

Regeneratives Glyphosat?

Im konventionellen pfluglosen Anbau wird häufig vor der Aussaat Glyphosat eingesetzt. Was bedeutet das für die Bodengesundheit?

Günter Neumann gibt eine differenzierte Antwort.

Glyphosat ist mit jährlich etwa 800 000 Tonnen weltweit das meist eingesetzte, das meist umstrittene und in diesem Zusammenhang auch das bestuntersuchte Herbizid. Strittig ist in der öffentlichen Diskussion nach wie vor die Einstufung als potenziell krebserregende Substanz sowie das Ausmaß der Beeinträchtigung der Biodiversität durch den regelmäßigen Einsatz als Breitbandherbizid, was inzwischen in verschiedenen europäischen Ländern zu weitgehenden Einschränkungen geführt hat. Als eines der Hauptanwendungsgebiete verbleibt im Ackerbau die Vorsaatbehandlung zur Saatbettvorbereitung in der konservierenden Bodenbearbeitung unter Pflugverzicht. Diese hat unstrittige Vorteile im Hinblick auf Erosionsschutz, Nährstoffauswaschung, Klimagasemissionen, Humusaufbau im Oberboden und verminderten Kraftstoffverbrauch. In Deutschland hat sich seit 2015 trotz zunehmender Einschränkungen in der Anwendung ein Jahresverbrauch von etwa 4 000 Tonnen eingependelt (Statista, 2024).

Wie Glyphosat wirkt

Glyphosat hemmt einen zentralen pflanzlichen Stoffwechselweg für die Synthese aromatischer Aminosäuren als Vorstufen von Proteinen und zahlreichen sekundären Pflanzenstoffen, ohne die Pflanzen nicht überleben können. Die meisten tierischen Organismen verfügen nicht über diesen Stoffwechselweg und sind deshalb meist nicht direkt betroffen. Der intensive Einsatz von Glyphosatherbiziden kann die pflanzliche Biodiversität beeinträchtigen und wird als Risikofaktor diskutiert, weil der Verlust von Futterpflanzen zum Rückgang von Insektenpopulationen beiträgt und so Probleme für natürliche Nahrungsketten schafft. Auch mögliche Störungen mikrobieller Gemeinschaften sind in der Diskussion.

In seinen kommerziellen Formulierungen wird das Herbizid schnell über die Blattoberfläche aufgenommen und innerhalb der Pflanze bevorzugt in die jungen, wachsenden Spross- und Wurzelorgane verlagert, wo es seine toxische Wirkung entfaltet. Es wird in der Pflanze in der Regel nicht weiter verstoffwechselt und gelangt über absterbende oberirdische Pflanzenteile auf die Bodenoberfläche und über absterbende Wurzeln auch in den Wurzelraum. Gentechnisch veränderte Glyphosat-resistente Kulturpflanzen werden auch nach dem Auflaufen noch behandelt und geben Glyphosat darüber hinaus als Wurzelabscheidungen in den Wurzelraum ab. Daher ist ein Kontakt mit Bodenorganismen möglich. Verschiedene Bodenpilze und Bakterien sind ähnlich wie höhere Pflanzen Glyphosat-empfindlich, aber es gibt auch zahlreiche resistente Mikroorganismen, von denen einige am Glyphosatabbau im Boden beteiligt sind (Kanissery et al., 2019; van Bruggen et al., 2021).

Folgen für das Mikrobiom

Aufgrund der zentralen Bedeutung der Mikroorganismen für Nährstoffumsetzungen im Boden, für die Förderung des Pflanzenwachstums, aber auch als Krankheitserreger stellt sich die Frage, welche Auswirkungen der Einsatz von Glyphosat auf Bodenleben, Bodenfruchtbarkeit und Humusaufbau haben kann. Glyphosatrückstände werden in der Bodenlösung zwar schnell innerhalb weniger Tage von resistenten Pilzen und Bakterien abgebaut, wobei vorwiegend das weniger toxische Zwischenprodukt AMPA entsteht. Aufgrund ihrer Ähnlichkeit mit Phosphat werden beide Substanzen aber auch schnell an Phosphatbindungsplätzen im Boden und auch in der organischen Substanz festgelegt und damit vorerst entgiftet. An Bodenpartikel im Oberboden gebunden ist in dieser Zeit eine erosionsbedingte Verlagerung in tiefere Bo-

Abbildung: Schadbilder nach langjähriger pflugloser Anbaupraxis – Zusammenhang mit Herbizidrückständen



Winterweizen Hirrlingen
2 Jahre pfluglos

Winterweizen Hirrlingen
unmittelbare Nachbarfläche
10 Jahre pfluglos

Winterweizen Hirrlingen
10 Jahre pfluglos
stark geschädigte Fläche

Herbizidrückstände im Boden (mg kg Boden) 0–15 cm, 6 Monate nach Applikation

Glyphosat	< 0,05	2,63	2,8–4,0
AMPA	0,16	1,62	1,2–1,7
Pendimethalin	0,09	0,17	0,75

letzten Applikation noch extrem hohe Herbizidrückstandswerte im Boden, wie sie sonst nur in den ersten Tagen nach der Anwendung beobachtet werden. Auf den ungeschädigten Flächen lagen sie unter der Nachweisgrenze (siehe Abbildung). Die Probleme konnten durch eine Erweiterung der bis dahin verwendeten engen Weizen/Raps-Fruchtfolge unter Einbeziehung von Soja und Mais, auch mit Anbau von Zwischenfrüchten, trotz weiterem Glyphosateinsatz behoben werden. Diese Maßnahmen förderten offensichtlich

den Abbau von Herbizidrückständen durch eine Erhöhung der Biodiversität mikrobieller Gemeinschaften im Boden, die durch mehr unterschiedliche Pflanzenarten in der Fruchtfolge begünstigt wurde (Neumann, 2015).

Auch andere Anbaumaßnahmen beeinflussen das Bodenleben deutlich. So zeigte ein seit 20 Jahren laufender Langzeitversuch in Bernburg (Sachsen-Anhalt), der pflügende und konservierende Bodenbearbeitung vergleicht, dass die pfluglose Variante trotz gelegentlichem, bedarfsgerechtem Einsatz von Glyphosat im Wurzelraum von Weizen das Auftreten nützlicher Mikroorganismen förderte und gleichzeitig Krankheitserreger reduzierte. Stimuliert wurden auch die Wurzelabgabe antimikrobieller Substanzen und verschiedene mikrobielle Stoffwechselaktivitäten, welche die Stressanpassungen von Pflanzen fördern können. Die Varianten mit konservierender Bodenbearbeitung zeigten auch einen erhöhten Regenwurmbesatz und erhöhte Humusgehalte im Oberboden (Neumann et al., 2021; Behr et al., 2024).

Demnach scheint eine umsichtige, nur auf den ausdrücklichen Bedarf beschränkte, unterstützende Anwendung von Glyphosatherbiziden unter gezielter Einbeziehung anderer unterstützender Maßnahmen im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes durchaus in der Lage zu sein, die unbestreitbaren Vorteile der konservierenden Bodenbearbeitung effizient zu nutzen, ohne längerfristige Beeinträchtigungen der Bodengesundheit befürchten zu müssen. Ein routinemäßiger dauerhafter Einsatz in größeren Mengen ist im Hinblick auf die bisher noch nicht ausreichend bekannten Risikofaktoren dagegen kritisch zu sehen. □

denschichten, in Oberflächengewässer und auch Ferntransport über den Luftweg möglich. Im Laufe der Zeit kommt es zu einer langsamen Freisetzung der fixierten Verbindungen und so längerfristig zum vollständigen mikrobiellen Abbau in Abhängigkeit von Bodeneigenschaften, Temperatur und Bodenfeuchte. Im Vergleich zeigen Anbausysteme mit besonders intensivem Glyphosateinsatz wie in Nord- und Südamerika die höchsten Rückstands- und Verlagerungswerte (Silva et al., 2018; van Bruggen et al., 2021).

Nach der Anwendung von Glyphosatherbiziden sind zumindest kurzzeitige Veränderungen der mikrobiellen Gemeinschaften und ihrer Aktivität im Boden nachweisbar. Folgende Wirkungen werden berichtet: Die Bodenatmung ist erhöht, um Glyphosat abzubauen; nützliche Mikroorganismen wie Mykorrhizapilze, Rhizobien und pflanzenwachstumsfördernde Pseudomonaden werden beeinträchtigt und Stickstoff- und Kohlenstoffumsetzungsprozesse im Boden gehemmt. Pilzliche Krankheitserreger treten verstärkt auf und bestimmte Rostpilze werden unterdrückt (van Bruggen et al., 2021). Von den Veränderungen können auch höher in der Nahrungskette stehende tierische Organismen betroffen sein. Auch eine Beeinträchtigung der Aktivität von Regenwürmern wurde beobachtet. Solche Veränderungen, die auf direkten und indirekten Wirkungen, teilweise auch der verwendeten Netzmittel, beruhen, werden durch mehrfache und langfristige Anwendungen von Glyphosat begünstigt (Helander et al., 2018; Hagner et al., 2019; van Bruggen et al., 2021; Vázquez et al., 2021; Zaller et al., 2021).

den Abbau von Herbizidrückständen durch eine Erhöhung der Biodiversität mikrobieller Gemeinschaften im Boden, die durch mehr unterschiedliche Pflanzenarten in der Fruchtfolge begünstigt wurde (Neumann, 2015).

Auch andere Anbaumaßnahmen beeinflussen das Bodenleben deutlich. So zeigte ein seit 20 Jahren laufender Langzeitversuch in Bernburg (Sachsen-Anhalt), der pflügende und konservierende Bodenbearbeitung vergleicht, dass die pfluglose Variante trotz gelegentlichem, bedarfsgerechtem Einsatz von Glyphosat im Wurzelraum von Weizen das Auftreten nützlicher Mikroorganismen förderte und gleichzeitig Krankheitserreger reduzierte. Stimuliert wurden auch die Wurzelabgabe antimikrobieller Substanzen und verschiedene mikrobielle Stoffwechselaktivitäten, welche die Stressanpassungen von Pflanzen fördern können. Die Varianten mit konservierender Bodenbearbeitung zeigten auch einen erhöhten Regenwurmbesatz und erhöhte Humusgehalte im Oberboden (Neumann et al., 2021; Behr et al., 2024).

Demnach scheint eine umsichtige, nur auf den ausdrücklichen Bedarf beschränkte, unterstützende Anwendung von Glyphosatherbiziden unter gezielter Einbeziehung anderer unterstützender Maßnahmen im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes durchaus in der Lage zu sein, die unbestreitbaren Vorteile der konservierenden Bodenbearbeitung effizient zu nutzen, ohne längerfristige Beeinträchtigungen der Bodengesundheit befürchten zu müssen. Ein routinemäßiger dauerhafter Einsatz in größeren Mengen ist im Hinblick auf die bisher noch nicht ausreichend bekannten Risikofaktoren dagegen kritisch zu sehen. □

Ausgleichende Fruchtfolgen

Auch die Fruchtfolgengestaltung scheint hier eine Rolle zu spielen. So wurde in Südwestdeutschland auf langjährig in Direktsaat bewirtschafteten Standorten nach zehn Jahren zunehmend die Etablierung von Winterweizenbeständen beeinträchtigt, was auf unmittelbar benachbarten, erst seit ein, zwei Jahren pfluglos bewirtschafteten Flächen, nicht der Fall war. Die geschädigten Flächen zeigten auch sechs Monate nach der

▷ Liste der zitierten Literatur: oekologie-landbau.de/materialien



Prof. Dr. Günter Neumann, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften, Universität Hohenheim, gd.neumann@t-online.de