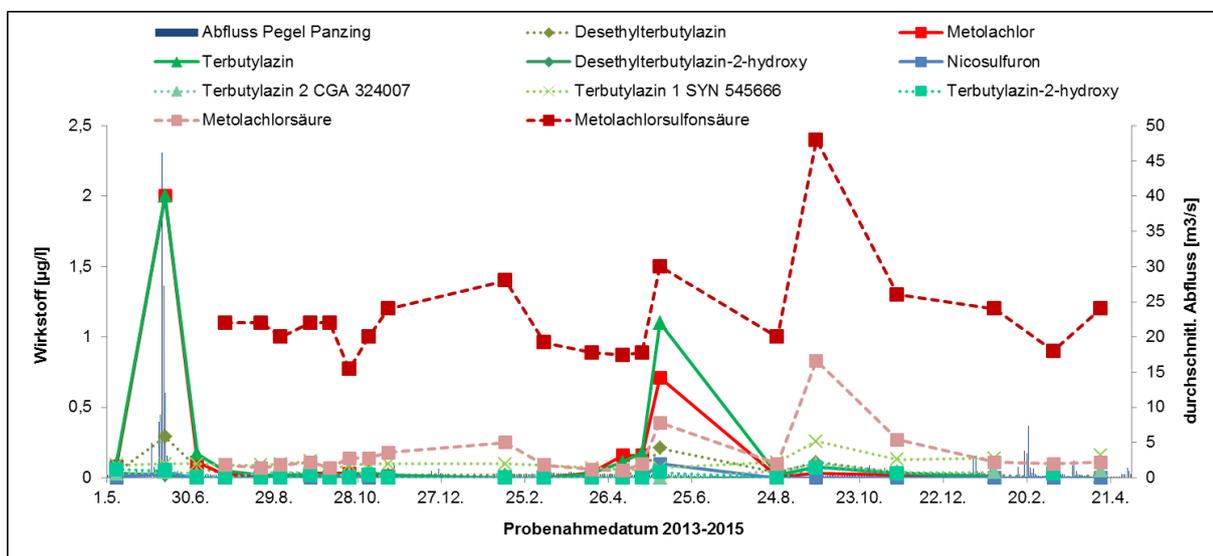


Abbildung 1: Verlauf der Konzentrationen der Maisherbizide in der Bina (Lkr. Rottal-Inn) mit Abflussdaten

3.3. Fließgewässer und Kläranlagenabläufe

Einige PSM-Wirkstoffe wie Glyphosat, AMPA und Imidacloprid gelangten hauptsächlich über die Kläranlagen in die untersuchten Fließgewässer. Diese PSM-Wirkstoffe finden auch Anwendungen im Haushalt, z. B. wird Imidacloprid als Biozid bei Hunden und Katzen gegen Flöhe eingesetzt. Glyphosat ist für jedermann frei verkäuflich und wird nicht immer sachgemäß angewandt und entsorgt. Allerdings gibt es

Baumärkte, die Produkte mit Glyphosat noch 2015 aus ihrem Sortiment nehmen wollen (Die Welt 2015). Diese Belastungen über das Abwasser sind vermeidbare punktuelle Einträge. Flufenacet oder die Metolachlormetaboliten wurden hauptsächlich diffus über die Flächen eingebracht. Andere PSM-Wirkstoffe wie Nicosulfuron hatten je nach Gewässer unterschiedliche Eintragspfade.

3.4. Lysimeter

Sechs Tage nach Aufbringung der PSM-Mischung auf die Lysimeter und das sie umgebende Maisfeld, fand Anfang Juni 2013 ein Starkregenereignis statt (140 l/m² in ca. 2,5 Tagen). Dies führte zu äußerst starken Auswaschungen der Maisherbizide. Es wurden Einzelkonzentrationen von bis zu 67 µg/l Metolachlor im Sickerwasser gemessen (Abbildung 2). Es ist bekannt, dass Starkregen kurz nach der PSM-Aufbringung zu Verlusten der Wirkstoffe führt (Gehring 2015). Auch 2014 konnten wieder bald nach der PSM-Ausbringung die Wirkstoffe im Sickerwasser nachgewiesen werden, aber in deutlich geringeren Konzentrationen als 2013 (bis zu 10 µg/l Metolachlor in einem der Lysimeter). Der Metabolit Metolachlorsulfonsäure war wie auch in den Grundwassermessstellen und in den Fließgewässern der am meisten auf-

tretende PSM-Wirkstoff bzw. Metabolit. In Abbildung 2 ist der Anstieg nach der PSM-Aufbringung im Juni 2014 deutlich zu erkennen. Metolachlorsäure als weiterer Metabolit von Metolachlor tritt immer in geringeren Konzentrationen als die Sulfonsäure auf, verhält sich aber vergleichbar.

Die höchsten Austräge wurden für Nicosulfuron erreicht. Innerhalb eines Jahres (Mai 2013 bis Juni 2014) wurden 39 % des aufgetragenen Nicosulfurons ausgewaschen. Die verschiedenen Wirkstoffe zeigten in den Lysimetern je nach Bodentyp ein unterschiedliches Verhalten. Auch der Nährstoffaustrag unterschied sich in den vier untersuchten Bodentypen stark. 2015 werden die vier gewählten Lysimeter sowie das sie umgebende Feld wieder mit Energiemais bepflanzt. Es werden erneut die Wirkstoffe Metolachlor, Terbuthylazin, Nicosulfuron und Prosulfuron zum Einsatz kommen.

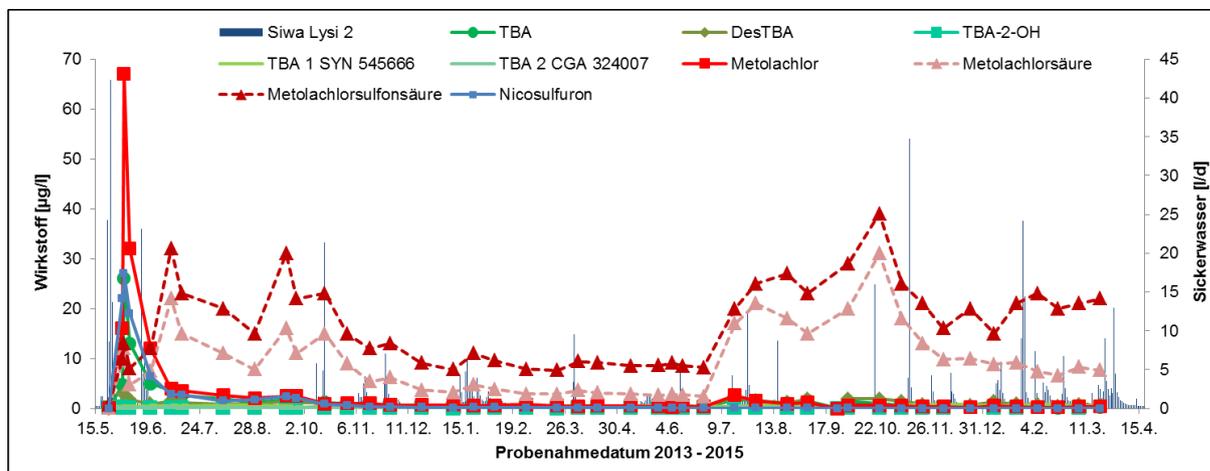


Abbildung 2: PSM im Sickerwasser (Siwa) eines Lysimeters aus Ackerboden, Braunerde-Pseudogley

4. Fazit

Im Sommer 2013 waren die maximalen PSM-Konzentrationen in den Fließgewässern und im Sickerwasser der Lysimeter meist höher als im Folgejahr. Dagegen waren 2014 die Konzentrationen der Metaboliten in den Fließgewässern und im Grundwasser höher als 2013. Hier waren vermutlich noch mehr PSM-Wirkstoffe im Boden vorhanden als 2013, die dann in Metaboliten umgewandelt werden konnten. Eine weitere Möglichkeit ist eine Akkumulation von Metaboliten vor allem von Metolachlorsulfonsäure. Dieser Metabolit ist persistenter und besser wasserlöslich als der Ausgangsstoff Metolachlor und wird somit häufiger und in höheren Konzentrationen nachgewiesen. Auch wird er stärker im Boden als im Wasser über mikrobiologischen Abbau gebildet und ist damit in höheren Konzentrationen im Grundwasser (maximale Konzentration 8,1 µg/l) als in den Fließgewässern (Maximum 2,1 µg/l) nachweisbar. In den Lysimetern zeigten sich in Bezug auf die Metaboliten keine Unterschiede zwischen den beiden Jahren. Um die Beobachtung bestätigen zu können, werden die Untersuchungen auch 2015 fortgeführt. Es hat sich gezeigt, dass durch das Starkregenereignis 2013 sowohl in den Fließgewässern als auch im Grundwasser und den Lysimetern mehr PSM ausgetragen wurden als 2014. 2013 kann somit als Extrem-Jahr gesehen werden. Durch die

Klimaveränderung können solche extremen Wetterereignisse gehäuft auftreten, was zu einer vermehrten Auswaschung von PSM und anderen Stoffen in Fließgewässer und Grundwasser führen kann.

5. Literatur

- K. Gehring „Das Wasser geht uns alle an“ in Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 19, 2015
 DMK Deutsches Maiskomitee e.V.: Gesamtflächenentwicklung Maisanbau, <http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland/Gesamtflächenentwicklung> (letzter Zugriff 29.05.2015)
 Die Welt, Ausgabe vom 11.05.2015, <http://www.welt.de/wirtschaft/article140806598/Toom-Baumaerke-stoppen-Verkauf-von-Unkrautmittel.html> (letzter Zugriff 02.06.2015)
 Zeitbild Wissen: Bioenergie, 55. Jahrgang, April 2013, bei Zeitbildverlag und Agentur für Kommunikation GmbH in Zusammenarbeit mit der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., Berlin

Korrespondenzadresse

Dr. Anne Bayer, Bayerisches Landesamt für Umwelt
 Demollstr. 31,
 82407 Wielenbach,
 Tel.: 0881/185-149