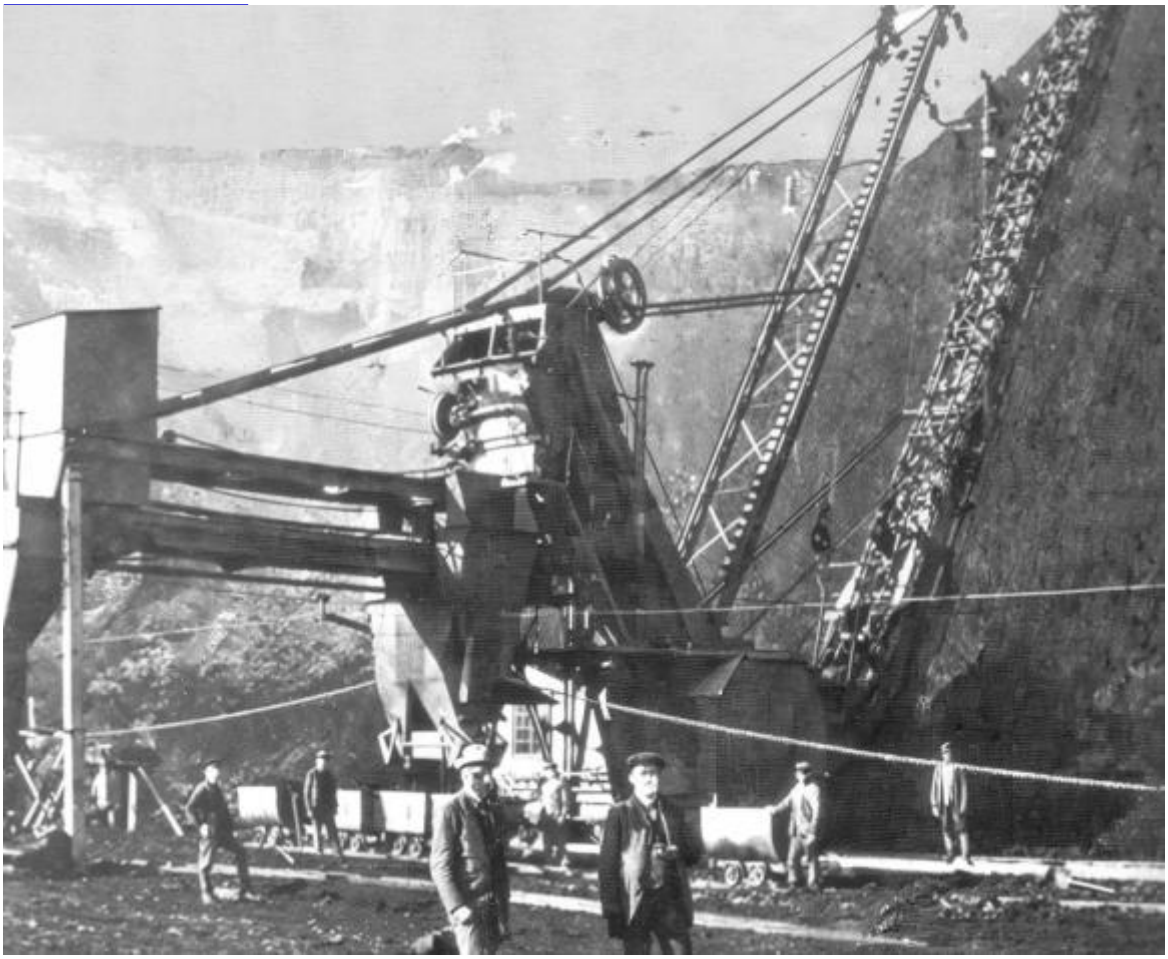
https://www.gen-ethisches-netzwerk.de/node/4887

Gen-ethischer Informationsdienst

Die Illusion von Effizienz

Warum Innovation nicht zur Einsparung von Pestiziden führt

AutorIn
Dr. Andrew Flachs



Das Prinzip, das der Ökonom W. S. Jevons 1865 mit Blick auf den Kohleverbrauch beschrieb, lässt sich auch auf heutige Technologien anwenden.

Lässt sich der Einsatz von Pestiziden durch den Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen reduzieren? Nein, längerfristige Analysen zeigen das Gegenteil. Um das zu erklären, ziehen US-amerikanische Wissenschaftler*innen das Jevons-Paradoxon heran und werfen einen kritischen Blick auf das System Landwirtschaft.

Der englische Ökonom und Philosoph William Stanley Jevons prognostizierte 1865, dass die Erschöpfung der Kohlevorkommen den damaligen britischen Machtapparat aus Militär und Industrie bedrohen könnte. Andere Experten hatten zuvor argumentiert, dass immer effizientere Motoren Kohle einsparen würden. Jevons aber entgegnete, dass Effizienzsteigerungen letztlich den gegenteiligen Effekt haben würden: Effizientere Technologien würden den Preis für Kohle senken und die Nachfrage steigern, wodurch der Gesamtverbrauch an Kohle erhöht würde.1 Dies mache fossile Brennstoffe für das tägliche Leben noch unverzichtbarer. Laut Jevons entsteht dieses Paradoxon dadurch, dass Produktion und Konsum innerhalb größerer Systeme existieren, zu denen auch Politik und Ressourcenökonomie gehören.
Jevons behielt in beiden Punkten Recht. Erstens stieg der Kohleverbrauch dramatisch an, da Kohle billiger und für die industrialisierte Welt immer unverzichtbarer wurde. Zweitens bleiben Kohle und andere fossile Brennstoffe in einem soziopolitischen Prozess – den der Umwelthistoriker Jason W. Moore als „Cheapening“, also als Verbilligung bezeichnet – auch heute noch preiswert, weil sie eine politische und wirtschaftliche Weltordnung stützen und von dieser aufrechterhalten werden.2
Jevons Paradoxon legt nahe, dass Effizienz eine Illusion und Falle ist. Denn Effizienz – meistens verstanden als Verhältnis von Input zu Output – wird durch ein soziopolitisches System umgesetzt, in dem die Kosten des Inputs externalisiert 3 werden können und eine enge Definition von Output verwendet wird. So war die Kohle, die das Britische Empire antrieb, zwar billig und effizient darin, die Kosten für menschliche Arbeitskraft oder Pferdestärken zu senken, aber sie verschmutzte auch die Luft und Flüsse, zerstörte Bergökosysteme und machte Minenarbeiter*innen krank. Dieses System ist nur dann effizient, wenn es öffentliche Kosten wie verunreinigtes Wasser oder Lungenkrebs externalisieren kann. Effizienz muss im soziokulturellen Kontext verstanden werden, denn dieser bestimmt, welche Dinge in der Wirtschaft berücksichtigt und welche außer Acht gelassen werden.

Das Versprechen der Grünen Revolution

Forschende haben das Jevons-Paradoxon bei vielen verschiedenen Technologien beobachtet. Im Folgenden greifen wir auf das Paradoxon im Kontext der beiden am weitesten verbreiteten Anwendungen für gentechnisch verändertes (gv-) Saatgut und Pestizide zurück: Bt-Pflanzen 4 und herbizidtolerante (HT) Pflanzen. Beide Entwicklungen werden als effiziente Technologien angepriesen: HT-Pflanzen sollen eine effizientere Beikrautbekämpfung ermöglichen und Bt-Pflanzen bekämpfen Schädlinge effizienter, indem sie selbst Insektengifte produzieren (Anm. d. Red.: Diese Fassung des Artikels enthält nur den Teil zu HT-Pflanzen).
Gv-Pflanzen sind Teil eines deutlichen Trends in der landwirtschaftlichen Entwicklung: die zunehmende Einbeziehung externer Inputs aus wissenschaftlichen Innovationen. Ein Prozess, der manchmal als Intensivierung bezeichnet wird, aber besser als Industrialisierung verstanden werden sollte.5 Das Jevons-Paradoxon zeigt, wie dieser Prozess dazu führt, dass die Landwirtschaft stetig mehr statt weniger Land beansprucht. Der Verfechter der Grünen Revolution, Norman Borlaug, argumentierte, dass industrielle Inputs es ermöglichten, mehr Menschen auf weniger Land zu ernähren, weil durch Effizienz – gemessen an der Produktion pro Hektar – Land eingespart werden könnte.6
Diese Behauptung beruht jedoch auf der naiven Annahme, dass die Landwirtschaft darauf ausgerichtet sei, den Nahrungsmittelbedarf zu decken, und daher mit steigender Produktivität pro Hektar schrumpfen würde. Jedoch ist das Gegenteil der Fall: Forschenende haben gezeigt, dass Effizienzsteigerungen in der Regel zu einer Ausweitung der Landwirtschaft führen. Dies geschieht, wenn Landwirt*innen auf politische Maßnahmen reagieren, welche die Pflanzenproduktion über den reinen Lebensmittelmarkt hinaus subventionieren. Subventionen können direkt sein, beispielsweise wenn der Staat Mindestpreise für bestimmte Pflanzen festlegt oder billige Anbauflächen für bestimmte Nutzpflanzen zur Verfügung stellt. Subventionen können auch indirekt sein, etwa wenn durch öffentliche Mittel Forschung für die privatisierte Produktion von Rohstoffpflanzen oder neue Wege zur Wertsteigerung von Fertigprodukten unterstützt wird. Jede landwirtschaftliche Effizienzsteigerung findet in einem politischen Kontext statt, der die Entfaltung des Jevons-Paradoxons begünstigt: Regulierungen für Wassernutzung und Anbau trieben die Ausweitung der Bewässerung voran, Traktoren erhöhten den Verbrauch fossiler Brennstoffe. Im 20. Jahrhundert wurden in

den USA durch Homestead Acts 7 und militärische Beschlagnahmungen neue Landflächen erschlossen, die Institution der Sklaverei wurde von der US-Regierung durchgesetzt und die Maßnahmen der Grünen Revolution wurden durch staatliche Subventionen und Kaufprogramme im Schatten der Geopolitik des Kalten Krieges finanziert. Seitdem der Zugang zu Land und genetischen Ressourcen durch militärische Interventionen und die Verbreitung billiger Düngemittel in den USA nach den 1950er Jahren gesichert wurde, konzentriert sich die Forschung im Rahmen des Land-grant-Systems 8 auf die Entwicklung von Pflanzenlinien, die für kostenexternalisierte Inputs wie Wasser, Düngemittel und Pestizide geeignet sind.

Mehr Herbizideinsatz trotz Herbizidtoleranz

Durch gv-Pflanzen wird die landwirtschaftliche Effizienz intensiviert, die durch den vorherrschenden kostenexternalisierenden Kapitalismus definiert wird. Damit sind sie ein gutes Beispiel für die Anwendung des Jevons-Paradoxons auf die Landwirtschaft. HT-Pflanzen versprachen – und lieferten zunächst auch – eine Steigerung der Arbeitseffizienz durch den geringeren Zeitaufwand für die Beikrautbekämpfung. Auch die Wirtschaftlichkeit erhöhte sich, da teure Herbizide durch kostengünstiges Glyphosat ersetzt werden konnten. Die längerfristigen Auswirkungen von HT-Pflanzen auf den Herbizideinsatz variierten je nach Land, Nutzpflanze und chemischer Zusammensetzung. Insgesamt lässt sich seit den 1980er Jahren ein Anstieg des Herbizideinsatzes in allen Ländern feststellen, in denen HT-Pflanzen angebaut werden.
Die Effekte des Anbaus von HT-Pflanzen haben sich mit dem Wandel der landwirtschaftlichen Ökosysteme und der agrarpolitischen Ökonomie verändert. Der Ökonom Jorge Fernandez-Cornejo analysierte 2014 zusammen mit Kolleg*innen verschiedene Studien über das erste Jahrzehnt des Anbaus von HT-Pflanzen, seitdem diese 1996 in den USA erstmalig kommerziell erhältlich waren, und stellte einen Rückgang oder keine Veränderung beim Einsatz chemischer Beikrautbekämpfungsmittel fest.9 Langfristigere Analysen zeigen jedoch einen signifikanten Anstieg und eine Beschleunigung des gesamten Herbizideinsatzes in Nordamerika und weltweit. Diese Entwicklung hängt insbesondere mit Glyphosat zusammen, ein relativ kostengünstiges Breitbandherbizid, das mit dem Einsatz von HT-Saatgut einhergeht. Dieser miteinander verbundene Anstieg wurde auch von Wissenschaftler*innen beobachtet, die die positiven Vorteile von gv-Pflanzen hervorheben.
Veränderungen beim Einsatz von Agrarchemikalien lassen sich nicht isoliert betrachten: So wird die Sprühmenge durch veränderte Toxizität, Kosten und Anwendungsraten über bestimmte Zeit- und Raumabschnitte hinweg beeinflusst. Diese Effekte auf Ebene der landwirtschaftlichen Betriebe werden durch Faktoren wie staatliche Subventionen, die die Kosten für Chemikalien senken, Regulierungen, die deren Zusammensetzung beeinflussen, oder Patentrechte, die den Wettbewerb auf dem Markt ausschließen oder fördern, weiter verkompliziert. Angesichts der Komplexität der Messung chemischer Betriebsmittel im Zeitverlauf erarbeiteten Charles M. Benbrook und Rachel Benbrook von der US-amerikanischen Heartland Health Research Alliance eine 18-Punkte-Formel, die Faktoren wie Toxizität, Anzahl der Anwendungen und Tonnage pro Flächeneinheit in einer Vegetationsperiode berücksichtigt. Unter Anwendung dieser Methode auf öffentliche Aufzeichnungen über den Einsatz von Herbiziden weltweit zeigen sie, dass Glyphosat-Herbizide seit der kommerziellen Einführung von HT-Nutzpflanzen Mitte der 1990er Jahre dramatisch zugenommen haben – und zwar um das Siebenfache.10
Der Hersteller Monsanto – jetzt Teil des Bayer-Konzerns – hatte behauptet, dass es aufgrund der komplexen Wirkungsweise von Glyphosat unwahrscheinlich sei, dass Beikräuter eine Resistenz entwickeln würden. Seit 1998 hat sich jedoch bei Dutzenden Wildplanzen eine Glyphosat-Resistenz entwickelt. Bis 2015 sank der Einsatz von Glyphosat bei Sojabohnen aufgrund seiner nachlassenden Wirksamkeit. Was dann geschah, veranschaulicht, warum das Jevons-Paradoxon nur im Kontext größerer Systeme der Politik und Ressourcenökonomie verstanden werden kann: Trotz der entwickelten Resistenz gegen Glyphosat hatte sich der herbizidintensive Sojaanbau bis in die 2010er Jahre so weit verbreitet und etabliert, dass, als Monsanto weitere, gegen ein neues Herbizid namens Dicamba resistente Pflanzen entwickelte, dieses problematische Herbizid von der Environmental Protection Agency (EPA) zugelassen wurde. Und das obwohl bekannt war, dass Dicamba dazu neigt abzudriften und benachbarte Felder zu zerstören. Im Jahr 2024 entschied ein US-Bundesgericht, dass die EPA Dicamba illegal zugelassen hatte, und hob damit eine Zulassung auf, die die Trump-Regierung eine Woche vor den US-Wahlen 2020 erteilt hatte.

Da die Wirksamkeit von Herbiziden bei landwirtschaftlichen Betrieben nachlässt, reagiert die Industrie mit dem Angebot zusätzlicher Herbizide und der Entwicklung neuer, gegen diese Herbizide resistente gv-Pflanzen. Dieser Anstieg an HT-Pflanzen innerhalb der politischen Ökonomie der industriellen Landwirtschaft ermöglicht es, größere Monokulturfelder mit weniger Personal zu bewirtschaften. Wie bei Jevons fossilen Brennstoffen wird diese anfängliche Effizienz zu einer Notwendigkeit, die aufrechterhalten werden muss. So erreichte die mit Herbiziden behandelte Sojabohnenanbaufläche 2018 einen neuen Höchststand.
Diese Ausweitung des Herbizideinsatzes war regional unterschiedlich. Die Frage nach einem Anstieg des Einsatzes von Chemikalien weltweit ist aufgrund unterschiedlicher Datenerhebungs- und Auswertungsmethoden komplex. Zusammengenommen deuten Längsschnittstudien zum Herbizideinsatz auf nationaler und internationaler Ebene darauf hin, dass dieser seit der Einführung von HT-Pflanzen zugenommen hat. Während Benbrook und Benbrook feststellen, dass dieser Anstieg der Herbizidverwendung Ende der 2010er Jahre aufgrund einer Kombination aus Marktsättigung, Regulierung und verminderter Wirksamkeit offenbar einen Höhepunkt erreicht hat, warnen die Geografin Annie Shattuck und Kolleg*innen in einem Artikel von 2023 jedoch davor, dass diese Abflachung eine Illusion ist. Trotz qualitativ schlechter und teils fehlender Daten für Länder mit niedrigem und mittlerem Einkommen deuten die Verkaufszahlen darauf hin, dass der Einsatz von Herbiziden bei vielen Landwirt*innen weltweit weiterhin zunimmt.[11]

Das System Monokultur

Wir behaupten nicht, dass dies daran liegt, dass HT-Pflanzen der einzige oder sogar der wichtigste Faktor für diesen Anstieg des Herbizideinsatzes sind. Vielmehr hat die HT-Pflanzentechnologie, die den Einsatz von Herbiziden gezielter und effizienter machen könnte, im Einklang mit dem Jevons-Paradoxon ein Agrarsystem begünstigt, in dem noch mehr Herbizide angewendet werden. Eine eng gefasste kapitalistische Kosten-Nutzen-Rechnung verschleiert die normativen kulturellen Werte der kapitalistischen Effizienz, die das Jevons-Paradoxon überhaupt erst ermöglichen: HT-Pflanzen schaffen nicht nur eine Pfadabhängigkeit für die Verwendung von Herbiziden – sie halten auch die politische Ökonomie und politische Ökologie der Monokultur aufrecht. HT-Pflanzen führen zu einer weiteren Ausdehnung der Anbauflächen für gv-Pflanzen, zu einem Zugang zu billigeren Herbiziden und zu einer Konsolidierung des Saatgutangebots. Für die Agrarindustrie ist es einfacher und oft billiger, sich neue Kombinationen von HT-Pflanzen in Monokultur vorzustellen und die Kosten für flüchtige, die benachbarten Betriebe beeinträchtigenden Herbizide zu externalisieren, als eine andere Art der Landwirtschaft zu entwickeln. Wie bei der ursprünglichen Kohlefrage vertieft die Effizienz von Herbiziden nur das größere soziale, politische und technologische Gefüge der Monokultur und der exportorientierten Landwirtschaft, die Herbizide überhaupt erst erforderlich machen.

Strukturelle Veränderungen für eine nachhaltige Landwirtschaft

Das Jevons-Paradoxon ermöglicht es uns, die landwirtschaftliche Effizienz selbst zu hinterfragen. Trotz anfänglicher Phasen, in denen gv-Pflanzen den Einsatz von Chemikalien in einzelnen Betrieben reduzierten, setzten die Landwirt*innen bald größere Mengen an Pestiziden für diese Pflanzen ein. Wie vorhergesagt, erhöhte eine Technologie, die vorgibt, den Verbrauch einer Ressource durch Effizienz zu reduzieren, diesen tatsächlich. Noch dazu führten diese Pflanzen zu einem intensiveren Einsatz anderer Agrarchemikalien wie Düngemitteln und fossiler Brennstoffe, da sie ein integraler Bestandteil der inputintensiven Monokulturen sind, die von mächtigen Agrochemieunternehmen und nationalen Politiken unterstützt und geschützt werden. Selbst wenn sich Insekten- und Beikräuterresistenzen gegen diese Saatgut-Chemikalien-Pakete entwickeln und damit wiederholt deren Nicht-Nachhaltigkeit demonstrieren, konzentriert sich die Innovation weiterhin darauf, neue Arten von gentechnisch veränderten Pflanzen zu schaffen, anstatt die Landwirtschaft anders zu gestalten.
Die Entwicklung der landwirtschaftlichen Systeme sowie die sich ändernden sozioökonomischen und politischen Systeme, wenn Landwirt*innen gv-Saatgut anbauen, führen sowohl zu einem höheren Ressourcenverbrauch als auch dazu, dass die Landwirt*innen in dieser inputintensiven Praxis gefangen sind. Alternative Systeme können dieses Paradoxon umgehen, indem sie strukturelle Veränderungen anstreben,

anstatt sich auf zunehmend technische Lösungen zur Effizienzsteigerung zu konzentrieren. In komplexen, lebenden Systemen wie landwirtschaftlichen Betrieben ist Effizienz oft ein viel zu eng gefasstes Ziel. Eine bessere Entwicklungsstrategie ist das langfristige Streben nach Stabilität durch Vielfalt.

- 1

  Jevons, S. W. (1885): The Coal Question: An Enquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal-Mines. Macmillan.

- 2

  Moore, J. W. (2015): Capitalism in the Web of Life: Ecology and the Accumulation of Capital. Verso.

- 3

  Externalisieren bedeutet, dass Kosten, Leistungen oder Schäden auf andere Orte, Gesellschaften oder Ökosysteme abgewälzt werden.

- 4

  Bt-Pflanzen sind gv-Pflanzen, in die ein artfremdes Gen aus dem Bakterium Bacillus thuringiensis (Bt) eingeführt wurde. Dadurch produzieren sie selbst ein gegen Insekten wirksames Gift.

- 5

  tone, G. D. (2019): Commentary: New Histories of the Indian Green Revolution. In: Geographical Journal 185(2), S.243–250, www.doi.org/10.1111/geoj.12297.

- 6

  Borlaug, N. (2002): Feeding a World of 10 Billion People: The Miracle Ahead. In: In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant 38(2), S.221–228, www.doi.org/10.1079/IVP2001279.

- 7

  Der Homestead Act trat 1862 in den USA in Kraft. Das Gesetz erlaubte Menschen – in der Realtität fast nur Weißen – sich auf unbesiedeltem Land niederzulassen, es zu bewirtschaften und nach fünf Jahren Eigentümer*in zu werden. Das privatisierte Land war jedoch oft bereits Heimat von Native Americans, die somit enteignet wurden.

- 8

  Der Morrill Land-Grant Act gab den Bundesstaaten das Recht zum Verkauf von Land zur Finanzierung öffentlicher Hochschulen und Universitäten. Dies sollte dem Aufbau von Einrichtungen mit den Schwerpunkten Landwirtschaft und technische Wissenschaften unterstützen, die der Arbeiterklasse eine praxisorientierte Ausbildung bieten konnten.

- 9

  Fernandez-Cornejo, J. S. et al. (2014): Genetically Engineered Crops in the United States. In: USDA-ERS Economic Research Report Number 162, www.doi.org/10.2139/ssrn.2503388.

- 10

Benbrook, C. M./Benbrook, R. (2021): A Minimum Data Set for Tracking Changes in Pesticide Use. In: Mesnage, R./Zaller, J. G. (Hg.): Herbicides. Elsevier, S.21–39, www.doi.org/10.1016/B978-0-12-823674-1.00006-7.

- 11

Shattuck, A. (2023): Global Pesticide Use and Trade Database (GloPUT): New Estimates Show Pesticide Use Trends in Low-Income Countries Substantially Underestimated. In: Global Environmental Change 81, www.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102693.

Informationen zur Veröffentlichung

Erschienen in:
GID Ausgabe 275 vom November 2025
Seite 28 - 31