

**Zeitschrift:** Kultur und Politik : Zeitschrift für ökologische, soziale und wirtschaftliche Zusammenhänge

**Herausgeber:** Bioforum Schweiz

**Band:** 55 (2000)

**Heft:** 3

**Artikel:** Der nicht reduzierbare Unterschied zwischen agrarischer und industrieller Produktion : die qualitativen Eigenschaften biotischer und mineralischer Ressourcen sowie des Bodens als Teil der biosphäre, der Lithosphäre und als Raum

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-891736>

### **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:** 03.04.2026

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

ter dem wirtschaftlichen Konzept einer kaufkräftigen Nachfrage nach Boden nicht thematisiert. Regelmässig nicht thematisiert wird auch die Nachfrage nach Boden nicht nur aus Gründen alternativer Verwendungsarten. Boden wird bekanntlich immer auch

unabhängig von seiner Nutzung als Vermögensanlage nachgefragt, weil er als erstklassige Sicherheit in Kredittransaktionen gilt. Eine Klärung der institutionellen Bedingungen von Besitz und Eigentum ist deshalb

ebenso unerlässlich wie eine Thematisierung der sich verändernden Rahmenbedingungen, innerhalb derer sich Akteure auf Agrarmärkten begegnen.

## Der nicht reduzierbare Unterschied zwischen agrarischer und industrieller Produktion

Die qualitativen Eigenschaften biotischer und mineralischer Ressourcen sowie des Bodens als Teil der Biosphäre, der Lithosphäre und als Raum.

Nichts hat das wirtschaftliche Denken während Jahrzehnten so geprägt wie die in der ökonomischen Theorie heute vorherrschende Produktionsfunktion, nach der die wirtschaftliche Produktion als eine Funktion von Arbeit, Kapital und technischem Fortschritt angesehen wird. Diese Betrachtungsweise klammert genau die Faktoren aus, die für das Verständnis der nicht reduzierbaren Differenz von Landwirtschaft und Industrie unumgänglich sind, nämlich die Bedeutung der qualitativen Unterschiede der in den beiden Sektoren eingesetzten natürlichen Ressourcen und des Bodens. Die korrekte Formulierung der Produktionsfunktion muss deshalb anders lauten: Die wirtschaftliche Produktion und die damit unweigerlich zusammenhängenden Umweltdegradierungen hängen ab von den durch die Fondsgrößen Boden, arbeitende Menschen und Kapitalgüter abgegebenen Leistungen, von technischem Fortschritt und vom kontinuierlichen Durchfluss natürlicher (d.h. erneuerbarer und nichterneuerbarer) Ressourcen, die im Produktionsprozess qualitativ umgewandelt werden.

Die zentrale Einsicht der ökologischen ökonomischen Theorie ist, dass die qualitative Umwandlung der natürlichen Ressourcen den thermodynamischen Gesetzen folgt. Sie unterscheidet sich von der herkömmlichen Umweltökonomie also dadurch, dass sie die Wirtschaft als Teil der geobiochemischen Kreislaufzusammenhänge versteht und die Implikationen des ökologischen Wissens für die Ökonomie systematisiert. Die Umweltökonomie hingegen interpretiert die ökolo-

gischen Probleme aus einer wirtschaftlichen Perspektive, d.h. durch die Übertragung ökonomischer Konzepte auf die Ökologie. Doch anders als ökonomische Werte können natürliche Ressourcen, d.h. Energie-Materie als physikalische Grösse, weder geschaffen noch zerstört werden. Ihre qualitative Umwandlung erfolgt gemäss dem Entropiegesetz. Wirtschaftliche Produktion ist immer auch Teil der geobiochemischen ökologischen Kreisläufe. Als Untersystem dieser Kreisläufe verstanden, gehen natürliche Ressourcen in einer besonderen qualitativen Art in die Produktionsprozesse ein: es handelt sich um 'freie', verfügbare und zugängliche Energie-Materie. Was am Ende eines Produktionsprozesses an die Natur zurückgeht, ist 'gebundene', dissipierte (in Wärme umgewandelte) Energie-Materie, für den Wirtschaftsprozess weder zugänglich noch verfügbar. Da Entropie ein Mass für die 'Gebundenheit' der Energie-Materie in einem thermodynamischen System ist, dessen Grenzen jeweils zu identifizieren sind, spricht die ökologische ökonomische Theorie vom entropischen Charakter des Wirtschaftsprozesses. Dies heisst nichts anderes, als dass der Wertschöpfung auf ökonomischer Ebene eine 'Wertverminderung' (Entropiezunahme) im ökologischen Gesamtsystem entspricht. Das Entropie-Gesetz bringt damit auch Zeitlichkeit, Irreversibilität und Gerichtetheit in die Betrachtung: Produktion, Verteilung und Konsum ebenso wie die Aufrechterhaltung eines Wirtschaftssystems erfordern einen permanenten Durchfluss von Energie-Materie, deren Qualität von Niedrig-Entropie in hohe um-

gewandelt wird. Mit anderen Worten: Die Ordnung des Wirtschaftssystems erzwingt grössere Unordnung im ökologischen System. Oder nochmals anders formuliert: *Es gibt keine wirtschaftliche Produktion ohne Umweltdegradierung im Sinne eines Verlustes verfügbarer und gleichzeitig zugänglicher Energie-Materie (hohe Entropie)*. Die Tatsache, dass alle materiellen Strukturen dem Entropie-Gesetz unterworfen sind, zeigt sich nicht nur an der dissipierten Energie-Materie, die alle Wirtschaftsprozesse begleitet (Abwärme, CO<sub>2</sub>-Ausstoss, alle Arten von Umweltverschmutzung, rezyklierbare und nichtrezyklierbare Abfälle), sondern auch an den Fondsgrößen – allerdings in Abhängigkeit ihrer Nutzung: Boden erodiert, Menschen sind nach einem Arbeitstag müde und älter, Kapitalgüter nutzen sich ab.

Der Unterschied von landwirtschaftlicher und industrieller Produktion begründet sich auf den unterschiedlichen Niedrig-Entropie-Quellen, die am Anfang der beiden Produktionsprozesse stehen. Die beiden wesentlichsten Energiequellen, die den Menschen zur Verfügung stehen, sind einerseits die **Sonnenenergie** und andererseits die **mineralischen Vorräte**. Die **Asymmetrie** in der Ausstattung mit diesen beiden Quellen könnte nicht grösser sein: *Die gesamten Energievorräte in der Erdkruste entsprechen gerade einigen Tagen Energie, die die Sonne der Erde zukommen lässt*. Sowohl die Agrarkulturen als auch die moderne Landwirtschaft in der Industriegesellschaft nutz(t)en die reichlich verfügbare Sonnenenergie über die Photosynthese und die Nahrungskette der Tiere.

Um die Ernährung einer wachsenden Bevölkerung sicherzustellen und um Rohstoffe zu gewinnen, war das Ziel der landwirtschaftlichen Produktion immer die Sicherstellung eines möglichst hohen Anteils der Nettoproduktion an Biomasse für menschliche Zwecke. Dabei kamen die unterschiedlichsten Strategien zur Anwendung:

Die mit einem grossen Arbeitsaufwand geschaffenen, äusserst komplexen Anbausysteme mit hoher Biodiversität, die Landschaft in Gärten, Felder, Weiden und Wälder gliedern, sind das Ergebnis einer (bäuerlichen) Strategie, die die Gesamtheit der ökospezifischen Ressourcen in Beziehung zur Gesamtheit der kulturspezifischen, weder homogenisierbaren noch substituierbaren **Bedürfnisse** stellt. Eine ganz andere, vom **«Weltmarkt»** verlangte Strategie besteht darin, mit Hilfe genetisch homogener, unkrautfreier Monokulturen in ausgeräumten Landschaften ausgewählte Produkte für eine internationale kaufkräftige **Nachfrage** zu produzieren.

Wie aber ist es zu erklären, dass die bäuerliche Kombination der Nutzung von reichlich vorhandener Sonnenenergie, biotischen Ressourcen und Boden als Teil der Biosphäre im Vergleich zur industriellen Ressourcenkombination von mineralischer Energie-Materie wirtschaftlich so bedeutungslos geworden ist? Der Schlüssel zur Antwort liegt in den unterschiedlichen qualitativen Eigenschaften von biotischen und mineralischen Ressourcen. Der erste grundsätzliche Unterschied liegt in deren unterschiedlichen **Wachstumspotentialen**. Biotische Ressourcen sind durch eine Obergrenze der Produktion gekennzeichnet, erlauben also kein längerfristiges **exponentielles** Wachstum. Das Produktionspotential ist durch die Bodenbeschaffenheit und die Klimabedingungen gegeben. Um dieses Potential zu aktualisieren, haben Bauern in vielen Agrarkulturen, bevor ihnen zusätzliche Mineralien zur Verfügung standen, mittels Bewässerung, Düngung, Schädlingsbekämpfung, Terrassierung sowie der Entwicklung rasch wachsender Saatsorten erfolgreich versucht, die begrenzenden Faktoren zu beeinflussen und die Arbeitsproduktivität mit Hilfe von Zugtieren zu verbessern. Auf der Basis von Sonnenenergie, biotischen Ressourcen und Boden

als Teil der Biosphäre ist gar nichts anderes möglich als eine Annäherung an das durch das Ökosystem gegebene Produktionspotential. Bei intelligenter Handhabung der entropischen Degradierung, worin ja die eigentliche Kulturleistung besteht, ist eine solche Produktion dafür **nachhaltig**, d. h. sehr langfristig möglich.

Anders als biotische Ressourcen, erlauben mineralische ein exponentielles Wirtschaftswachstum, allerdings erst seit der **thermoindustriellen** Revolution. Der Zugang zu vielen verfügbaren mineralischen Lagerstätten eröffnete sich erst mit der Dampfmaschine, d. h. mit genügender mechanischer Arbeit, mit deren Hilfe das Wasser aus den Kohle- oder Eisenlagern gepumpt werden konnte. Die qualitative Umwandlung von Kohle in mechanische Arbeit (und dissipierte Energie-Materie!) eröffnete das erste Modell kumulativen Wirtschaftswachstums: eine Dampfmaschine, ein Kohlelager und ein Eisenerzlager erlauben die Produktion von beliebig vielen Dampfmaschinen, um Kohle und Eisen (und andere Mineralien) abzubauen. **Motoren**, nicht die auch schon vorher vorhandenen Maschinen, sind für die exponentielle Entwicklung der Industrie während der industriellen Revolution zentral. Und deren Anfertigung ist nur abhängig von Kapitalbildung, technischem Fortschritt und Arbeit, wie es die neoklassische Produktionsfunktion als ein theoretischer Ausdruck der sich durchsetzenden Industriegesellschaft thematisiert hatte. Allerdings bewirkt die entropische Degradierung nicht nur einen fortlaufenden Abbau der **beschränkten** Lager, sondern auch die Einführung der Mineralien aus der Lithosphäre in die Biosphäre in einer seit dem Zweiten Weltkrieg erfolgten Geschwindigkeit, die nach heutigem Wissen deren **Absorptionskapazität** an dissipierter Energie-Materie **überschreitet**. Ein Ausdruck dieser Einsicht ist das heutige Ringen im Rahmen der Klimakonvention um eine Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses und anderer umweltgefährdender Gase. Dies bedeutet aber nichts anderes als dass die exponentielle Entwicklung der Industrie zwar möglich ist, allerdings nur während eines wenige Generationen umfassenden Zeitraums. Die neuesten geologischen Studien weisen z.B. darauf hin, dass die Erdölförderung weltweit bereits in wenigen Jahren ihren Höhepunkt

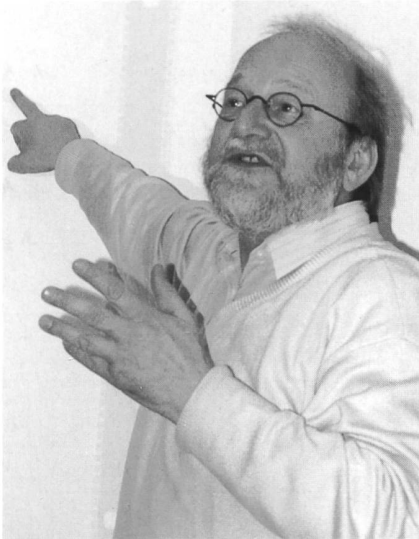


Peter Moser

erreicht haben und dann in wenigen Jahrzehnten voraussichtlich absinken wird.

Der zweite grundsätzliche Unterschied zwischen biotischen und mineralischen Ressourcen besteht in der Zeitlichkeit der auf den beiden Ressourcenarten beruhenden Produktionsprozessen. Die landwirtschaftliche Produktion hängt von den Reproduktionszyklen der biologischen und ökologischen Prozesse ab, d. h. vom klimatisch bestimmten Produktionskalender. Der dadurch bedingten Diskontinuität der landwirtschaftlichen Produktion stehe die Kontinuität des Durchflusses mineralischer Ressourcen in der Industrie gegenüber, was zu ganz unterschiedlichen Potentialen der wirtschaftlichen Organisation in den beiden Bereichen führt. Die industrielle Produktion kann im Prinzip so organisiert werden, dass die an der Produktion beteiligten Fondsgrößen Arbeitskräfte, Kapitalgüter und Boden voll ausgelastet werden. In der Landwirtschaft (sowie in saisonabhängigen Dienstleistungsbetrieben) ist dies grundsätzlich nicht möglich: Die Arbeitsbelastungen sind grossen Schwankungen ausgesetzt, Kapitalgüter können nur zu gewissen Zeiten eingesetzt werden (je spezifischer, desto weniger), und Boden liegt im Winter brach. Diese Gesetzmässigkeit gilt auch für Grossbetriebe, was einer der Gründe ist, weshalb sich der in der Nutzung der Arbeitskräfte flexiblere Familienbetrieb in Europa durchgesetzt hat.

Die ökonomische Bedeutung dieser Diffe-



Rolf Steppacher

renz zeigt sich am deutlichsten in denjenigen Bereichen, in denen in der Landwirtschaft eine weitgehende «Industrialisierung» gelungen ist, also bspw. der Geflügelproduktion. Mit Hilfe des Brutapparates konnte die Zeitlichkeit der Hühnerproduktion fast industriell gestaltet werden, und durch die Batteriehaltung ist es gelungen, den autonomen Eigenverbrauch von Energie-Materie (etwa für Bewegung) durch die Hühner zu minimieren. Als Resultat haben wir beim Geflügelfleisch auf der einen Seite eine aus Konsumentensicht vordergründig erfreuliche Preisentwicklung, die praktisch jede bäuerliche Haltungsform verdrängt – und auf der anderen Seite die ethisch mehr als fragwürdige Entwicklung, dass jeweils die Hälfte der Jungtiere unmittelbar nach der Geburt vernichtet werden müssen, da sie sich für die quasiindustrielle Produktion nicht eignen (Hähnchen nicht zur Zucht und Hühner nicht zur Mast):

In den meisten anderen Bereichen der Landwirtschaft ist es aber wegen der zeitlichen Struktur der Nutzung biotischer Ressourcen gar nicht möglich, die Kapazitätsauslastung der Fondsgrößen soweit zu optimieren wie in der Geflügel- und Schweineproduktion. Dies bedeutet allerdings nicht, dass in der Landwirtschaft nicht ebenso wie in der Industrie zusätzliche Faktoren den Grad der Kapazitätsauslastung beeinflussen. Auf grossflächigen Gebieten wie den USA können beispielsweise spezialisierte Erntemaschinen von Süden nach Norden fahren, was deren

Kapazitätsauslastung gegenüber kleinräumigen Gebieten erhöht. Und durch eine bessere Kooperation können vorhandene Produktionskapazitäten oft noch besser ausgelastet werden; d. h. dass auch institutionelle Bedingungen relevant sein können. Der aus einer industriellen Perspektive vorgebrachte allgemeine Vorwurf einer «**Überkapitalisierung**» der Landwirtschaft ist aber in der Regel irreführend, weil er die Auswirkungen auf die Arbeitsorganisation, die sich bei der Nutzung erneuerbarer, saisonal anfallender Ressourcen ergeben, **ignoriert**.

Die beachtlichen Produktivitätssteigerungen in der Landwirtschaft seit den 50er Jahren sind zu einem grossen Teil durch den Einsatz nichterneuerbarer mineralischer Ressourcen erzielt worden: die Bodenproduktivität (Produktion in Tonnen pro Landfläche) durch den Einsatz von Mineraldünger und Pflanzenschutzmitteln wie Pestizide; die Arbeitsproduktivität (Produktion in Tonnen pro Arbeitskraft) durch die Substitution von Arbeitskräften und Zugtieren durch motorengetriebene Maschinen und chemischen Hilfsstoffeinsatz wie Herbizide. Mit dieser Substitution erneuerbarer durch nichterneuerbare Ressourcen ist auch die Landwirtschaft dem allgemeinen Trend der modernen Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft unterworfen worden. Zur Wahrung der Proportionen und zum Verständnis der realen Entwicklung muss allerdings betont werden, dass sogar von einem «einfachen» Nahrungsmittel wie Brot lediglich ein Viertel des Energieverbrauchs auf die landwirtschaftliche Produktion entfällt. Drei Viertel des Energieverbrauchs hingegen sind Folge der Transporte und der Verarbeitung in der Industrie. Je höher der Anteil der **Verarbeitung** der Nahrungsmittel und je länger die Transporte aufgrund der Globalisierung der Landwirtschaft sind, desto höher ist der Anteil des Mineralienverbrauchs im energie-defizitären Nahrungsmittelsektor als Aggregat von Landwirtschaft, Nahrungsmittelindustrie und Dienstleistungen. Bereits 1976 wurde für das Nahrungssystem Grossbritanniens von 1968 berechnet, dass fünf Energieeinheiten benötigt wurden, um eine Energieeinheit Nahrung herzustellen; dabei war der Energieverbrauch der Detailläden, der Haushalte und für die Zubereitung der Nahrungsmittel nicht einmal mitgerechnet.

Zwar ist auch die Energieeffizienz in der Landwirtschaft (Energiegehalt des Produkts dividiert durch den Energiegehalt der in die Produktion eingehenden Faktoren) **gesteigert** worden. Dieses Resultat konnte jedoch nur wegen der **fehlenden Unterscheidung** zwischen erneuerbaren und nichterneuerbaren Energiequellen entstehen. Diese fehlende Unterscheidung kennzeichnet auch ökonomische Analysen, die mit Kosten und Erträgen, d. h. in monetären Grössen, arbeiten. Die Verbesserung der **Energieeffizienz** ist nicht erstaunlich, wenn man bedenkt, dass Zugtiere auch dann Energie verbrauchen, wenn sie nicht arbeiten, also hohe Energie-Fixkosten aufweisen, während Traktoren nur dann Treibstoff verbrauchen, wenn sie «arbeiten». Die «moderne» Energieanalyse berücksichtigt aber auch andere qualitative Unterschiede wie beispielsweise die Biodiversität nicht; erst neuere Energieanalysen arbeiten mit zusätzlichen Kriterien.

So wichtig die Unterscheidung von erneuerbarer und nichterneuerbarer Energie-Materie für die Frage nach einer nachhaltigen Entwicklung ist, so wichtig ist es auch, die Auswirkungen der Industrialisierung der Landwirtschaft auf die Ökologie insgesamt und eine gesunde Ernährung der Menschen nicht aus den Augen zu verlieren. Die entropische Degradierung nimmt viele Formen der Umweltverschmutzung an: Luft- und Wasserverschmutzung durch die in der industrialisierten Landwirtschaft verwendeten Hilfsstoffe, Reduzierung der Bodenfruchtbarkeit, Abnahme der Biodiversität, Rückstände von chemischen und biologischen Produkten in pflanzlichen und tierischen Nahrungsmitteln sowie Geschmacksveränderungen derselben gehören zu den wichtigsten Beeinträchtigungen der biogeochemischen Stoffwechselprozesse. Zusammen mit bei vielen Menschen Abscheu hervorrufenden Formen der Tierproduktion haben diese ökologischen Auswirkungen der Industrialisierung der Landwirtschaft zur Forderung nach «mehr Ökologie» geführt, wobei die modernste und vermutlich risikoreichste Form industrialisierter Landwirtschaft mit der Nutzung genveränderter biotischer Ressourcen eben erst anfängt.