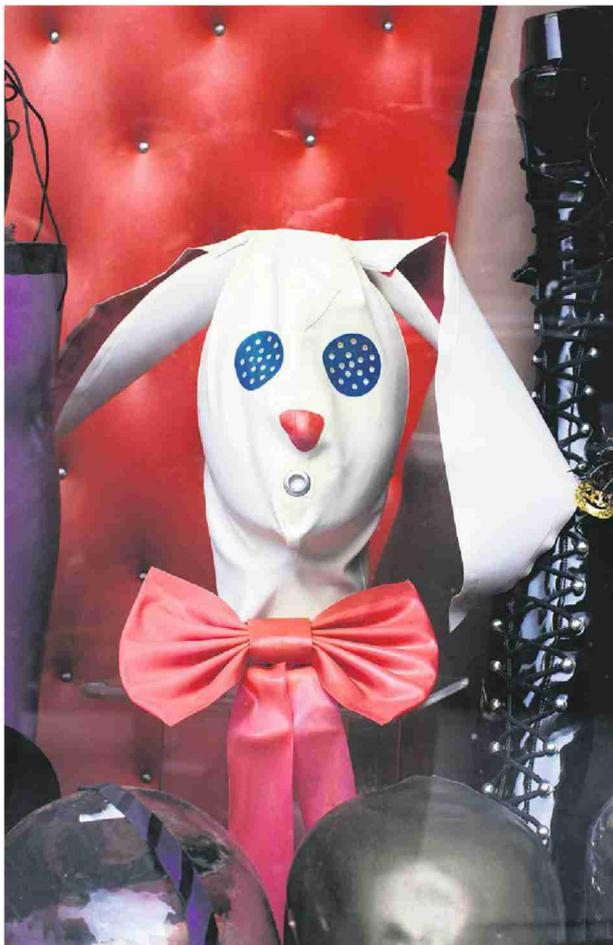




MIKROPLASTIK Das Quäntchen zu viel?

Schweizer Böden sind stark mit Mikroplastik belastet. Wie problematisch das ist, weiss man noch nicht. Ein Streifzug durch die Labore.

VON FLORIAN WÜSTHOLZ (TEXT) UND TAMARA JANES (FOTOS)





Auf das Ross-Schelfeis in der Antarktis fällt nicht oft Schnee. Aber wenn es mal schneit, dann Kunststoffe. Zusammen mit den Flocken fällt winzig feines Mikroplastik aus den Wolken – 4000 Kilometer von der Zivilisation entfernt. Es ist ein Geschenk des Windes. Ein ähnliches Bild zeigt sich auf dem Chomolungma, wie der Mount Everest auf Tibetisch heisst. Dort findet sich Mikroplastik im Schnee und im Schmelzwasser – meist als rund einen Millimeter lange Synthetikfasern.

Dass die Meeresoberfläche mit Plastik verseucht ist, ist bekannt: Trinkröhrchen, Plastiksäcke, Verpackungsmaterial, Spielzeug und Fangnetze sammeln sich in riesigen Teppichen wie dem «grossen pazifischen Müllstrudel». Oft taucht der Müll irgendwann in den Mägen verendeter Meerestiere wieder auf. Selbst auf dem Meeresboden in einer Tiefe von mehreren Kilometern – wo Muscheln, Seesterne oder Krebse leben – hat sich Mikroplastik mit den Sedimenten vermischt.

Auch die Schweizer Umwelt ist voller Mikroplastik: Es steckt in «Böden, Gewässern, deren Sedimenten und der Luft sowie in Lebewesen», fasst es eine Studie des Bundesamts für Umwelt (Bafu) von 2020 zusammen. Während Mikroplastik in Gewässern schon länger untersucht wird, ist über die Belastung von Böden wenig bekannt. Was macht Mikroplastik mit unserer Lebensgrundlage? Wie reagieren Pflanzen und Tiere darauf? Und ist das alles überhaupt ein Problem?

Universität Bern

Moritz Bigalke öffnet die Tür zum Labor des Geografischen Instituts der Uni Bern. Hier im Keller des Gebäudes ist es angenehm kühl. Von einem Regal holt er eine Kiste mit in Alufolie verpackten Petrischalen. Darin verstaut sind die Resultate von Bodenanalysen aus der Schweiz: kleine durchsichtige Folien, auf denen winzige Punkte und Fäden sichtbar sind.

«Das ist das Material, das wir aus fünf Gramm Boden extrahieren», erklärt der Bodenkundler. Was wie Staub aussieht, ist eine bunte Mischung aus bis zu fünf Millimeter grossen Partikeln aus Polyethylen, Polyvinylchlorid, Polyethylenterephthalat (PET), Nylon und anderen Plastikarten (vgl. «Von der Sohle bis zum Rasen»). Bereits 2018 sorgte Bigalke mit einer Studie für Aufsehen. Er wies erstmals nach, dass sich in den Böden fast aller untersuchten Schweizer Auenlandschaften Mikroplastik befindet. «Obwohl diese in Naturschutzgebieten liegen», betont Bigalke. Einzig in gewissen hochalpinen Gebieten – in der Nähe des Nationalparks, unterhalb des Piz Segnas oder am Wildhorn – wurden



er und sein Team nicht fündig.

«Die Konzentration von Plastik in der Umwelt nimmt seit siebzig Jahren konstant zu», sagt Bigalke. «Das ist problematisch, weil sich das Material kaum abbaut.» Die meisten Kunststoffe sind biologisch nicht abbaubar. UV-Strahlung und mechanische Reibung zerkleinern das Plastik zwar mit der Zeit. Daraus entsteht Mikroplastik, das immer kleiner wird. Der vollständige Abbau kann sich über Hunderte bis Tausende Jahre hinziehen. Die genaue Zeitspanne kennt niemand.

Irgendwann wird das Plastik so winzig, dass es kaum mehr nachweisbar ist. Nicht sichtbar ist aber nicht das Gleiche wie verschwunden.

Die Verwitterungsprozesse von Plastik im Boden beobachten Bigalke und sein Team an speziell präparierten Bodenproben, die sie in Glasbehältern in einem Laborklimaschrank aufbewahren. Diese enthalten bekannte Mikroplastikarten in bestimmten Mengen. Untersucht wird, wie schnell der Zersetzungsprozess vonstatten geht. «Nach einem Jahr sehen wir noch keine Veränderungen, obwohl unsere Methode sehr nachweisstark ist», erklärt Bigalke die bisherigen Resultate. «Das zeigt eindrücklich, wie langlebig Plastik ist, wenn es erst einmal im Boden vergraben ist.»

Natürlich will auch Bigalke wissen, ob Plastik im Boden gesundheitsschädigend ist. Das Problem von Schadstoffen im Erdreich kennt er aus seiner Forschung mit Schwermetallbelastung. «Aktuell mache ich mir aber wegen Mikroplastik keine allzu grossen Sorgen um meine Gesundheit», sagt er. «Trotzdem müssen wir das im Auge behalten. Die Konzentration in der Umwelt wird ja nicht kleiner.» Jedes Jahr gelangen in der Schweiz gemäss Schätzungen des Bafu mindestens 20 000 Tonnen Mikroplastik in die Natur, wobei die tatsächlichen Mengen schwierig zu berechnen sind.

Fast wöchentlich erscheinen Studien, die markante Schlagzeilen abgeben: Mikroplastik wurde jüngst sowohl im Blut als auch in den Lungen von Menschen nachgewiesen. Es ist bekannt, dass Bodenlebewesen wie Regenwürmer Mikroplastik essen und wieder ausscheiden – einer der Hauptwege, wie sich die Teilchen im Boden verteilen. Fische nehmen Mikroplastik über die Kiemen auf.

Ob all das schädlich ist, lässt sich nicht mit Sicherheit sagen. «Viele dieser Studien werden in künstlichen Systemen mit hohen Konzentrationen durchgeführt», relativiert Bigalke. Was langfristig bedenkliche Auswirkungen auf die Umwelt aller-



dings nicht ausschliesse.

«Der Boden ist unser Lebensraum», betont der Wissenschaftler. «Auf dem Boden produzieren wir unsere Nahrung. Wir reinigen darin unser Trinkwasser. Da gibt es natürlich einen grossen Forschungsbedarf, um besser zu verstehen, was da eigentlich genau passiert und ob es langfristig zu einer Gefährdung des Bodens kommen kann.»

FiBL, Frick

Vor allem, was Mikroplastik mit unseren Äckern anstellt, gerät langsam in den Fokus der Wissenschaft. So auch am Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) im aargauischen Frick. Der Weg vom Bahnhof führt an Feldern mit Weizen und Raps vorbei. Vögel zwitschern, Grillen zirpen, die Sonne scheint. Nur etwas stört die Idylle: Am Boden liegen Tausende kleine, blaue Plastik-Kügelchen verstreut. Oft wird Mikroplastik bewusst als Träger für Düngemittel und Pestizide eingesetzt und landet so im Boden, wo später unsere Nahrung wachsen soll.

Am FiBL versucht man im Rahmen des internationalen Forschungsprojekts «Minagris», den Einfluss von Mikroplastik in der Landwirtschaft besser zu verstehen. «Zuallererst soll das Projekt einen Überblick über die in der Landwirtschaft eingesetzten Plastikarten schaffen», erklärt die Biologin Joelle Herforth-Rahmé. Auch wenn vergleichsweise wenig Mikroplastik aus der Landwirtschaft in die Umwelt gelangt, ist die Nähe zum Boden ein Problem. «Zudem wissen wir noch kaum, welche Plastikarten in welchen Kulturen gebraucht werden und was davon ungewollt im Boden landet. Geschweige denn, was das für Konsequenzen hat.»

Denn Plastik ist nicht gleich Plastik. Erst dank zahlreicher Zusatzstoffe – Weichmacher, Härter, UV-Stabilisatoren, Farbstoffe, Flammenschutzmittel oder Biozide – wird es überhaupt zu einem nutzbaren Produkt. «All das gelangt mit dem Plastik in den Boden. Die Risikobewertung wird erschwert, weil die Industrie mit Verweis auf den Patentschutz um die Zusammensetzung der Produkte ein grosses Geheimnis macht», kritisiert der Bodenbiologe Andreas Fliessbach.

Die biologische Landwirtschaft ist dabei von Mikroplastik ebenso betroffen wie die konventionelle. Die unterschiedlichsten Plastikprodukte erleichtern den Anbau von Nahrungsmitteln erheblich. Dank Mulchfolien, mit denen



Beete und Ackerflächen abgedeckt werden, sind die Erträge höher, die Kulturzeit lässt sich verlängern und es kann früher geerntet werden; zudem ist die optische Qualität der Produkte besser und es wird weniger Wasser benötigt. Auch Bewässerungsschläuche oder Baumschutznetze sind verbreitete Quellen von Mikroplastik auf dem Acker. Selbst im Kompost aus Grüngut-sammlungen findet sich immer mehr Plastik.

Erschwerend hinzu kommt, dass viele in der Landwirtschaft eingesetzte Plastikprodukte eine kurze Lebensdauer haben: Nach wenigen Monaten sind sie bereits nicht mehr nutzbar. Dann zerfallen sie, Rückstände bleiben auf dem Acker und werden in den Boden gepflügt. Untersuchungen zeigen, dass sich Mikroplastik dadurch vor allem in den obersten 25 Zentimetern von landwirtschaftlichen Flächen ansammelt.

Eine einfache Lösung gibt es nicht, denn Bäuer:innen und Konsument:innen wollen kaum auf die Vorteile von Plastik verzichten. Es spart Zeit und Geld. Den Nutzen von Plastik gegen dessen Nachteile aufzuwiegen, ist zudem schwierig, da die negativen Einflüsse auf Bodenqualität und -biologie noch wenig erforscht sind. «Es ist nicht primär so, dass ich Plastik nicht mag», sagt Herforth-Rahmé. «Plastik ist extrem nützlich. Aber ich will besser verstehen, was es für einen Effekt auf das Bodenleben und die Produktion von Nahrungsmitteln hat.»

Was man heute schon weiss: Mikroplastik verändert die Bodenbeschaffenheit. Entlang viel befahrener Strassen besteht der Boden zu einem bis zwei Prozent aus Mikroplastik, dem Reifenabrieb von Fahrzeugen. Die Partikel lockern den Boden auf, das Wasser fliesst anders ab, das Wurzelwachstum wird beeinflusst. In einem verdichteten Boden könnte Mikroplastik sogar positive Effekte haben.

Und trotzdem merkt man den beiden Forscher:innen ihre Bedenken an. «Die Langzeitwirkungen in Böden und in der Nahrungskette sind im Wesentlichen unbekannt», sagt Fließbach. «Was im Boden passiert, ist oft unsichtbar.»

WSL, Birmensdorf

Umso wichtiger ist es, besser zu verstehen, wie Mikroplastik durch die Umwelt bewegt wird, mit anderen Organismen interagiert und welche Schäden es eventuell anrichtet. Einer, der das untersucht, ist der Biologe Arthur Gessler. An der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) im zürcherischen Birmensdorf untersucht er, ob Bäume sogenann-



tes Nanoplastik über die Wurzeln aufnehmen können. Diese Partikel sind kleiner als ein Mikrometer und entstehen meist durch den Zerfall von Mikroplastik.

Dass Nanoplastik im Boden ist, lässt sich mit aufwendigen Methoden nachweisen. «Hat man Mikroplastik im Boden, gibt es dort früher oder später auch Nanoplastik», sagt Gessler. Die Winzigkeit der Teilchen steht jedoch in keinem Verhältnis zum potenziellen Schaden. Denn weil Nanoplastik so klein ist, könnte es biologische Barrieren wie etwa Zellwände überwinden. Das zu belegen, ist hochkomplex. «Es gibt bisher bloss eine Handvoll Studien, die nachweisen, dass Pflanzen Nanoplastik aufnehmen», erzählt Gessler, während er durch die Reihen des Gewächshauses geht. Dann nimmt er einen von rund hundert Fichtensetzlingen in die Hand. Das Pflänzchen ist gerade einmal ein paar Zentimeter gross. «An solchen jungen Bäumen konnten wir in einem Experiment zeigen, dass Nanoplastik über die Wurzeln aufgenommen und in den Ästen, Blättern oder Nadeln eingelagert wird.»

Um das überhaupt messen zu können, mussten spezielle Nanoplastikpartikel mit einer Grösse von rund 28 Nanometern hergestellt werden. Eine Pflanzenzelle ist rund 3000-mal so gross. Die Partikel werden chemisch markiert – entweder mit einem vergleichsweise seltenen Kohlenstoffisotop oder mit Palladium. Bereits nach wenigen Tagen nehmen die Bäume Partikel aus der mit Nanoplastik angereicherten Nährlösung auf. «Das geht ruck-zuck», sagt Gessler.

Nun müssen die Vorbereitungen für ein Nachfolgeexperiment gemacht werden. Fichten und Elsbeeren stehen bereit. Gessler und sein Team wollen an ihnen herausfinden, ob Nanoplastik die Fotosynthese und damit die Energie- und die Zuckerversorgung von Pflanzen beeinträchtigt. «Es kann gut sein, dass Plastik allein für Pflanzen nicht besonders belastend ist», erklärt Gessler. Aber bereits eine kleine Veränderung der biologischen Prozesse könnte für Wälder zum Problem werden.

Als Experte für Waldökosysteme interessiert sich Gessler nicht nur für winziges Nanoplastik, sondern fürs grosse Bild. «Ökosysteme sind oft multiplen Stressfaktoren ausgesetzt», sagt er. So liegt die Stickstoffbelastung der Böden in der Schweiz vielerorts über der kritischen Schwelle. Mit der Klimaerhitzung kommen häufiger Hitzestress und Trockenheit dazu. Aus der Forschung weiss man, dass mit jedem Stress die Resilienz von Ökosystemen sinkt. «Plastik könnte also das Quäntchen sein, das das Fass zum Überlaufen bringt.»

ETH Zürich



Denise Mitrano hält ein kleines Fläschchen mit einer milchigen Flüssigkeit ins Licht. Im Inneren: Milliarden winziger Nanoplastikteilchen. In einer anderen Flasche befindet sich ein feines Pulver – fast wie Puderzucker. In einer dritten bewahrt sie PET-Fusseln auf. «Wir arbeiten mit unterschiedlichen Plastikarten in standardisierten Grössen», erklärt die analytische Chemikerin der ETH Zürich. Dann klettert sie auf den Labortisch und holt eine grosse Spule mit einer feinen Faser vom Regal. Im Kern dieser Faser befindet sich das seltene Metall Indium, mit dessen Hilfe das Vorkommen von Nanoplastik mit einem Massenspektrometer eruiert werden kann. «Aus diesem Garn könnte man ein T-Shirt weben», witzelt Mitrano.

Mit winzigen Partikeln kennt sich Mitrano aus. An der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) erforschte die Professorin aus New Hampshire die Giftigkeit von Nanomaterialien. Später untersuchte sie am eidgenössischen Wasserforschungsinstitut Eawag, wie gut Kläranlagen Mikroplastik aus dem Wasser filtern: «Wir fanden heraus, dass rund 95 Prozent der Fasern im Klärschlamm bleiben.» Für die Schweiz ist das kein Problem, seit 2006 darf der Klärschlamm nicht mehr als Dünger aufs Feld ausgebracht werden und wird stattdessen verbrannt.

Ganz anders sieht es in vielen anderen europäischen Ländern aus. Dort kommt das in den Kläranlagen gesammelte Mikroplastik zusammen mit dem Schlamm wieder in den Boden. «Kein Wunder, sind landwirtschaftliche Flächen weltweit oft ein Hotspot für Mikroplastik», sagt Mitrano.

Auch sie interessiert sich für die Art und Weise, wie Plastik in der Umwelt transportiert wird. «Wo genau man die Grenze zwischen Mikro- und Nanoplastik festlegt, ist hier nicht wirklich entscheidend», sagt sie. «Wichtiger ist die Frage, ob gewisse Partikel biologische Barrieren wie Zellwände überwinden können und über welche Kanäle sie sich in Ökosystemen verteilen.» Dafür arbeitet Mitrano vor allem im Labor, wo sie unter kontrollierten Bedingungen erforscht, was möglich ist.

Am nächsten Tisch bereitet eine französische Postdoktorandin ein Experiment vor. Damit soll untersucht werden, ob und wie Nanoplastik zwischen Meerwasser und -eis transferiert wird. «Wir wissen, dass sich im Wasser sehr viel Plastik befindet», erklärt Mitrano. «Aber was passiert, wenn dieses Wasser an den Polen gefriert?»

Flüsse und Bäche sind wichtige Transportwege für Plastik. Auch Menschen bringen Abfall von A nach B, ebenso wie andere Lebewesen in der Luft, an Land, im Boden oder im Wasser. Und dann ist da natürlich der Wind: «Wenn Saharastaub mit einer Korngrösse von einem Mikrometer über Tausende Kilometer vom Wind in die Alpen getragen wird, warum sollen sich dann kleinere



Nanoplastikteilchen nicht ebenso verteilen?»

Auch Mitrano macht sich Sorgen um die Zunahme an Mikroplastik in der Umwelt. «Wir bringen jedes Jahr unglaublich viel sehr langlebiges Material in die Umwelt, ohne Möglichkeit, es wieder zu entfernen», resümiert sie. «Die Effekte davon kennen wir nicht. Aber vielleicht erreichen wir irgendwann die Schwelle dessen, was unser Planet bewältigen kann.» Man wisse schlicht nicht, wo die Grenze zum Problem liege. «Und ich mache mir ehrlich gesagt auch mehr Sorgen um den Klimawandel.»

Man müsse die unterschiedlichen Umweltstressfaktoren gleichzeitig in Angriff nehmen. «Schliesslich ist die Erde ein System mit Rückkopplungen, die man nicht unbedingt antizipieren kann.» Was Plastik angeht, handelt die Menschheit seit langem, ohne über die potenziellen Konsequenzen nachzudenken. «Obwohl bekannt ist, dass Plastik ewig in der Umwelt bleibt.»

Umso wichtiger wären ein schnelles Umdenken und weitere Forschung über die Giftigkeit von Mikroplastik. Auch Verbote könnten helfen. Seit Juli 2021 sind in der EU gewisse Einwegkunststoffe nicht mehr erlaubt. Die Schweiz hinkt hinterher, doch es kommt Bewegung in die Sache. Im Mai wurde dem Parlament eine Petition überreicht, die primäres Mikroplastik verbieten will. Sogenannte oxo-abbaubare Kunststoffe sind in der EU seit 2021 verboten – in der Schweiz ab Oktober 2022. Diese sind nämlich nicht biologisch abbaubar. Weil sie schneller zu Mikroplastik zerfallen, tragen sie noch mehr zu einer Verschmutzung bei, deren Auswirkungen wir noch viel zu wenig verstehen.

Bigalke, Herforth-Rahmé, Fliessbach, Gessler und Mitrano freuen sich zwar über die Aufmerksamkeit, die Mikroplastik in den letzten Jahren erhält. «Aber es ist frustrierend, dass wir so wenig wissen», beklagt sich Gessler. Und Mitrano weiss, dass Aufmerksamkeit allein nicht genügt. «Das wissen wir aus dem Umgang mit der Klimakrise.» Es brauche dringend wirksame Massnahmen, damit weniger Plastik und damit weniger Mikroplastik in die Umwelt gelangt. «Denn was schon drin ist, kriegen wir nicht mehr raus.»



«Ökosysteme sind oft multiplen Stressfaktoren ausgesetzt.»

Arthur Gessler, Biologe



Zu den Bildern

Was geschieht im Kopf, wenn man Bilder in einen Zusammenhang mit Sätzen aus Traumdeutungen setzt? Das hat sich die in Bern wohnhafte Künstlerin Tamara Janes gefragt. Unter dem Titel «Halbschlaf» hat sie zusammen mit Lorenzo Bonati – basierend auf Sätzen aus Traumdeutungen unterschiedlichster Provenienz – zu rund 250 Bildern aus ihrem Fotoarchiv fiktive Deutungen entworfen. Die hier gezeigten Sujets mit Plastikelementen sind Teil dieser Auseinandersetzung und spielen mit der Beliebigkeit von Sätzen wie: «Jede Art von Geschäft erleidet einen deutlichen Rückgang», «Versteckte Begabungen bringen Glück und Ansehen», «Willenskraft bekämpft die Macht der männlichen Potenz», «Der Schutz vor Widrigkeiten trotz den Gefühlen», «Die Furcht vor der reinen Seele steht dem Glück im Weg» oder «Wohlstand kanalisiert den Fluss der Emotionen».

Schauen Sie selbst, welche Sätze am besten zu den Bildern passen – und wie die Botschaften je nach Zuordnung plötzlich andere Wendungen nehmen.

Tamara Janes: «Halbschlaf». 288 Seiten. 249 Farabbildungen.
Mit Texten von Lorenzo Bonati und Jörg Scheller. Kehrer Verlag.
Heidelberg, Berlin 2017. 20 Franken.



VIelfÄLTIGE QUELLEN

Von der Sohle bis zum Rasen

Über die genaue Definition von Mikro- und Nanoplastik ist die Forschung uneinig. Gewöhnlich spricht man von Mikroplastik, wenn die Teilchen kleiner als fünf Millimeter sind. Sind sie kleiner als ein Mikrometer – also ein Tausendstelmillimeter –, spricht man von Nanoplastik.

Forschung und Politik unterscheiden zwischen primärem und sekundärem Mikroplastik. Ersteres wird bewusst in dieser Grösse produziert – etwa als Trägerpartikel für Düngemittel oder für die gewünschte Dichte, Festigkeit oder Plastizität in Kosmetika. Sekundäres Mikroplastik entsteht durch Verwitterung oder Fragmentierung grösserer Plastikteile. Eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik von 2018 unterscheidet rund fünfzig verschiedene Quellen von Mikroplastik: Sie reichen von «Abrieb von Dekomaterial, Glitter, Konfetti etc.» bis hin zu «Faserabrieb bei der Textilwäsche».

In der Schweiz ist Reifenabrieb mit 7500 Tonnen pro Jahr die grösste Quelle für sekundäres Mikroplastik – auch von Velopneus und Schuhsohlen gelangt es in die Umwelt. Littering trägt 2700 Tonnen Plastik bei, die mit der Zeit zu Mikroplastik werden. Auch Sportplätze sind problematisch: 1100 Tonnen Mikroplastik jährlich verlieren zum Beispiel Kunstrasen an die Umwelt. Durch die Verwitterung von Gebädefassaden entstehen weitere 300 Tonnen Mikroplastik pro Jahr. Über den Anteil der Landwirtschaft gehen die Schätzungen weit auseinander. Die Forschungsanstalt Agroscope rechnet mit 160 Tonnen, die aus der Landwirtschaft in die Böden gelangen. Andere Studien gehen vom Zehnfachen aus.

FLORIAN WÜSTHOLZ