Zeitschrift: Energie & Umwelt : das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung SES

Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung

Band: 4 (1985)

Heft: 1: Boden

Artikel: Boden : die schleichende Vergiftung des Bodens : der Boden lebt bis zum bitteren Ende...

Autor: Zettel, Jürg / Müller, Erwin R. / Michel, Ruth

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-585986

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

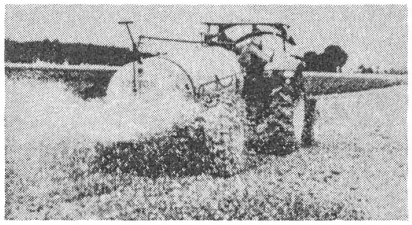
Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die schleichende Vergiftung des Bodens



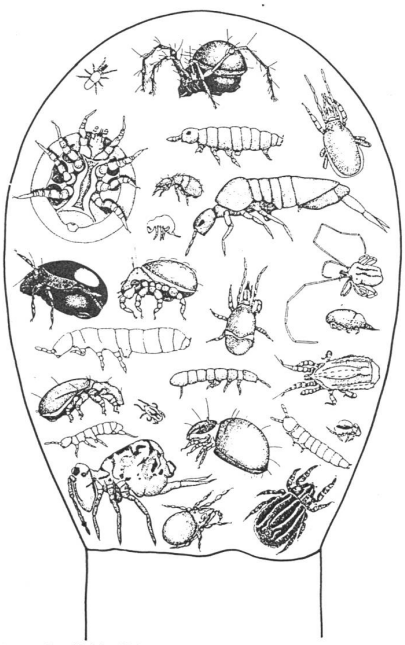
BIS ZUM BITTEREN ENDE...

«Was die Erde befällt, befällt die Söhne der Erde» lautet ein indianisches Sprichwort. Es scheint bald soweit zu sein: Nach dem Sterben der Wälder das Sterben des Bodens. Eine erschreckende Perspektive. Denn der Boden ist die Grundlage unseres Lebens, ebenso unersetzlich wie Wasser zum Trinken und Luft zum Atmen.
Die folgenden Beiträge von Jürg Zettel «Der Boden lebt», Erwin R. Müller «Chemie auf der Scholle», Ruth Michel «Gefahr aus der Luft» und Joan Davies: «Überlistung der Natur» zeigen die verschiedenen Seiten der Bodenproblematik auf.

DER BODEN LEBT

Erde bedeutet für uns das Substrat, in welchem sich die Pflanzen mit ihren Wurzeln verankern und aus dem sie ihre Nährstoffe beziehen; sie ist die Grundlage der landwirtschaftlichen Produktion.
Dass im Boden Tiere leben, weiss jeder; Regenwurm und Engerling sind ebenso bekannt wie Mäuse und Maulwurf. Dass aber jede Handvoll Erde von Tausenden von kleinsten Tieren bewohnt wird, dass weiss und erfährt nur, wer sie mit Lupe oder Mikroskop untersucht. Dieses Vorgehen ist allerdings mühselig und man kann es sich wesentlich einfacher machen. Die Kleintiere des Bodens scheuen Licht, Wärme und Trockenheit. Setzt man sie diesen Faktoren aus, so versuchen sie sich in die Bodentiefe zurückzuziehen; dieses Verhalten kann man sich zunutze machen, indem man eine Bodenprobe in ein von oben beleuchtetes Sieb gibt und ein Gefäss darunter stellt, welches die nach unten auswandernden Tiere auffängt; ein feuchtes, zerknülltes Stück Papiertaschentuch kann ihnen als Versteck und Austrocknungsschutz dienen. Die in der Wissenschaft eingesetzten Extraktionsapparate für Bodentiere arbeiten nach dem gleichen Prinzip. Will man die Bewohner des Bodenwassers erfassen (Einzeller, kleine Würmer usw.), so muss man das Sieb ins Wasser eintauchen.

Es gibt kaum Boden, der nicht von Tieren besiedelt ist; Voraussetzungen sind lediglich, dass er nicht ständig gefroren ist und immer genügend Feuchtigkeit aufweist (für gewisse Tierarten kann er aber zeitweise vollständig austrocknen). So finden wir z. B. in Blumentopferde häufig 1 bis 2 mm grosse weisse Springschwänze, die aber nur zum Vorschein kommen, wenn zu stark begossen wird. Ihnen verwandte Arten wurden auf dem Gipfel des Finsteraarhorns gefunden, wo die Temperatur jede Nacht unter den Gefrierpunkt sinkt, aber wegen der starken Einstrahlung an Sonnentagen recht hohe Werte erreichen kann.
Der Vielfalt der Formen sind kaum Grenzen gesetzt und jeder, der sich mit Bodentieren befasst, wird immer wieder aufs neue fasziniert.



In einem Streichholzkopf haben über 100 Springschwänze und Milben Platz.

Lebenskünstler

Nur die grössten der kleinen Bodenbewohner sind fähig, sich mit Grabwerkzeugen ihren Weg durch den Boden zu graben. Die anderen müssen mit Körperform und Körpergrösse dem vorhandenen Raum angepasst sein. Mit zunehmender Bodentiefe nimmt der Porenraum ab und die darin lebenden Tiere sind nicht nur kleiner, sondern haben einen meist schlankeren, beinahe wurmförmigen Körperbau, der ihnen die Fortbewegung im unterirdischen Labyrinth erleichtert. Beine, Fühler, Borsten und andere Körperanhänge sind stark verkürzt, da sie in engen Raumverhältnissen nur hinderlich wären. Augen und Schutzfärbung sind nicht notwendig, weshalb viele der rein unterirdisch lebenden Insekten blind und höchstens schwach pigmentiert sind. Weil sie in einer dauernd feuchten Umgebung leben, zeigen sie auch keine Schutzvorrichtung gegen Austrocknung und überleben nur wenige Minuten, wenn man sie einer Luftfeuchtigkeit von 50 Prozent (z. B. Zimmerluft) aussetzt. Umgekehrt sind aber die Bewohner periodisch austrocknender Böden befähigt, eine vollständige Austrocknung ihres Körpers zu überleben. Bärtierchen zum Beispiel, welche man auch in Moospolstern auf Felsen und Dächern findet, können in trockenem Zustand jahrelang überdauern und sind dann unempfindlich gegen extreme Kälte und giftige Gase (man kann sie unbeschadet in flüssigen Stickstoff tauchen oder einer Schwefelwasserstoff-Atmosphäre aussetzen). Bringt man sie in einen Wassertropfen, so gewinnen sie in kurzer Zeit ihre ursprüngliche Gestalt zurück und krabbeln wieder umher.
Ein Zuviel an Wasser bringt aber auch Probleme, indem die Sauerstoffzufuhr aus der Luft abgeschnitten wird. Die einen Bodenbewohner kommen in einem solchen Fall mit dem im Wasser vorhandenen Sauerstoff aus, andere können für längere Zeit auf eine sauerstoffreie Lebensweise (Anaerobiose) umschalten. Die in Sumpfböden lebende Larve des Iris-Blattkäfers löst das Problem noch anders: Sie sticht mit ihren zu Dornen umgewandelten Atemöffnungen Pflanzenwurzeln an und bezieht ihre Atemluft direkt von den Pflanzen.
Die Tiere hochalpiner Böden erleben täglich Nachtfröste, und Temperaturen bis −20° C sind im Winter keine Seltenheit. Der Gefrierpunkt ihrer Körperflüssigkeit liegt eigentlich bei −0,5 bis −2° C und ein Gefrieren bedeutet den Tod. Dennoch überleben sie, weil sie spezielle Gefrierschutzsubstanzen (bestimmte Zucker, Alkohole und Proteine) besitzen, welche eine extreme Unterkühlung des Körpers ermöglichen. Viele Hochgebirgstouristen kennen die Gletscherflöhe, kleine Springschwänze, welche derart an die Kälte angepasst sind, dass sie sich auf dem Gletscher fortpflanzen und entwickeln können und Temperaturen von +10° C nicht lange überleben. Die Liste der z. T. verblüffenden Anpassungen liesse sich noch beliebig verlängern.

Bodenfauna mit Schlüsselfunktion

Ohne Bodenfauna können terrestrische Ökosysteme auf die Dauer nicht überleben. Bereits Darwin erkannte die Bedeutung der Regenwürmer, aber man weiss heute, dass auch Milben, Springschwänze und Insektenlarven für das Funktionieren des Nährstoffkreislaufes notwendig sind. Vor allem im Herbst fallen grosse Mengen pflanzlicher Abfallstoffe an, die wieder zu Pflanzennährstoffen abgebaut werden müssen. Da in einem Laubwald jährlich vier Tonnen Streu pro Hektare anfallen, muss im gleichen Zeitraum ebensoviel abgebaut werden, wenn der Wald mit der Zeit nicht in seinen eigenen Abfällen ersticken soll. Zwar sind es die Mikroorganismen (vor allem Bakterien), welche die Nährstoffe freisetzen, aber ohne die Bodenfauna, welche das Material zerkleinert, würde der Abbauvorgang dreimal länger dauern. Auf einer Weide müssen alle Exkremente des Viehs beseitigt und in Pflanzennährstoffe umgewandelt werden. Gäbe es keine spezialisierte Dungfauna, so würde der jährliche Weidelandverlust durch liegengebliebene Kuhfladen acht Aren pro Kuh betragen, weil ein rein verwitterungsbedingter Abbau mehrere Jahre dauern würde. In Australien passierte dies tatsächlich, weil das Rindvieh ohne die dazu passende Dungfauna eingeführt worden war; das Problem konnte nur durch den Import von Mistkäfern gelöst werden.
Neben dem Abbau von organischen Abfallstoffen besorgen die Bodentiere auch die Lockerung und Durchmischung des Bodens. Damit ist eine gute Durchlüftung und krümelige Bodenstruktur gewährleistet, was für das Pflanzenwachstum ebenso bedeutungsvoll ist wie für den Wasserhaushalt des Bodens.

In einem Quadratmeter Boden können leben:

1 000 000 000 000	**Einzeller**
20 000 000	**Fadenwürmer**
600 000	**Rädertierchen**
400 000	**Milben**
400 000	**Springschwänze**
200 000	**Enchyträen (kleine, weisse Verwandte der Regenwürmer)**
16 600	**Insekten und Insektenlarven**
2 800	**Vielfüsser (Tausendfüsser, Hundertfüsser usw.)**
1 000	**Schnecken**
800	**Regenwürmer**
200	**Asseln**
200	**Spinnen**

Der Mensch greift ein

Mit der Bodenbewirtschaftung greift der Mensch in das ökologische Gleichgewicht des Bodens ein. Die Bodenfauna wird nicht allein durch Pestizide dezimiert (welche eigentlich nur bestimmte «Schädlinge» treffen sollten). Auch die moderne hochmechanisierte Bodenbearbeitung bringt Probleme: Verluste durch Pflügen, Eggen usw. können zwar von vielen Arten dank einer hohen Vermehrungsrate in erstaunlich kurzer Zeit wettgemacht werden. Aber durch den Einsatz von schweren Maschinen wird der Boden komprimiert und sein Porenvolumen stark verkleinert. Damit wird ein Grossteil der ursprünglichen Fauna ausgeschlossen. In einem Maisacker findet man nur noch wenige Tiefenformen; die Gesamtzahl der häufigsten Gruppen

(Springschwänze und Milben) ist gegenüber einem Acker mit Wintergetreide 10mal geringer, gegenüber einem ungestörten System, wie z. B. Waldboden sogar 80mal!
Seit mehreren Jahren untersucht unsere Arbeitsgruppe die Fauna in verschiedenen Böden, u. a. in biologisch-dynamisch bewirtschafteten Feldern im Emmental, in Parzellen mit Klärschlammdüngung in Stadtnähe und in Rebbergen am Bielersee. Klärschlamm erwies sich aus bodenzoologischer Sicht als problematisch. Wohl können mit Klärschlamm viele Nährstoffe rezykliert werden, aber es gelangen eben auch Fremdstoffe, Schwermetalle und giftig wirkende Abbauprodukte in den Boden. Untersuchungen in einem Langzeitversuch der Forschungsanstalt Liebefeld ergaben einen Rückgang der von uns untersuchten Springschwänze und Milben in klärschlammgedüngten Parzellen um 60 Prozent, gewisse Gruppen verschwanden fast vollständig. Im Moment versuchen wir herauszufinden, welche Substanzen diesen Rückgang verursachen.
Saure Niederschläge schädigen nicht nur die Waldbäume. Experimente in Skandinavien lassen erkennen, dass auch die Bodenfauna langfristig stark beeinträchtigt wird. Springschwänze und Milben können als Bioindikatoren für die Beurteilung und Überwachung des Gesundheitszustandes unserer Böden eingesetzt werden.
Die menschlichen Aktivitäten reduzieren vielerorts die Bodenfauna. Die Ökosysteme sind aber auf die Bodentiere angewiesen, und auch im Kulturland sind sie trotz Düngung und Bodenbearbeitung notwendig. Wir müssen also einen Weg finden, um die Kleintierfauna unserer Böden zu erhalten, denn nur mit ihrer Hilfe können wir Bodenstruktur und Bodenfruchtbarkeit langfristig erhalten.

Dr. Jürg Zettel

(Quelle: «Uni Press», 43/84)

CHEMIE AUF DER SCHOLLE

Die «Rote Liste» der gefährdeten Tiere und Pflanzen, herausgegeben vom Schweizerischen Bund für Naturschutz, wird immer länger, die Natur immer ärmer. Die moderne, intensivierte Landwirtschaft spritzt weg, was sie für nichtsnutze «Ungräser» und «Unkräuter» hält (das Un-Handbuch der Zollikofer Handelsfirma Agroplant AG nennt dem Bauern 105 Gegner in Wort und Farbbild – von der Kornblume bis zum Vergissmeinnicht –, die er mit chemischen Mitteln vernichten soll).
Mit 15 Meter breiten Spritzgeräten schiesst der Bauer auf Läuse, Käfer und Fliegen und trifft dabei wahllos Freund und Feind. Rückt er zum Beispiele gegen Blattläuse auf den Zuckerrübenblättern aus, reibt er auch eine ganze Armee von Marienkäferchen auf, die bereits über die Läuse hergefallen sind. Die grösseren, aber weniger zahlreichen Käfer rottet er dabei ratzekahl aus; von den Blattläusen aber können ein paar besonders hartnäckige Exemplare überleben. Ohne natürlichen Feind werden sie sich unbehelligt vermehren und sind im nächsten Jahr resistent gegen die Giftdusche. Worauf der Bauer ein zweites Mal mit stärkerer Munition angreift.
Auch Dünger ist Gift für viele Pflanzenarten, vor allem die leicht löslichen und damit für die Pflanzen sofort verfügbaren Kunstdünger aus der Chemiefabrik. Sie begünstigen einzelne Pflanzenarten, andere werden dadurch bis zum Aussterben verdrängt.

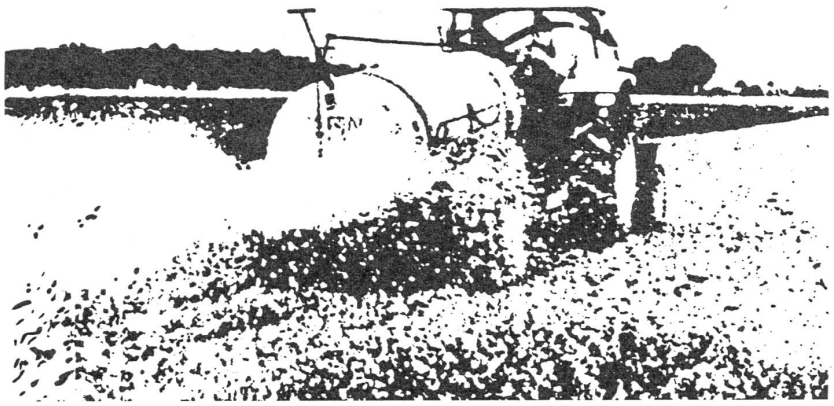
Die Agrarchemie gibt dem Kunstdünger den unverfänglichen Namen «Handelsdünger», und das planmässige Ausrotten von Pflanzen nennt sie harmlos «Artenverschiebung».
Pflanzen sterben aus, Tiere sterben aus, und bereits gibt es Boden, auf dem wichtige Kulturpflanzen nicht mehr gedeihen.

Nach den Arten stirbt der Boden

Nicht die Landwirtschaft allein ist schuld. Neben der intensiven Bewirtschaftung durch die Bauern wirkt sich die Umweltverschmutzung durch Industrie und Verkehr (Blei, Cadmium, Schwefel) auf die Bodenfruchtbarkeit verheerend aus. Wohin das führen kann, zeigen Beispiele im Ausland. In der Tschechoslowakei wachsen auf 100 000 Hektaren bereits keine Kartoffeln und kein Getreide mehr. In Deutschland, so berichtet der Agrarforscher Gerhardt Preuschen, Ex-Leiter des Max-Planck-Institutes für Landarbeit und Landtechnik, sei allerorten das Wachstum der Gerste gestört. Die Ackerkrume sei, so der Wissenschafter, durch falsche Bewirtschaftung und permanente Beregnung mit Schwefel- und Salpetersäure bereits so schwer geschädigt, dass in zwei bis drei Jahren mit dem Niedergang der Gerste zu rechnen sei, und das, sagt Preuschen, «ist der Beginn einer Lawine». Sie droht auch unseren Boden zu überrollen.
Wirklich, ist alles so schlimm? Oder wird nur aufgebauscht, völlig unberechtigt Angst und Panik gemacht?
Man habe ja alles im Griff, die Konsumenten brauchen sich nicht zu sorgen, wird gesagt. Den «Hormon-Skandal» hätten sie schadlos überstanden. Die Pestizidrückstände auf Obst, Gemüse und Getreide liegen, wie die untersuchenden Laboratorien versichern, unter dem gesundheitsgefährdenden Toleranzwert, von ein paar «unerfreulichen» Ausnahmen abgesehen. Und wer nicth täglich ein Kilo nitrathaltigen Treibhaus-Salat verdrückt und zusätzlich in einer Gemeinde mit nitratverseuchtem Grundwasser wohnt, werde deswegen nicht an Krebs sterben.

Allerdings: Der Mensch stirbt nicht am Brot allein. Er stirbt überhaupt nicht allein. Er stirbt zusammen mit der Luft, mit dem Wasser, mit dem Boden, mit der Landschaft, mit seiner Umwelt, die er zerstört.

Ein gesunder Boden ist Voraussetzung für eine hohe und dauerhafte Fruchtbarkeit. Denn der Boden ist ein geheimnisvolles Labor, wie es Menschenwerk nie kopieren kann. Er ist mit Abstand die grösste, effektivste und und billigste Düngemittelfabrik. Allein die unscheinbaren Regenwürmer schaffen im Jahr auf einer Hektare eine Produktion von 100 Tonnen Düngersubstanz.
Für die Stickstoffdüngung gibt es eigentliche Spezialisten. Denn paradoxerweise kommt der für das Pflanzenwachstum wohl wichtigste Baustein unerschöpflich in der Atmosphäre vor (80 Prozent Stickstoffgehalt), wo er aber kaum benötigt wird. Vor allem Schmetteringsblütler (sog. Leguminosen, z. B. Klee, Wicken, Erbsen, Ackerbohnen) sind in der Lage, in Zusammenarbieit mit bestimmten Bakterienarten den Luftstickstoff im Boden zu binden und ihn so auch für andere Pflanzenarten zugänglich zu machen.
Kluge Bauern bauen deshalb diese Leguminosen möglichst oft in den Fruchtfolgeplan ihrer Ackerkulturen ein. So lassen sie die Natur gratis für sich arbeiten.
Die Mehrheit vertraut hauptsächlich dem industriell hergestellten Stickstoffdünger, der nebst hohen Kosten auch die fatale Eigenschaft hat, die natürliche Stickstoffproduktion im Boden stark zu behindern, bei einigen Kulturen sogar zu verhindern.
Man müsste annehmen, der Bauer würde im ureigensten Interesse alles unternehmen, um das Bodenleben zu erhalten und zu fördern, und alles unterlassen,



was dem Boden schadet. Doch manche behandeln ihn wie den letzten Dreck. Mit der Giftspritze, mit Kunstdüngern und mit tonnenschweren Maschinen schädigen und vernichten sie Myriaden von Organismen, die in einem für den Menschen undurchschaubaren, perfekten ökologischen Gleichgewicht stehen. Die tausendfachen Wechselbeziehungen, die sich nach 400millionenjähriger Kooperation zwischen den höheren Pflanzen und den Bodenorganismen herausgebildet haben, können in den 10 000 Jahren Landwirtschaft und den rund 35 Jahren, während denen der chemische «Pflanzenschutz» existiert, nur zu einem Bruchteil erfasst und enträtselt worden sein.

Erfasst werden können einstweilen nur die Folgen: Eine OECD-Untersuchung über die weltweite Verschlechterung der Böden durch falsche Bearbeitung, Überweidung und daraus erfolgender Erosion und Verwüstung sagte 1983 voraus, dass «in 20 Jahren mehr als ein Drittel des bebaubaren Bodens der Erde zerstört» sein wird.

Nicht nur der Raubbau in den Entwicklungsländern ist daran schuld. Auch in den USA, dem Agrarmusterland mit den höchsten Ertägen, verliere, so berichten die OECD-Experten, «ein Drittel der landwirtschaftlichen Fläche seine bebaubare Schicht schneller, als sich die Böden natürlich bilden können».

Und wie egal einigen Schweizer Landwirten der Boden unter den Füssen ist, zeigen jene Bauern, die nach der Getreideernte die Stoppelfelder anzünden – eine tödliche Sünde für den Boden. Aber die Agrochemie wird sie vergeben: Sie kann den Schaden im nächsten Jahr «beheben» – mit noch mehr Dünger und noch mehr Pestiziden. Bis die Eierschale eines Tages bricht.

2068 Tonnen Pestizide

Der Pestizidverbrauch nimmt, obwohl die Landwirtschaft weniger Land zur Verfügung hat, stetig zu. 1981 wurden, nach einer vom Bauernverband veröffentlichten Statistik, über der Schweizer Landschaft versprüht: 850 Tonnen Herbizide (gemessen in unverdünntem Wirkstoff), 1007 Tonnen Fungizide und 141 Tonnen an Insektiziden und weiteren -ziden, total 2068 Tonnen Pestizide – 1,9 Kilogramm pro Hektare Kulturland (100×100 Meter) oder 350 Gramm pro Kopf der Bevölkerung.

Der Schweizer Bauer versprüht durchschnittlich für über 1000 Franken Giftmischungen auf seine Böden und Kulturen. Kein Berufsstand, Apotheker eingeschlossen, arbeitet so selbstverständlich mit so viel lebensfeindlichen Substanzen und ist dafür so wenig ausgebildet wie die Bauern. Die meisten haben landwirtschaftliche Schulen besucht, als von chemischen Pflanzenschutzmitteln wenig und von deren Gefährlichkeit überhaupt noch nicht die Rede war.

Solcher Pestizidverbrauch des Landvolkes lohnt sich für die Agrochemie, die sich laut Werbung der Chemiefirma Hoechst als «des Bauern treuer Knecht» versteht. Sie ist auch ein teurer Knecht: 1981 hat sie dem Meister für 101 Millionen Franken Pflanzenschutzmittel verkauft. Und dreissigmal mehr noch wurden, vor allem von den Chemie-Multis in Basel, ins Ausland exportiert.

Ob der Meister auch etwas an seinem Knecht verdient, scheint hingegen fraglich. Fünfjährige Untersuchungen deutscher Pflanzenschutzdienste ergaben, dass die Spritzkosten meist höher waren als der erreichte Mehrertrag: Herbizidspritzungen bei Sommergerste waren in 50,4 Prozent der Anwendungen unwirtschaftlich, bei Sommerweizen sogar in 73,8 Prozent. Schlimmer noch: 18 Prozent der Winterweizenfelder hatten mit Unkrautvertilger weniger Ertrag als ohne Gifthilfe.

Ebenfalls guter Kunde ist der Bauer bei der Düngemittelindustrie. Dem Acker soll zurückgegeben werden, was ihm an Nährstoffen durch Anbau und Ernte verlorengeht. Miststock und Jaucheloch – die traditionellen organischen Düngemittellieferanten – sind dazu nicht mehr notwendig, seit die Agrochemie mineralische Düngemittel industriell gewinnen und herstellen kann.

Die Pflanze braucht für ihre Entwicklung drei Hauptnährstoffe, und die kann die Chemie – vorläufig – in jeder gewünschten Menge liefern:

- Stickstoff, ein wichtiger Eiweissbaustein, wird aus purer Luft gewonnen – unter gewaltigem Energieaufwand: für ein Kilogramm Stickstoff werden zwei Kilogramm Heizöl verbraucht.
- Phosphor ist ebenfalls ein Eiweissbestandteil. Er wird aus phosphathaltigen Gesteinen, vor allem in Marokko, gewonnen.
- Kali braucht die Pflanze zum Beispiel für die Umwandlung von Zucker in Stärke. Kalium wird in Salzminen im Elsass gefördert und führt zu gewaltigen Umweltproblemen.

Gegenüber ihrem natürlichen Vorkommen im hofeigenen Dünger haben diese künstlich hergestellten Dünger den Vorteil, dass sie wasserlöslich sind und von der Pflanze direkt und sofort aufgenommen werden können. Streut der Bauer ein paar Säcke stickstoffhaltigen «Ammonsalpeter» auf die frischgemähte Wiese, spriesst das Gras schon nach ein paar Tagen wieder üppig hoch, und das erfreut sein Auge.

Dünger wird ausgeschwemmt

Nachteilig ist hingegen die Wasserlöslichkeit der Kunstdünger, wenn nach getaner Arbeit ein langer Regen einsetzt, oder wenn nach dem Prinzip «Viel nützt viel» zuviel gestreut wurde: Der Dünger wird ausgeschwemmt – Stickstoff gelangt ins Grundwasser und verseucht das Trinkwasser mit Nitraten; Phosphate überdüngen die Seen, bewirken ein unmässiges Algenwachstum, das dem See den Sauerstoff entzieht und, wie das Beispiel Sempachersee zeigt, letztlich ein Fischsterben verursacht.

Unsere Landwirte haben sich von den Vorteilen der Kunstdünger überzeugen lassen: Sie streuen heute durchschnittlich pro Hektare 62 Kilogramm zugekauften Reinstickstoff, 50 Kilogramm Phosphor und 64 Kilogramm Kali aus. Vor 40 Jahren kamen sie noch mit je 7 Kilogramm Stickstoff und Phosphor und mit 13 Kilogramm Kali aus.

Die zwischenzeitlich erzielten Mehrerträge seien hauptsächlich dem Einsatz von Kunstdüngern und Pflanzenschutzmitteln, also ihr, zu verdanken, sagt die Agrochemie. Einige Forscher setzen Fragezeichen: So hat sich zum Beispiel in der Schweiz zwischen 1970 und 1978 der Zukauf von Stickstoffdüngern verdoppelt und es hätte demnach auch finanziell eine deutliche Ertragssteigerung bei der pflanzlichen Produktion resultieren müssen. Tatsächlich aber ist in dieser Zeit, nach den Zahlen des Bauernverbandes, der indexierte Wert der pflanzlichen Produktion lediglich um zwei Prozent gestiegen.

Wohin das Geld für die Stickstoffdünger in Wahrheit geflossen ist, zeigt eine WWF-Studie über die Stickstoffbilanz in der schweizerischen Landwirtschaft: den Rhein hinab. Die Bauern kaufen jährlich 68 000 Tonnen Stickstoffdünger hinzu, und 95 000 Tonnen werden aus den Böden ausgewaschen. Die natürliche Stickstoffproduktion würde also mehr als genügen, um den Bedarf zu decken.

Schliesslich steht der zeitgenössische Bauer nicht in einem dritten Abhängigkeitsverhältnis zur agrochemischen Industrie: Die Züchtung neuer Pflanzensorten geschieht heute weitgehend in Laboratorien der Agrochemie oder wird durch diese finanziert (die Basler Hoffmann-La Roche ist weltweit der zweitgrösste Saatgutproduzent). Dabei steht nur noch ein Ziel im Vordergrund: Mehrertrag. Denn an anderen Zuchtzielen, die während Jahrhunderten dominierend waren, wie Resistenzen gegenüber Krankheiten und Schädlicngen oder Anspruchslosigkeit gegenüber Nährstoffen, zeigt sich die Agrochemie wenig interessiert. Gesunde, resistente, anspruchslose Pflanzen brauchen weder Pestizide noch Kunstdünger.

Erwin R. Müller, Agrarreport, BZ

GEFAHR AUS DER LUFT

Nicht nur aus der Spritzdüse des Landwirtes regnet es Gift auf den Boden. Was saurer Regen, Staub und Dreck aus Kaminen und Autos im Boden deponiert, ist nicht weniger gefährlich. Es ist zudem unberechenbar: während die Spritz- oder Düngermenge nach gewissen Dosen und Grenzwerten ausgetragen werden, erfolgt die Berieselung mit Industriegiften unkontrolliert.

Vom Auto kommen Blei, Stickoxide, Pneuabrieb (Cadmium!), Öl und Russ; die Industrie produziert vielfältige Luftschadstoffe (Schwermetalle!) Staub und Rauch. Grosse Mengen giftiger Schwaden ziehen von Kehrichtverbrennungsanlagen über Äcker und Wälder: Salzsäure und Fluorsäure (zwischen 4 600 und 9 200 Tonnen jährlich), Schwefeldioxid, Schwermetalle wie Eisen, Zink, Kupfer, Cadmium und Quecksilber sowie Spuren der «Seveso-Gifte», chlorierte Dioxine und Furane.

Schwermetalle

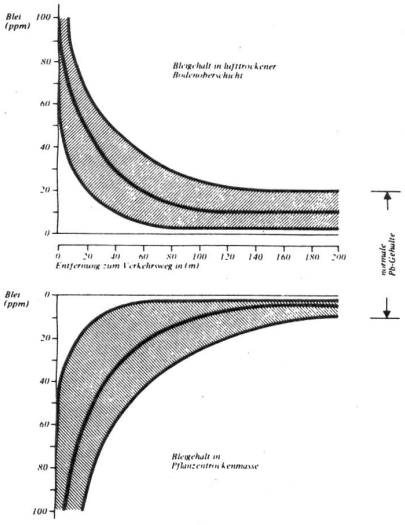
Nicht nur via Abgase und Rauch gelangen die Schwermetalle in den Boden, sondern auch über Klärschlamm und Müllkompost, welche als Dünger selbst im Winter auf gefrorene Felder ausgetragen werden. Zwischen 40 000 und 80 000 Tonnen Müllkompost und rund 2,4 Millionen Tonnen Klärschlamm landen jährlich auf der relativ kleinen, dafür um so intensiver genutzten landwirtschaftlichen Fläche der Schweiz. Rund 5300 Hektare Ackerland müssen diese Abfalllasten schlucken, das heisst, dass pro Hektare 25 bis 30 Tonnen Müllkompost und 2,5 Tonnen Klärschlamm ausgetragen werden.

Was bedeutet dies nun für den Boden? Jeder Boden enthält eine gewisse Menge Schwermetalle. Gesteine zerfallen, und über Grundwasser und Pflanzen gelangen Spuren von Schwermetallen in den Boden, ins Grundwasser. Aber es sind nur Spuren, und über Jahrhunderte vermag der Boden das Gleichgewicht zu halten. Dieser natürliche Gehalt an Schwermetallen wird jedoch überlagert durch die menschliche Zufuhr. Schwermetalle reichern sich nun an, in den obersten Zentimetern der Humusschicht, und werden durch die Pflanzen aufgenommen. Über die Nahrung gelangen diese Giftstoffe zurück zum Menschen, reichern sich in Niere und Leber an und können, zum Beispiel im Fall von Cadmium, zu Krebs führen. Der Kreislauf schliesst sich. Zum Nachteil von Pflanze, Tier und Mensch.

Zwar hält die neue «Verordnung über Schadstoffgehalte des Bodens» im Entwurf vom September 1984 Grenzwerte und Gesamtgehalte der Schadstoffbelastung fest. Wie wenig diese Grenzwerte jedoch aussagen, belegte an einem Boden-Symposium vom Herbst 1984 Professor Hans Sticher (Laboratorium für Bodenkunde, ETH): «Für die Abschätzung allfälliger schädigender Wirkungen der Schwermetalle auf den Boden und das gesamte Ökosystem nützt der Gesamtgehalt wenig. Die Chemie der Schwermetalle und die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Bodenbestandteilen und der Bodenlösung ... muss in die Beurteilung miteinbezogen werden.»

Das heisst im Klartext: es kommt darauf an, wie sauer oder wie basisch ein Boden ist, in welcher Kombination die Schwermetalle anfallen und was für andere Stoffe vorhanden sind, mit denen die Schwermetalle Bindungen eingehen oder um Bindungen konkurrenzieren. Für einzene Stoffe kann deshalb der Sättigungsgrad schon sehr viel früher erreicht sein, als nach der «Schadstoffverordnung» berechnet. Zum Beispiel für Cadmium. Sticher: «Ausgerechnet das hochgiftige Cadmium wird unter diesen Umständen kaum absorbiert und belastet (**auch bei erlaubter Zufuhrmenge**) schon nach wenigen Jahrzehnten die Bodenlösung in unzulässiger Weise.»

Bleigehalt im Boden und in Pflanzen entlang von Strassen.



(Quelle: Biozid-Report Schweiz, WWF)

Die Verschmutzer waschen sich die Hände

Industrie, Verkehr und Kehrichtverbrennung als Quellen der schleichenden Vergiftung des Bodens – man fragt sich, weshalb nicht ernsthaft Massnahmen ergriffen werden, um diese unzumutbare Belastung zu stoppen. Denn die Quellen der verschiedenen Schadstoffe sind bekannt: Das Blei im Benzin, das nun tatsächlich, unter dem Druck der sterbenden Wälder, reduziert, mit der Zeit ganz aufgehoben werden soll. Cadmium, Bestandteil von gelben, roten und braunen Farbpigmenten, Stabilisatoren von PVC, Legierungen und Korrosionsschutz, könnte ersetzt werden. In Schweden ist dies der Fall, in der Schweiz schreckt man vor einem Verbot zurück. Es werden Empfehlungen herausgegeben – «Die Verwendung von Cadmium muss so weit wie möglich eingeschränkt werden» – und Grenzwerte festgelegt. Aber das Problem wird nicht gelöst. Ähnlich steht es beim umweltschädlichen PVC: Hersteller und Behörden haben einen Deal geschlossen, so eine Art «Gentleman's agreement» zwischen Wölfen und Schafen: Die Produzenten von PVC-Verpakkungen vermindern die Menge ihres giftigen Produktes, dafür wird es weder verboten noch eine Anschreibepflicht eingeführt. Die Produzenten können sich die Hände reiben: Wie sollte ein Konsument unterscheiden können, ob er nun ein PVC-haltiges Produkt kauft oder nicht?

Wir behandeln den Boden, als sei er der letzte Dreck. Noch sei die Situation in der Schweiz nicht alarmierend, wird beruhigend festgestellt. Und bald soll ein nationales Messnetz Boden «NABO», im ganzen Land Bodenwerte messen und Frühwarnsignale abgeben. Bis es soweit ist und die ersten Alarmmeldungen eingehen – darf man ruhig weitermachen, in den Boden ackern, und durch die Schornsteine jagen, was anfällt?

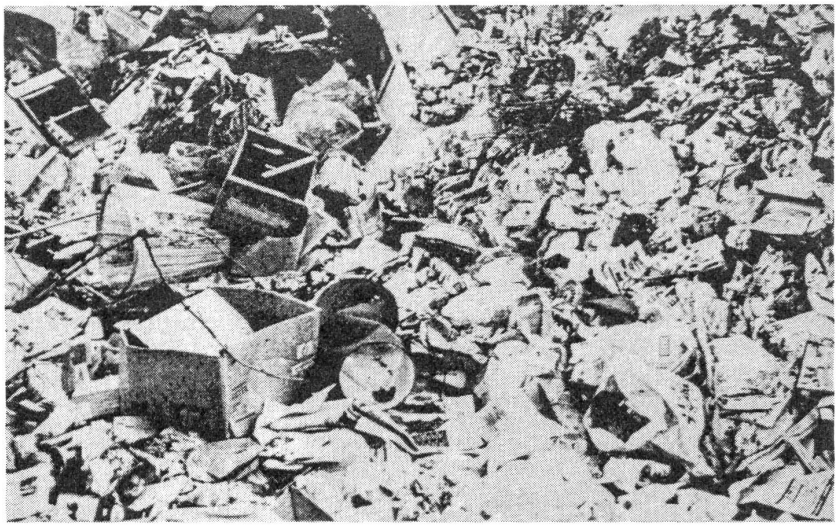
Klare Worte sprach am Boden-Symposium am Gottlieb-Duttweiler-Institut Jörg Zihler, Chef der Sektion Boden im Bundesamt für Umweltschutz: «Weil die Vergiftung des Bodens schleichend ist, ist sie nicht so klar erforschbar. Aber hier ist nicht nur Rauch, hier ist auch Feuer. Es gibt eine Bedrohung der Lebensgrundlage Boden. Es wäre geradezu mirakulös, wenn die Luftverschmutzung und die Anhäufung von Giftstoffen in

der Biosphäre ohne Folgen für den Boden bleiben würden. Für mich reichen diese Indizien, um zu handeln. Der Boden verlangt frühzeitigen und wirksamen Schutz. Mit einer Schaufel erreicht man nichts mehr. Ich möchte kein Waldsterben Nummer zwei erleben – ein Bodensterben. Und ich will mich nicht von Verbänden so lange zurückdrängen lassen, bis der letzte Schuldzuweis schwarz auf weiss erbracht ist.»

Ruth Michel

Quellen:
Biozid-Report Schweiz, Schadstoffe in unserer Umwelt. WWF, SBN, SGU, 641 Seiten, Fr. 25.-

Jochen Bölsche: Was die Erde befällt. Nach den Wäldern sterben die Böden. Spiegel-Buch. Rowohlt. Reinbek b. Hamburg 1984, 219 Seiten, Fr. 16.80.



Die Schwermetalle Zink, Cadmium, Kupfer, Blei, Quecksilber

Die ökologisch und toxikologisch bedeutungsvollen Schwermetalle sind heute relativ gut untersucht.

Zink
wird zu 94% durch die KVA in die Luft emittiert. Die andern Energieträger leisten einen vernachlässigbaren Beitrag.

Kupfer
Kupfer wirkt vor allem auf Pflanzen und niedere Tiere sehr toxisch. Es wurde daher schon lange intensiver untersucht. Der Frachtvergleich zeigt, dass die Müll- und Heizölverbrennung mit je etwa drei Tonnen im Jahr die wesentlichen Beiträge leisten, wobei aber Heizöl einen zirka 20mal grösseren Energiebeitrag bringt.

Cadmium
zeigt eine analoge Charakteristik wie Zink. Obwohl die Daten für die Müllemissionen stark schwanken, ist es unzweideutig, dass die KVAs – neben den (unbekannten) Industrieemissionen – die Hauptquellen darstellen. Beobachtet werden muss, dass selbst die «schmutzige» Kohle (ohne Filter!), bezogen auf die Primär-Energieerzeugung, 7- bis 70mal weniger Cadmium emittiert als die mit (guten) Filtern ausgestatteten KVAs.

Blei
zeigt die altbekannte Verteilung, gemäss der ca. 97% der Bleiemissionen durch das Benzinblei bewirkt werden.

Für **Quecksilber** liegen keine vergleichbaren Daten vor, ebenso fehlen sie von Arsen und Selen, zwei toxikologisch ebenfalls nicht unbedeutende Stoffe. Einzelmessungen aber zeigen, dass Quecksilber in eher grösseren Mengen als Cadmium in die Atmosphäre emittiert wird.

Schwermetallanreicherung in Böden durch Behandlung mit Müllkompost

	Kupfer		Zink		Blei	
normaler Gehalt (ppm)	2–100		5–210		15–218	
Gehalt der untersuchten Böden	ohne Kompost	mit Kompost	ohne Kompost	mit Kompost	ohne Kompost	mit Kompost
Rebberge im Kt. Genf	110	229	60	120	31	112
Rebberge im Kt. Wallis	140	190	46	146	35	81
Rebberge im Kt. Waadt	240	400	88	252	46	119

Schwermetallquellen im Überblick (in Tonnen), 1980

Herkunft	Zink	in %	Kupfer	in %	Cadmium	in %	Blei	in %
Müll	92,4	93,8	3,4	41,5	1,4–14	41–88	35	2,8
Heizöl	*5,5	5,6	*2,8	34,1	0,1	3–0,6	*5,5	0,4
Schweröl								
Benzin							1200	96,3
Diesel	0,6*	0,6	0,3*	3,7	0,006		0,6*	
Gas								
Kohle			1,7	20,7	1,9	56–12	5	0,4
Total	98,5		8,2		3,4–16,0		1246,1	

(4) *basiert auf Einzelmessungen

(Quelle: Biozid-Report Schweiz, WWF)

Überlistung der Natur: kurzfristiger Erfolg langfristige Probleme

Mehr, grösser, billiger: dies war und ist noch heute die Devise der Agrarpolitik. Doch die Steigerung der Erträge, verbunden mit einer Verminderung der Arbeitszeit, zeigt bereits heute ihre Konsequenzen: Böden werden ausgelaugt, der Pestizid-, Düngemittel- und damit auch der Energieverbrauch nehmen zu, die Nahrung wird immer ungesünder. Joan Davies, Gewässer- und Ernährungsspezialistin, untersucht in ihrem Beitrag zur Bodenproblematik die Aspekte Energieverbrauch, Landwirtschaft und Ernährung.

Dass auch der Boden im Zusammenhang mit Energieverbrauch zur Sprache kommt, leuchtet ein: wir brauchen nur an die moderne Landwirtschaft zu denken – Mechanisierung der Feldarbeit, energieintensive Kunstdünger, usw. – um ermessen zu können, dass der heutige Landbau mit Energieverbrauch stark verknüpft ist. Diese augenfällige Energieverwendung ist jedoch lediglich die Spitze des Eisberges im ganzen Nahrungssektor: sie beträgt nur ca. 15 Pro-

zent des gesamten Energieverbrauchs dieses Sektors.

Erfolg für heute: Probleme für morgen... und übermorgen

Obwohl der nicht direkt ersichtliche Teil des Energieverbrauchs uns auch beschäftigt, bleiben wir beim Thema und betrachten vorerst den bodenabhängigen Anteil. Als Folge mangelnder Bodenpflege versuchte man die anfänglich sinkenden Erträge durch «Überlistung» der Natur zu erhöhen. Dazu dienten Kunstdünger, Pestizide, neue Genzüchtungen und stärkere mechanische Bearbeitung des Bodens. Die Folgen dieser Anstrengungen sind Tabelle 1 zu entnehmen. (Die Angaben sind den statistischen Quellen der BRD entnommen. Erfahrungsgemäss gelten jedoch die Ziffern in diesem Bereich auch für die Schweiz.)

TAB. 1
Änderung in Aufwand und Ertrag [I]

	1945	1978
Hektarerträge	100	150
Düngemittel	100	450
Pestizide	100	1450
Energieaufwand	100	2100

TAB. 2
Rationalisierung in der Landwirtschaft [I]

	1930	1980*
Getreideernte	50	2
Kartoffelernte	220	20
Zuckerrübenernte	310	12

Arbeitsstunden/ha
* bei optimaler Mechanisierung

Doch auch 50 Prozent höhere Flächenerträge können nicht als uneingeschränkter Erfolg gewertet werden. Die höhere Erntemenge musste mit qualitativen Einbussen erkauft werden. Aber auch in anderer Hinsicht kam diese Ertragssteigerung teuer zu stehen: Der Rohstoffverzehr, insbesondere der Energieverbrauch, stieg gewaltig an, ebenso wie der Verlust des Bodens und der Bodenfruchtbarkeit. Wir stehen auch einer Gewässerbelastung gegenüber, deren Ausmass kaum noch abzuschätzen ist. Zu den grossen Problemen für die Umwelt gehören nicht nur die Anwendung von Pestiziden, sondern auch deren Herstellung. In diesem Zusammenhang müssen Seveso und Bhopal erwähnt werden.

Neben den höheren Erträgen, strebten wir auch eine Steigerung der Effizienz der Landwirtschaft an, wobei die Effizienzberechnung neben Ertrag nur die menschliche Arbeit einbezog. So ist es auch gelungen, die Aufwand-Ertragsbilanz beträchtlich zu verbessern, zumindest was die hofgebundene Arbeit anbelangt (Tab. 1 und 2). Ziehen wir jedoch die weitere Beschäftigung in den für die Landwirtschaft notwendig gewordenen Industriezweigen (Herstellung von Düngern, Pestiziden, Traktoren usw.) in die Berechnung mit ein, sinkt die Effizienz beträchtlich. Auch in anderer Hinsicht müssen wir den «Erfolg» in Frage stellen. Die Rationalisierung führte in dieser Zeit zu einer Abnahme von 203 000 Betrieben auf 120 000, und einer Wegrationalisierung von 130 000 Arbeitsplätzen.

Das Billige kommt uns teuer zu stehen

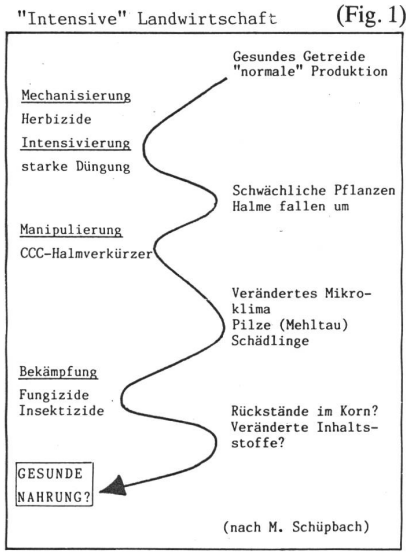
Das Bestreben nach verbesserter Effizienz wurde und wird mit der Notwendigkeit begründet, die Preise möglichst tief zu halten. Die menschliche Arbeit wird für zu teuer gehalten, sie muss daher durch Fremdenergie ersetzt werden. Wiederum lassen wir uns aber als Konsumenten von billigen Nahrungsmitteln täuschen. Beziehen wir die kurz- und langfristigen Folgekosten (auch sozialer Natur) der Bodenerosion, des Verlusts der Bodenfruchtbarkeit, der Beeinträchtigung der Grundwasserreserven durch Nitrate und der Seeneutrophierung durch Phosphate mit in die Rechnung ein, können wir uns eigentlich die heutige landwirtschaftliche Praxis gar nicht mehr leisten... und auch bestimmt nicht mehr verantworten.

Lange Zeit wurde diese Meinung hauptsächlich von Aussenstehenden geäussert. Die Erkenntnisse über die durch die Landwirtschaft erzeugten Probleme bereiten jedoch immer weiteren Kreisen Sorgen: im neuesten Bericht der Water Management Policy Group der OECD kommt dies klar zum Ausdruck.

Symptombekämpfung statt Problemeliminierung

Der Grund der problematischen Entwicklung ist schon in der ursprünglichen Haltung zu erkennen: Überlistung der Natur, Ausnutzung der Böden. Mit steigendem Einsatz von Energie und Chemie wird versucht, die Produktivität der ausgelaugten Böden zu erhöhen. Somit hätte der Energieeinsatz als Kompensation zur Bodenpflege dienen sollen. Jedoch anstelle einer Kompensation leistet diese «Lösung» neuen Problemen Vorschub, die wiederum weitere Probleme provozieren (Fig. 1).

"Intensive" Landwirtschaft (Fig. 1)



Solche Teufelskreise zeigen, dass wir uns in der Landwirtschaft, wie im Umweltschutz, in der Medizin usw., fast ausschliesslich mit der **Symptombekämpfung** anstatt mit **Massnahmen an der Quelle** (Problemeliminierung) beschäftigen. Dies mag nicht zuletzt damit zu tun haben, dass Symptombekämpfungsmassnahmen implizit zulassen, dass das Problem weiterhin existieren darf bzw. weiterhin an der Problementstehung verdient werden kann. Die Notwendigkeit, Symptome zu bekämpfen, schafft eine zweite Verdienstmöglichkeit und hemmt damit das materielle Interesse an der Problemeliminierung. Die Verteilung der finanziellen Aufwendungen z. B. in der Medizin illustriert dies deutlich: nur 2 Prozent der Gesundheitsausgaben kommen präventiven Massnahmen zugute.

Tagtäglich: unser Einfluss auf die landwirtschaftlichen Praktiken und den Energieverbrauch

Die Landwirtschaft bzw. die Nahrungsmittelbranche im allgemeinen, übt einen wichtigen Einfluss auf unseren Gesundheitszustand aus: In den Industrieländern tragen grösstenteils die ernährungsbedingten Zivilisationskrankheiten (Herzschäden, Arteriosklerose, Gicht, Arthritis, Diabetes mellitus, Krebs u. a.) hauptsächlich zu den wachsenden Gesundheitsproblemen bei. Die für die Behandlung notwendige medizinische Infrastruktur trägt aber ihrerseits beträchtlich zur wachsenden Belastung des Energie- und Umwelthaushaltes bei.

Es ist klar, dass wir zum grossen Teil über unsere eigene Ernährung bestimmen, und somit weitgehend für die eigene Gesundheit sorgen können. Es fällt jedoch weniger auf, dass wir gleichzeitig auch über die Gesundheit von Böden, Gewässern und Umwelt mitbestimmen.

Ob wir energieintensive Produkte wie Konserven, Tiefgekühltes, Treibhaussalate und viel Fleisch kaufen, oder uns eher an naturbelassene, jahreszeitlich gerechte Produkte (vor allem aus dem biologischen Landbau) halten, hat tiefgreifende Auswirkungen: Unsere Einstellung beeinflusst unsere Gesundheit und die unserer Umwelt ebenso wie landwirtschaftliche Praktiken und die Handhabung von Energie und anderen Rohstoffen. Es liegt an uns, diesen weitreichenden Einfluss positiv einzusetzen.

Joan Davies

Literatur:
(1) O. Rohweder, «Ökodilemma», Sonderdruck aus «Natur und Mensch», 1982
(2) FAO: Effects of Intensive Fertilizer Use on the Human Environmet. Soils Resources Development and Conservation Service, FAO (Rom 1972) ◆