

Axel Anlauf

---

# Eine „tickende geostrategische Zeitbombe“? Phosphathandel und Restrukturierungen in der globalen Düngemittelindustrie

## 1. Einleitung

*„Wir können zwar Kohle durch Nuklearenergie ersetzen, Plastik durch Holz, Fleisch durch Hefe und Isolation durch Freundlichkeit, aber für Phosphor gibt es keinen Ersatz“ (Isaac Asimov zit. n. Cordell 2010: 83)<sup>1</sup>*

Das Eingangszitat des Biochemikers und Science-Fiction Autors Isaac Asimov verweist auf einen zentralen Punkt des vorliegenden Beitrags: Phosphor<sup>2</sup> ist ein nicht ersetzbarer Nährstoff in Düngemitteln, ohne die in der industriellen Landwirtschaft die Erträge massiv zurückgehen würden. Die Produktion günstiger Nahrungsmittel und damit die Stabilität urban-kapitalistischer Gesellschaften hängt also maßgeblich an diesen Düngemitteln. Die Ernährungskrisen von 2007/08 und 2011 zeigten jüngst, wie fragil diese Stabilität ist: in vielen postkolonialen Staaten kam es zu einer Ausweitung von Hunger und teilweise gewaltsamen Protesten, als sich die Nahrungsmittelpreise innerhalb weniger Monate zum Teil verdoppelten. Die Ursachen waren vielfältig (vgl Clapp 2016: 133). Bisher unterbelichtet sind allerdings die Preisanstiege bei Düngemitteln und den Rohstoffen, die zur ihrer Herstellung benötigt werden.

Auch wenn die Ernährungskrisen zunächst nur temporär in Erscheinung traten, offenbarten sie doch die strukturelle Abhängigkeit der industriellen Landwirtschaft von bestimmten Rohstoffen, die zur Versorgung mit den drei Hauptnährstoffen nötig sind: Kalium, Stickstoff und Phosphor. Während Kalisalze in relativ großer Menge verfügbar sind, hat die „Frackingrevolution“ auch wieder günstigeres Erdgas ermöglicht, aus dem Stickstoffdünger hergestellt wird. Der phosphorhaltige Rohstoff Phosphatgestein, dessen weltweite Produktion sich seit 1945 mehr als verzwanzigfacht hat (Jasinski/Buckingham 2010), er-

---

1 Alle fremdsprachigen Zitate sind vom Autor übersetzt.

2 Während der Begriff „Phosphor“ ein chemisches Element bezeichnet, sind „Phosphate“ Verbindungen, in denen Phosphor enthalten ist.

schöpft sich dagegen zunehmend. Zudem liegen die Ressourcen geografisch stark konzentriert in der MENA-Region (Nahe Osten und Nordafrika) und der Volksrepublik China. Der Umweltwissenschaftler David Vaccari (2009) bezeichnete im *Scientific American* die globale Versorgung mit Phosphor daher als „tickende geostrategische Zeitbombe“. Da Düngemittel meist gemischt verkauft werden und die Wirksamkeit aller Nährstoffe durch die knappste Ressource begrenzt (Minimumgesetz) wird, ist Phosphor der zentrale Flaschenhals für günstige Nahrungsmittel und den Fortbestand industrieller Landwirtschaft im 21. Jahrhundert.

Als Reaktion auf die starken Preisanstiege bei Düngemitteln und Phosphatgestein lässt sich ein verstärkter Protektionismus und eine Unternehmenskonzentration in phosphatexportierenden Ländern beobachten. Importierende Länder dagegen bemühten sich mit verschiedenen Strategien, den direkten Zugriff auf den Rohstoff zu erhöhen. Der vorliegende Artikel analysiert diese Entwicklungen in einer *longue-durée*-Perspektive und fragt danach, wie sich die globale politische Verfasstheit der Phosphatindustrie verändert hat und welche Machtverschiebungen im Weltsystem sich daraus ergeben. Die These des Beitrags ist, dass sich aus dem Blickwinkel der Phosphatindustrie ein relativer Machtverlust der alten Zentren (USA, Europa) zugunsten der Volksrepublik China und MENA-Region konstatieren lässt, der maßgeblich durch staatliche Intervention gesteuert ist. Hierbei ist besonders die Organisation von Güterketten umkämpft. Statt eines „explosionsartigen Konflikts“ (Vaccari) lässt sich dabei eher eine latente Zunahme von Konflikten beobachten.

Nach einer historischen und theoretischen Einordnung, welche die industrielle Landwirtschaft als offenes Durchflusssystem skizziert und die Bedeutung der Organisation externer Nährstoffflüsse herausarbeitet, zeichne ich die Entwicklungen in der Phosphatindustrie bis zur Jahrtausendwende nach, durch die Phosphat(-dünger) zu einer „günstigen Massenware“ wurde. Der letzte Abschnitt diskutiert die Hintergründe und Auswirkungen der Preisanstiege ab 2007 und arbeitet eine Reihe von Strategien heraus, mit denen staatliche und private Akteure dieser Tendenz begegnen.

## 2. Theoretische Rahmen der Analyse

Die theoretische Rahmung des vorliegenden Beitrags speist sich in dreierlei Hinsicht aus Weltsystemansätzen. Um die Bedeutung und von Düngemitteln und den Wandel in der Phosphatindustrie herauszustellen, wird eine historische und holistische Perspektive eingenommen, die vermeintlich nationale und regionale Ereignisse in weltweite Prozesse einbettet (Schmalz 2016: 56f.). Zweites drücken

Güterketten die die ungleiche Entwicklung zwischen Zentrum, Semiperipherie und Peripherie aus, Güterketten sind nach Hopkins und Wallerstein (1986: 159) „Netzwerk von Arbeits- und Produktionsprozessen, dessen Endergebnis eine fertige Ware ist“. Im Unterschied zum Ansatz der Wertschöpfungskette, der sich eher aus Organisationssoziologie und Betriebswirtschaftslehre speist, werden hier die ungleichen Möglichkeiten zur Aneignung von Wert betont. Besonders relevant für die Düngemittelindustrie sind Monopolgewinne, die aufgrund sehr geringer Konkurrenz möglich sind (Fischer/Parnreiter 2007: 110f).

Drittens werfen teurer werdende Düngemittel (die zum Ausgleich ausgelaugter Böden benötigt werden) auch ein Licht auf die ökologische Verfasstheit wirtschaftlicher (und sozialer) Prozesse, besonders wie sich die *input*-Seite gestaltet. Diese Frage wurde speziell von Jason Moore (2015) bearbeitet, der den Kapitalismus als ökologisches Weltsystem begreift (*world-ecology*). Die Aneignung von „Gratisdiensten“, in Form von fruchtbaren Böden, mineralischen Ressourcen oder Reproduktionsarbeit (*cheap natures*) sind von zentraler Bedeutung für den Akkumulationsprozess, da sie die Profitrate steigern. Moore beschreibt diese Einbeziehung nichtkapitalistischer Bereiche in den Verwertungsprozess als *frontier*-Bewegung. Hier soll nicht auf die kontroverse Debatte um eine mögliche Erschöpfung dieser Dynamik eingegangen werden (dazu kritisch Wissen 2016). Vielmehr ist Moores Perspektive hilfreich, die Düngemittelindustrie kritisch zu analysieren, weil sie den Akkumulationsprozess von der Seite der Naturaneignung (*frontier*) her denkt.

### 3. Nährstoffe und kapitalistische Landwirtschaft: Genese eines globalen Durchflusssystems

Die englische Agrarrevolution des langen 17. Jahrhunderts und die Einhegung der *Commons* (Gemeinschaftsländereien; Allmende) waren nicht nur ein brutaler sozialer Prozess, sondern hatten auch starke ökologische Komponenten. Die Umwandlung des durch Viehausscheidungen äußerst nährstoffreichen Weidelandes (*Commons*) in private Ackerflächen ermöglichte in Kombination mit den technologischen Erneuerungen (Fruchtfolge, Maschinen) einen enormen Anstieg der Erträge (Overton 1996: 63ff.). Als sich die Produktivitätsfortschritte dieses Modells Ende des 18. Jahrhunderts mehr und mehr erschöpften, wurden im Laufe des 19. Jahrhundert zunehmend externe Ressourcen zur Düngung genutzt, die nicht Teil lokaler Nährstoffkreisläufe waren. Zentral für diese Entwicklungen war die beginnende Forschung zur Agrochemie, unter anderem durch Justus von Liebig und John Bennet Lawes. Sie erkannten einerseits den Nährstoffverlust durch die Agrarrevolution und die zunehmende Urbanisierung,

andererseits aber auch die Möglichkeit, diesen durch externe Ressourcen auszugleichen und arbeiteten praktisch an der Umsetzung. Zudem klassifizierten sie die drei Hauptnährstoffe: Stickstoff, Kalium und Phosphor (Foster 2000: 155ff).

Angeregt durch die Arbeit von Liebig finden sich bereits bei Marx Überlegungen zum gesellschaftlichen Stoffwechsel, welche die unterbrochenen Nährstoffkreisläufe problematisieren. In jüngerer Zeit hat besonders John Bellamy Foster (2000) Marxens Analyse unter dem Begriff des „metabolischen Riss“ (*metabolic rift*) weitergeführt und auf Bereiche wie den Klimawandel übertragen. Zentral für kapitalistische Landwirtschaft ist die Praxis Nährstoffe durch monokulturellen Nutzpflanzenanbau aus dem Boden zu ziehen, ohne diese wieder dem Boden zuzuführen, da die Konsumption der Pflanzen anderswo stattfindet. In Städten sammeln sich die Nährstoffe ungenutzt im Abwasser an und übersäuern mitunter die Flüsse und Meere. Tony Weis (2007: 58) beschreibt deshalb die kapitalistische Landwirtschaft als ein offenes System mit einem Durchfluss (*through-flow*) an Nährstoffen, die sich nicht mehr in einem Kreislauf bewegen. Düngemittel bilden dementsprechend eine technologische Lösung zur Bearbeitung des metabolischen Risses, mit der die ökologischen Grenzen aufgebrochen und die kapitalistische Landwirtschaft (temporär) stabilisiert werden konnte (Weis 2007: 55).

Phosphor- und stickstoffhaltige Rohstoffe wurden ab den 1840er besonders von der südamerikanischen Pazifikküste über das britische Freihandelssystem importiert: Zunächst Guano, die abgelagerten Ausscheidungen von Fledermäusen und Seevögeln, dann verstärkt Chilesalpeter<sup>3</sup>, ein aus Gesteinen in der Atacama-Wüste gewonnener Mineraldünger (Loeber 2010: 36f). Parallel zu dieser zunehmenden Erschließung externer Nährstoffe für die europäische Landwirtschaft, intensivierte sich im 19. Jahrhundert auch die Ausdehnung agrarischer *frontiers* in Siedlungskolonien, wie Nordamerika und Australien, wo fruchtbare Böden für hohe Erträge und günstigen Weizen in Europa sorgte (Weis 2007: 50ff).

Für die zunehmend von externen Nährstoffen abhängige europäische Landwirtschaft wurde die Stickstoffversorgung um die Jahrhundertwende zum zentralen Flaschenhals, da nach dem von Liebig popularisierten Minimumgesetz<sup>4</sup> nur eine erhöhte Zufuhr von allen Nährstoffen dem Pflanzenwachstum nutzt. Einzige Quelle für Stickstoffdünger waren aber die Salpetervorkommen, die zentralisiert in Südamerika lagen und vom britischen Fernhandel kontrolliert wurden. Im Bewusstsein dieser Abhängigkeiten, die auch die Stickstoffbenötigende Kriegs-

---

3 Es sei kurz darauf verwiesen, dass sich die chilenische Regierung mit Unterstützung Großbritanniens die Kontrolle über die Ressourcen der Nachbarländer Peru und Bolivien im sogenannten Salpeterkrieg aneignete (siehe Loeber 2010).

4 Auch wenn dieses Gesetz in der späteren Agrarforschung angepasst wurde, soll es in diesem Artikel zunächst der Verdeutlichung der Grundzusammenhänge dienen.

industrie betrafen, wurde im deutschen Kaiserreich die Forschung von Fritz Haber und Carl Bosch zur synthetischen Herstellung der Stickstoffverbindung Ammoniak stark gefördert (Loeber 2010: 34ff.). Das 1908 entwickelte Haber-Bosch-Verfahren brach die ökologischen Grenzen abermals auf und leitete ein neue Ära der Düngemittelindustrie ein. Stickstoffdünger konnte nun synthetisch auf Basis von fossilen Brennstoffen hergestellt werden. Durch die Weltwirtschaftskrise und die Wirren des Zweiten Weltkriegs, kam es aber erst nach 1945 zur einer großflächigen Ausdehnung von synthetischem Stickstoffdünger, zumal durch das Kriegsende massive Produktionskapazitäten zur Ammoniakherstellung frei wurden (Foster/Magdoff 2000).

Vor allem in den USA wurde mit staatlicher Unterstützung aus den *New-Deal*-Programmen die Industrialisierung der Landwirtschaft vorangetrieben, inklusive der Nutzung synthetischer Düngemittel. Exportierten die USA zunächst die chronischen Weizenüberschüsse als *Food Aid* nach Westeuropa und in den Globalen Süden, gingen sie ab den 1960er Jahren verstärkt dazu über, das gesamte Technologiepaket der industriellen Landwirtschaft zu exportieren: Maschinen (Traktoren), gezüchtetes Saatgut und chemische Düngemittel (Clapp 2016: 40). Von den 1960er bis in die 1980er Jahre erreichte die sogenannte Grüne Revolution die meisten Regionen Lateinamerikas und Asiens und ermöglichte eine etwa 2,4-fache Steigerung der durchschnittlichen globalen Erträge (Weis 2007: 17). Dies geschah freilich im Zusammenhang mit einer Transnationalisierung von Produktionsketten und dem Abbau von Zollhindernissen. Nach der Schuldenkrise der 1980er Jahre forcierten besonders die von Weltbank und IWF auferlegten Strukturanpassungsprogramme eine Exportorientierung der landwirtschaftlichen Sektoren des Globalen Südens. Mit der Gründung der Welthandelsorganisation WTO und dem Abkommen über Landwirtschaft wurde dieses Freihandelssystem vollends institutionalisiert (Patel 2012: 101ff.).

Dadurch konstituierte sich ein zunehmend globalisiertes System offener Nährstoffflüsse, in dem die tägliche Nahrung der Mehrheit der Menschen auf transkontinental verschifften Nutzpflanzen basiert. Damit diese günstig produziert werden können, muss der (transkontinentale) Zufluss externer Nährstoffquellen sichergestellt sein. Dies war jahrzehntelang der Fall und sozialökologische Forschung vom grünen Mainstream (Rockström u.a. 2009: 472ff.) bis zum Ökomarxismus (Foster/Magdoff 2000)<sup>5</sup>, befasste sich allenfalls mit der *output*-Seite von chemischer Düngernutzung. Die Organisation von Nährstoffflüssen aus der Mine

---

5 Fosters Fokussierung auf die zerstörerischen Auswirkungen ist ein wesentlicher Kritikpunkt von Jason Moore, der dagegen betont, dass Kapitalakkumulation Natur nicht nur zerstört, sondern sich auch deren Produktivität aneignet. Laut Foster wendet sich Moore damit vom marxischen Wertgesetz ab (ausführlich dazu Saito 2017).

auf das Feld, ist ein bisher unerschlossenes Forschungsfeld an der Schnittstelle zwischen kritischen Agrarstudien und der politischen Ökonomie natürlicher Ressourcen. Geologie und Ökologie setzten hier freilich Rahmenbedingung, wie diese jedoch ausgenutzt werden, sprich, wie Nährstoffflüsse in welchen Güterketten organisiert werden und wer davon wie profitiert, ist eine Frage von Machtverhältnissen innerhalb und zwischen Gesellschaften.

#### 4. Die Phosphatindustrie bis zur Jahrtausendwende: „Billige Massenwaren“

Mit der Entwicklung und Ausbreitung des Haber-Bosch-Verfahrens, stieg auch die Produktion von Phosphatdünger massiv an. Dieser basiert ebenso wie Kalidünger auf mineralischen Ressourcen, die in Bergwerken (v.a. im Tagebau) gefördert werden. In den Jahrzehnten vor 1945 pendelte die Produktion von Phosphatgestein um 10.000 Tonnen (t), bis 1948 verdoppelt sich die Menge aber bereits. In den nächsten Jahrzehnten stieg sie stetig an und erhöht sich bis auf 166.000 Tonnen im Jahr 1988 (Jasinski/Buckingham 2010).

Mit dem Abbau von Phosphatgestein beginnt die Güterkette von Phosphatdüngern. Anschließend wird der Rohstoff in industrielle Anlagen transportiert, wo in einem chemischen Verfahren unter dem Zusatz von Schwefelsäure Phosphorsäure<sup>6</sup> hergestellt wird. In einem dritten Schritt werden in Fabriken fertige Düngemittel hergestellt, die entweder nur Phosphor enthalten (Superphosphate; flüssig) oder mit der Stickstoffverbindung Ammoniak zu Mischdüngern wie Mono- oder Diammoniumphosphat (MAP oder DAP; granuliert) verarbeitet werden (Potashcorp 2017: 23). Die Herstellung dieser fertigen Düngemittel ist zunächst die höchste Wertschöpfungsstufe, wobei besonders im Handel und Verkauf dieser zunehmenden oligopolartigen Industrie hohe Gewinnmargen erzielt werden. Zum einen besteht also ein ökonomisches Interesse an der geografischen Ansiedlungen dieser Industrien und der Kontrolle der Handelsströme, zum anderen wird dies zunehmend zu einem strategischen Interesse zur Nahrungsmittellversorgung.

Das Zentrum der Phosphatindustrie bildete sich im 20. Jahrhundert in Florida (USA), wo reichlich Phosphatgestein lagerte. Als dominantes Unternehmen bildete sich die *International Minerals & Chemicals Corporation* (IMC) heraus (Derdak/Kepos 1994: 264f.). Zwar stieg die weltweite Düngerproduktion nach dem zweiten Weltkrieg enorm an, allerdings ging der Anteil der US-amerikanischen

---

6 Um die Darstellung übersichtlicher zu halten, wird der Handel mit diesem Zwischenprodukt im folgendem ausgeklammert.

Produktion sukzessive zurück: Wurde in den 1950er Jahren noch rund die Hälfte des weltweiten Phosphatgesteins in den USA gefördert, ging der Anteil bis Ende der 1980er Jahre auf ein Viertel zurück (Jasinski/Buckingham 2010). Hintergrund ist der Aufbau nationaler Phosphatindustrien unter staatlicher Lenkung in den (Semi-)Peripherien. Neben der Sowjetunion, die in den 1980er Jahren vergleichbare Level wie die US-amerikanische Produktion erreichte (45.000 bis 50.000 Tonnen im Jahr), ist besonders Marokko von Bedeutung. War Marokko zunächst reiner Lieferant des Rohstoffs Phosphatgestein für die in europäischen Staaten angesiedelten Düngerindustrien, begann das staatseigene Unternehmen OCP in den 1960er Jahren verstärkt mit dem Aufbau einer verarbeitenden chemischen Industrie. Schließlich wurden auch in Brasilien, Tunesien, Ägypten und Syrien Düngemittelindustrien als Teile nationaler Entwicklungsprojekte aufgebaut, deren Produktionsmenge aber unter 10.000 Tonnen pro Jahr blieb (Rawashdeh/Maxwell 2011).

Durch diese Entwicklungen herrschte ab den 1960er Jahren ein relatives Überangebot an Phosphatgestein bzw. seinen Derivaten. Die realen Preise fielen von 40 US-Dollar je Tonne (1960er Jahre) auf unter 30 US-Dollar je Tonne (Anfang 2000) (Rawashdeh/Maxwell 2011: 16f.). Somit wurden Düngemittel, besonders der Rohstoff Phosphatgestein, zu einer „günstigen Massenware“ („low-cost bulk commodity“; Kauwenberg 2010: 20). Durch die Ausweitung von Phosphat-*frontiers* wurden diese produktivitätssteigernden Düngemittel sehr günstig verfügbar (*cheap nature*). Während dieser Phase bestand weder in Landwirtschaft, Politik noch Öffentlichkeit Anlass zur Sorge um die Versorgung mit (Phosphat-)Dünger<sup>7</sup>.

Die US-amerikanische Phosphatdüngerindustrie reagierte auf die extrem niedrigen Preise, die nur geringe Margen erlaubten mit weiteren Unternehmenszusammenschlüssen. 2004 gründeten IMC und der Agribusinessriese *Cargill* das Joint Venture *The Mosaic Company* (im folgenden Mosaic). Das mehrheitlich von der *Cargill* Familie kontrollierte Unternehmen nahm schnell eine dominante Stellung auf dem US-Markt ein (Taylor/Moss 2013: 16). In der Phase niedriger Düngerpreise bis etwa 2005 konsolidierte sich so zunehmend eine oligopolartige Struktur in der Düngerindustrie, die in Nordamerika zusätzlich durch staatlich geduldete Exportkartelle gefördert wurde. Zusammen mit den staatlich kontrollierten Industrien in (semi-)peripheren Staaten wird deutlich, dass in der Düngemittelindustrie ein sehr geringer Wettbewerb und hohem staatlichen Einfluss herrscht. Diese oligopolartige Struktur erlaubt bei entsprechender Nachfrage Preissetzungsmöglichkeiten und hohe Monopolgewinne. So kalkulieren Taylor und Moss (2013: 53), dass die Profite von nordamerikanischen Unternehmen, wie

---

7 Hier liegt ein möglicher Grund warum die Güterketten aus der Mine auf das Feld so wenig erforscht sind.

Mosaic, zwischen 2008 und 2012 um 29 Prozent über den marginalen Kosten lagen. Diese gilt es für die Unternehmen auch vor dem Hintergrund von Machtverschiebungen und neuen (staatlichen) Akteuren zu verteidigen (siehe IV.II).

## 5. Preisboom ab 2007 und seine Folgen

*„Es ist gemeinhin anerkannt, dass [...] günstige Düngemittel langfristig eine Sache der Vergangenheit werden.“* (Cordell 2010: 87)

### 5.1 Verlauf und Erklärungen des Preisbooms

Spätestens im Frühjahr 2007 änderte sich die Lage der Düngemittelindustrie radikal. In diesem Jahr stiegen die Preise für alle Düngemittel, inklusive der Rohstoffe wie Phosphatgestein sprunghaft an und erreichten im September 2008 ihren Höhepunkt. Der Preis für Phosphatgestein verzehnfachte sich nahezu innerhalb von 1,5 Jahren von 45,5 US-Dollar je Tonne (April 2007) auf 430 US-Dollar je Tonne (September 2008). Zwar setzte anschließend ein ebenso rapider Preisverfall ein, ab Anfang 2010 stiegen die Preise aber erneut an und verharrten auf einem relativ hohen Niveau, das drei bis fünf Mal über den Preisen der 1990er Jahre und frühen 2000er lag. Ab 2013 bewegten sich die Preise wieder nach unten, fielen aber nicht bis auf die Niveaus vor 2007 herab und stiegen ab dem Jahr 2018 erneut an (Indexmundi<sup>8</sup>).

Der Preisschock von 2007/08, vor allem aber die darauffolgende länger anhaltende Periode hohe Düngemittelpreise wurde zu einem ernsthaften Problem für die Agrarproduktion und Länder mit einem starken landwirtschaftlichen Sektor. Zwar bewegten sich die meisten Preise für Agrarerzeugnisse in einem ähnlichen (zeitlich versetztem) Muster, die Anstiege bei Düngemitteln waren aber deutlich höher (Gnutzman/Spiwanowski 2015). Dadurch setzten sie Landwirte unter enormen Kostendruck, vor allem kleinere und mittelgroße Produzenten im Globalen Süden mit geringer Kaufkraft. In Indien, wo komplette Importabhängigkeit von Phosphatgestein herrscht, protestierten Agrarproduzent\*innen massiv gegen Versorgungsengpässe von Düngemitteln. Es kam zu gewaltsamen Ausschreitungen mit Todesopfern (Cordell 2010: 127).

Laut Rosemarin u.a. (2009) verstärken die erhöhten Düngerpreise somit globale Ungleichheiten. Dies zeigte sich auch in den Ernährungskrisen 2007/08 und 2011 von denen besonders Menschen mit geringem Einkommen in Ländern des Globalen Südens betroffen waren. Proteste gegen hohe Nahrungsmittelpreise von

---

8 Indexmundi.com

Haiti über Ägypten bis Indonesien erschütterten die Welt. Neben der Erklärung der Mainstream-Ökonomie, dass die Nachfragesteigerung durch Agrartreibstoffe und erhöhten Konsum in Indien und China die Preise in die Höhe trieben, wurde von kritischer Seite besonders die Finanzialisierung zur Erklärung der sprunghaften Preisanstiege bei Nahrungsmitteln angeführt (Clapp 2016: 133ff.). Unterbelichtet bleiben bisher die Anstiege bei den Düngemittelpreisen, die nach ersten Berechnungen bis zu 60 Prozent der gestiegenen Nahrungsmittelpreise ausmachten (Gnutzmann/Spiewanowski 2015). Ob diese Quantifizierung angemessen ist, soll hier nicht weiter diskutiert werden. Festzuhalten bleibt, dass die jüngsten Preisanstiege in direktem Zusammenhang mit gestiegenen Lebensmittelpreisen stehen. Diese Dynamik hat zwischenzeitlich zu starker soziopolitischer Instabilität geführt.

Als Erklärung für die Preisanstiege für Düngemittel wird üblicherweise auch die gestiegene Nachfrage angeführt (Rawashdeh/Maxwell 2011), sowie ihre Koppelung an den Ölpreis (Rosemarin u.a. 2009). Zusätzlich kam es auf der Angebotsseite durch den Arabischen Frühling zu Produktionseinbrüchen in wichtigen Phosphat-produzierenden Ländern, wie Tunesien und Syrien (Ridder u.a. 2012). Als alternative Erklärung wird das kartellartige Verhalten in der Düngemittelindustrie angeführt (Taylor/Moss 2013; auch Ridder u.a. 2012: 38).

Autor\*innen um die Nachhaltigkeitsforscherin Dana Cordell (2010) legen in Anlehnung an die *Peak-Oil*-These zudem nahe, dass auch bei Phosphatgestein ein Fördermaximum (*Peak*) bevorstehe, nachdem die Produktion abnehme und die Förderkosten immer teurer werden. Der Geologe Marion King Hubbert hatte diese Dynamik für die US-amerikanische Erdölförderung analysiert und in den 1950er Jahren den Peak recht zutreffend auf ungefähr das Jahr 1970 datiert. In den 1990er Jahren setzten verstärkt Debatten über ein globales *Peak Oil* ein. Ab etwa dem Jahr 2005 wurde jedoch die Fracking-Technologie rentabel und die nordamerikanische Förderung fossiler Brennstoffe stieg durch Schieferöl und -gas wieder enorm an (Wissen 2016).

Mit Blick auf die Phosphatindustrie zeigt sich in Bezug auf den Peak, der in den USA in den 1980er Jahren stattgefunden hat, zunächst ein ähnliches Bild. 1996 wurden die USA zudem zu einem Nettoimporteur von Phosphatgestein (Jasinski/Buckingham 2010). Bisher hat aber keine neue Technologie Fuß gefasst, die diese Entwicklung wie das Fracking umkehren könnte. Cordells ursprüngliche Datierung des globalen *Peak Phosphorus* auf 2030 wurde inzwischen relativiert, eine Debatte, die hier aber nicht vertieft werden soll (zur Gegenposition: Kauwenbergh 2010), vielmehr erscheint die Perspektive der Peak Phosphorus Forscher\*innen problematisch: Phosphatversorgung wird als globales Problem gesehen, für das eine gemeinsame globale Lösung gefunden werden müsse (Recycling von menschlichen Ausscheidungen), um eine „nachhaltige(re)“ Gesellschaft zu schaffen.

Diese Perspektive verschleiert Machtbeziehungen und divergierende Interessen verschiedener Akteure, die die Phosphatindustrie derzeit und in Zukunft prägen.

Während die Fracking-Technologie im Bereich Erdöl/Erdgas zu geopolitischen Verschiebungen geführt hat, nach denen die USA wieder über mehr Einflussmöglichkeiten verfügen (vgl. Wissen 2016: 350f.), zeigt sich bei der Phosphatindustrie ein deutlich anderes Bild. Der stetige Rückgang der Produktion von Phosphatgestein in den USA verschlechtert deren Möglichkeiten über den Export eines Rohstoffs bzw. seiner Derivate, die zunehmend als strategisch gesehen werden oder über Preisveränderung, wie beim Erdgas international Einfluss zu nehmen. In China dagegen stieg die Produktion von Phosphatgestein seit den 2000er Jahren rasant an und lag 2017 mit 140.000 Tonnen weit vor der Fördermenge in den USA (27.700 Tonnen) und Marokko (27.000 Tonnen) und den mittelgroßen Produzenten in der MENA-Region (Jordanien 8.200 Tonnen; Tunesien 3.700 Tonnen). Bis 2007 wurde China mit vielen ausländischen Investitionen zum drittgrößten Exporteur von Phosphatgestein (OEC<sup>9</sup>), bevor eine Umorientierung der Phosphorpolitik stattfand. China ist hier in einer sehr vorteilhaften Position und gestalten diese zunehmend staatlich strategisch, wie im Folgenden gezeigt wird.

## 5.2 Reaktionen und Folgen des Preisbooms

### a) Protektionistische Maßnahmen

China reagierte auf den Preisanstieg 2008 mit einer drastischen Erhöhung der Ausfuhrsteuern für Düngemittel um 100 Prozent. Ab April 2008 herrschte somit eine Ausfuhrsteuer von 135 Prozent auf Phosphatdünger (DAP & MAP). Im folgenden fielen die Phosphatexporte, die 2005 noch 102.346 Tonnen betragen auf 39.665 Tonnen. Die WTO urteilte Anfang 2012, dass diese Politik handelsverzerrend wirkt und beendet werden müsse (Ridder u.a. 2012: 44). Die Regierung in Beijing ließ sich aber wenig davon beirren und errichtete neue Exportquoten für Düngemittel. Diese wurden durch ein Reservesystem für Phosphatgestein ergänzt, welches das Preisniveau und das Angebot bei drohender Inflation von Nahrungsmitteln stabilisieren soll. Außerdem wurde Phosphat zum drittwichtigsten nationalen strategischen Rohstoff erklärt, was sich in weitere Bestrebungen zur nationalen Ernährungssicherheit einreicht (Wellstead 2012). Auch in Russland wurde 2008 ein staatliches Preisstützsystem für Düngemittel etabliert, wodurch Agrarproduzent\*innen günstigeren Zugriff auf Düngemittel hatten und Exporte verringert werden sollten. Allerdings wurde diese Politik 2012 im Rahmen des WTO-Beitritts von Russland beendet (Moscow Times 2012).

---

9 Siehe <https://atlas.media.mit.edu/en/> (Zugriff: 23.1.2018)

## **b) Konzentration von Unternehmen**

Zweitens findet in der Phosphat Industrie eine enorme Konzentrierung von aktiven Unternehmen statt. In China ist dies ein überwiegend staatlich gelenkter Prozess. Die Regierung hat Phosphatminen mit einer Produktionskapazität von weniger als 150.000 Tonnen geschlossen, erschwerte die Vergabe von neuen Bergbaulizenzen und verkürzte bestehende Lizenzen (Wellstead 2012). Ridder u.a. (2012: 46) kommentieren: „Durch die Reduktion der aktiven Player auf dem chinesischen Phosphatmarkt, kann Beijing die Rolle der Regierung in der Phosphatindustrie stärken“. Dies betrifft vor allem das staatliche Unternehmen Sinofert, eine Tochterfirma von Sinochem. Sinofert ist auf allen Stufen der Güterkette vom Bergbau zum Verkauf von gemischten Düngemittel aktiv und dominiert dem chinesischen Markt. Mit Eigentumsrechten über 300.000 Millionen Tonnen Phosphatgestein kontrolliert das Unternehmen zudem eine der größten Phosphatreserven der Welt (Sinochem 2016: 20).

Eine ähnliche Strategie ließ sich in Brasilien beobachten, wenn auch mit einer ganz anderen Ausgangslage: Brasilien wurde seit der Jahrtausendwende zum größten Importeur von Phosphatdünger weltweit, obwohl das südamerikanische Land über eigene Phosphatgestein Ressourcen verfügt. Unter den Mitte-links-Regierungen von Lula da Silva und Dilma Rousseff (2003 bis 2016) wurde diese Importabhängigkeit vor dem Hintergrund steigender internationaler Preise als zentrales Problem für den wirtschaftlich bedeutsamen Agrarsektor erkannt. Das ehemalige Staatsunternehmen Vale, an dem die staatliche Entwicklungsbank noch eine Minderheitsbeteiligung hält, übernahm 2010 nahezu den kompletten Düngemittelsektor. Somit sollte die Etablierung höherer Wertschöpfungsstufen im Land gestärkt werden, um mehr Wert in Brasilien anzueignen und eine möglichst günstige Versorgung mit Düngemitteln zu sichern. Nach dem Putsch gegen Dilma Rousseff im Sommer 2016 fand diese Strategie jedoch ein jähes Ende: Im Dezember 2016 wurden Vales Düngersparten verkauft, wobei die größten Anteile (Phosphat- und Kalium Sparten) an Mosaic gingen (Hatfield 2018).

In Nordamerika folgte die Konzentrierung eher dem klassischen Muster privater Fusionen und Übernahmen (siehe oben). Das Unternehmen Mosaic stärkte seine Marktmacht nicht nur in Nordamerika, sondern trieb seine globale Präsenz voran: Einerseits in Importländern, wie Brasilien wo das Unternehmen nun den Phosphatmarkt beherrscht; Andererseits auch in neuen Exportländern wie Saudi Arabien oder Peru.

## **c) Erschließung neuer Phosphat-Ressourcen**

Der Anstieg internationaler Düngerpreise führte sowohl zu einem Ausbau bestehender Kapazitäten, wie in Marokko, als auch zur Eröffnung neuer Phosphatminen und Handelsnetze. Die Bayóvar Phosphatmine in Nordperu ist das erste

Bergbauprojekt in Südamerika, in dem Rohstoffe für Düngemittel abgebaut werden. Das in Brasilien ansässige Unternehmen Vale hatte sich schon 2005 die Schürfrechte gesichert und begann 2010 mit der kommerziellen Förderung. Allerdings war Vale kurz zuvor ein Joint Venture mit Mosaic (35%) und dem japanischen Handelshaus Mitsui (20%) eingegangen (Claps 2014). Mit einer Produktionskapazität von 3.900 Tonnen liegt die Fördermenge von Phosphatgestein in einer ähnlichen Größenordnung, wie die etablierten mittelgroßen Produzenten in der MENA-Region (Jordanien 8.200t Tonnen; Tunesien 3.700 Tonnen; Jasinski 2018). Die Einbindung Perus in die globale Güterkette von Phosphatdünger erfolgte ausschließlich auf der Basis von Rohstoffexporten. Mit einem Anteil von 13 Prozent am Welthandel wurde Peru so innerhalb weniger Jahre zum viertgrößten Exporteur von Phosphatgestein, hinter Marokko, Jordanien und Russland (OEC). Angesichts der im Bayovar Projekt involvierten Akteure überrascht wenig, dass die peruanischen Phosphatgestein Exporte vor allem nach Brasilien und in die USA gehen, wo sie den Großteil der Importe ausmachen (OEC). Der direkte Zugriff auf die Rohstoffe ermöglicht den in diesen Länder ansässigen Düngemittelproduzenten günstigere Produktionsbedingungen als dies über Einkäufe auf dem Weltmarkt möglich wäre.

Anders stellt sich die Situation in Saudi Arabien dar. Hier begann der Abbau von Phosphatgestein unter Aufsicht des halbstaatlichen Ma'aden Unternehmens. Die Phosphatminen im Norden des Landes wurden in den Wa'ad Al Shamal Industriecomplex integriert, wo alle Komponenten zur Herstellung von fertigen Mischdüngern, wie DAP und MAP zusammenlaufen. 2014 war Saudi Arabien bereits der viertgrößte Hersteller von DAP-Mischdünger, der vor allem nach Indien exportiert wird, wo ähnlich wie in Brasilien die Nachfrage nach Düngemitteln stark ansteigt (ICIS/IFA 2016). 2014 gründete Ma'adan zudem das Joint Venture MWSPC mit einer 25 Prozent Beteiligung von Mosaic, welches 2017 mit der Produktion und dem Verkauf von Mischdüngern begann (Ma'adan 2017: 163). Mosaic kündete kurz darauf die vorübergehende Stilllegung der Phosphat-Aufbereitungsanlagen in Plant City, Florida (USA) und eine „Re-strukturierung“ der Phosphat Operationen an. „Wir erwarten höhere Phosphat Margen [...], in dem wir die Produktion an einem Standort mit relativ hohen Kosten reduzieren“ (Mosaic Company 2018: 7). Mosaic positioniert sich also strategisch am persischen Golf, um trotz der Verschiebungen in der Phosphatindustrie (relative Erschöpfung von Ressourcen in den USA, verstärkte Nachfrage aus der Semiperipherie) Kontrolle über die profitabelsten Knoten der Güterkette (Endfertigung, Handel) zu behalten.

#### d) Freihandel

Eine weitere Strategie für den Umgang mit den Veränderungen in der Phosphatindustrie sind Freihandelsabkommen. Wie oben erwähnt, wurden die USA

Ende der 1990er Jahre zu einem Netto-Importeur von Phosphatgestein. 2006 trat ein umfassendes Freihandelsabkommen zwischen den USA und Marokko in Kraft. Es war das erste Freihandelsabkommen der USA mit einem afrikanischen Land. Das wichtigste Exportgut von Marokko in die USA ist Phosphatgestein und seine Derivate (U.S. Department of Commerce 2017).

Auch die EU, traditionell Marokkos wichtigste Handelspartnerin schloss schon im Jahr 2000 ein Freihandelsabkommen mit Marokko, eine Vertiefung scheiterte aber bisher vor allem an Konflikten bezüglich des Statuses der Westsahara. 2014 wurde Phosphatgestein auch in die Liste kritischer Rohstoffe der EU-Kommission und ihrer Rohstoffinitiative aufgenommen. Diese Initiative hat zum Ziel die strategische Versorgung mit Rohstoffen sicherzustellen die von Lieferengpässen bedroht sind und/oder besondere ökonomische Bedeutung haben. Zwar entstanden in den letzten Jahren einige Pilotprojekte zum Recycling von Phosphor (und anderen Nährstoffen), die Sicherung des Zugriffs auf externe Ressource bleibt aber wichtigstes Element zur Versorgung mit Phosphatdünger. So endet der Politikberatungsbericht von Ridder u.a. (2012) mit Handlungsempfehlungen, die Effizienzsteigerung, Recycling und strategische Partnerschaften mit phosphatproduzierenden Ländern beinhalten. „Vor allem aber sollte die EU [...] – auch als Ergänzung zu den bilateralen Partnerschaften – weiterhin freien Handel und uneingeschränkten Zugang zu natürlichen Ressourcen in multilaterale Foren wie der WTO und der OECD vorantreiben, was in Übereinstimmung mit der Argumentation der EU Rohstoffinitiative steht“ (Ridder u.a. 2012: 81).

#### e) Technologie

Mit dem Anstieg der Düngemittelpreise haben sich auch Bemühungen um technologische Lösungen intensiviert, die sich am Besten unter dem Stichwort „*high precision agriculture*“ fassen lassen. Mithilfe von Big-Data-Plattformen sollen Dronen und eine neue Generation von Traktoren, die mit zahlreichen Sensoren und Monitoren ausgestattet sind, die Komposition des Bodens möglichst genau erfassen. Auf Basis dieser Daten soll der Einsatz von Düngemitteln, Pestiziden und Saatgut genau an die Beschaffenheit des Bodens angepasst werden, also möglichst effizient und mit „hoher Präzision“ erfolgen (ETC 2015: 8f.). Die sektorübergreifende Zusammenarbeit an diesem Projekt zeigt sich unter anderem in der *Global-Harvest-Initiative*, an der Saatgut- und Pestizidfirmen, wie Monsanto (nun Bayer) und Dupont ebenso teilnehmen, wie Mosaic und der größte Traktorhersteller John Deere (Suppan 2017: 3).

Auch das staatliche Agrarforschungsinstitut EMBRAPA aus Brasilien ist Teil der Initiative. EMBRAPA arbeitet besonders einen präziseren Einsatz von Düngemitteln mithilfe von Nanotechnologie, sogenannte intelligente Düngemittel, durch welche die Erträge um 67 Prozent erhöht werden sollen (ebd.: 3f.). Ein

ähnlicher Ansatz wird von dem chinesischen Staatsunternehmen Sinofert verfolgt, das 2015 ein Pilotprogramm zur Herstellung „intelligenter Düngemittel“ entwickelte. Dadurch sollen nach eigenen Angaben der Einsatz von Düngemitteln um bis zu 30 Prozent reduziert und die Erträge um bis zu 50 Prozent gesteigert werden (Sinochem 2016: 20). Im Gegensatz zu den technologischen Umbrüchen der Vergangenheit, wie der „Grünen Revolution“, die globale Erträge um mehr als 200 Prozent steigerte (siehe oben), sind diese (selbstgesteckten) Ziele aber äußerst bescheiden.

Diese technologische Strategie stellt eine gewisse Abschwächung des globalen Durchflusssystems dar, bzw. eine effizientere Ausgestaltung. Die zuvor dargestellten Strategien deuten aber auf eine Intensivierung des globalen Durchflusssystems an Nährstoffen hin, dessen Ausgestaltung zunehmend umkämpft ist.

## 6. Zusammenführung und Ausblick

Da die industrielle Landwirtschaft als offenes Durchflusssystem von globaler Reichweite organisiert ist, sind ständig neue Inputs an Nährstoffen notwendig, die aus mineralischen Rohstoffen gewonnen werden. Dieser Zufluss wurde lange als gegeben betrachtet und ist ein vernachlässigtes Feld (kritischer) sozialökologischer Forschung. Da die Nährstoffe nur zusammen wirksam sind und meist als gemischte Dünger verkauft werden, hat eine Verteuerung von Phosphatgestein direkte Auswirkungen auf die gesamte Güterkette von Nahrungsmitteln. Dieser Zusammenhang ist in den Ernährungskrisen 2007/08 und 2011 erkennbar geworden und könnte zu einem dauerhaften Problem für die Stabilität urban-kapitalistischer Gesellschaften werden. Im bürgerlichen Nachhaltigkeitsdiskurs haben Forscher\*innen mit Bildern wie „die nächste unbequeme Wahrheit“ (Rosemarin u.a. 2009), „eine drohende Krise“ oder „tickende geostrategische Zeitbombe“ (Vaccari 2009) begonnen auf das Problem der Phosphorversorgung aufmerksam zu machen.

Jedoch zeichnet sich ein explosionsartiger Konflikt um Phosphatgestein und -dünger derzeit nicht ab. Vielmehr handeln besonders staatliche Akteure proaktiv, definieren Phosphatgestein als strategischen Rohstoff (China, EU) und versuchen die Phosphatindustrie in ihrem Interesse auszugestalten. Dabei können verstärkt die phosphatproduzierenden Länder bzw. die Nettoexporteure, wie China, Marokko und weitere MENA-Länder ihre Interessen durchsetzen und eine auf nationaler Ebene vertikal integrierte Güterkette organisieren. Dies läuft den Interessen der Nettoimporteure, wie den USA und den EU-Ländern zuwider, die versuchen den Zugang zu Phosphatgestein über Freihandel und Auflagen der WTO zu sichern, was aber nur bedingt gelingt. Der direkte Zugriff

auf neue Ressourcen, wie im Fall von Peru ist eher eine Ausnahme. Insofern lässt sich ein relativer Machtverlust der alten Zentren der Weltwirtschaft konstatieren. Aufgrund der schwindenden Kontrolle über einen Rohstoff der zunehmend strategisch wird, könnte dieser Machtverlust noch stärker werden. Die genauen Übertragungsmechanismen von ökonomischen Ressourcen zu staatlicher Macht müssen in zukünftiger Forschung geklärt werden; zum Beispiel anhand der Frage, inwieweit die Kontrolle über Phosphatgestein die Verhandlungsposition der exportierenden Länder aufwertet. Festzuhalten bleibt, dass ein geologisch determiniertes Fördermaximum (*peak phosphorus*) derzeit noch weniger relevant ist, als eine politisch regulierte Verknappung bzw. Verteuerung von Phosphatgestein und -dünger für importierende Länder.

Ebenso wie Staaten passen sich auch Unternehmen an die veränderten Weltmarktbedingung an (rückläufige Produktion in den USA, verstärkte Nachfrage in Indien und Brasilien). Diese Anpassung zielt vor allem auf die Kontrolle über die hoch profitablen Knoten Endfertigung und Handel. Inwiefern sie gelingt, ist auch abhängig von den innergesellschaftlichen Kräfteverhältnissen. So konnte Mosaic nach dem Putsch in Brasilien nahezu die komplette Phosphatindustrie übernehmen, in Saudi Arabien aber nur eine Minderheitsbeteiligung erreichen.

Auch im Bereich Technologie findet allenfalls eine Anpassung statt, die auf eine Reduktion des Düngemiteleinsatzes abzielt und geringfügige Produktivitätssteigerungen verspricht. Eine Agrarrevolution durch Smarttechnologie, die Erträge ähnlich stark wie Agrarrevolutionen der Vergangenheit steigern könnte, zeichnet sich aber nicht ab. Da auch die Biotechnologie zu keinen nennenswerten Ertragssteigerungen geführt hat (Gurian-Sherman 2009), kommt Düngemitteln bei der Produktion von günstigen Nahrungsmitteln eine zunehmend wichtige Rolle zu.

Ähnlich wie die Stickstoffversorgung im Europa des frühen 20. Jahrhunderts, wird die Versorgung mit Phosphor zum zentralen Flaschenhals für die industrielle Landwirtschaft im 21. Jahrhundert, zumindest in phosphatimportierenden Ländern. Der Nährstoff ist nicht ersetzbar, Ressourcen erschöpfen sich und exportierende Länder setzen zunehmend ihre eigenen Interessen durch. Doch während das Haber-Bosch-Verfahren vor gut 100 Jahren den Flaschenhals der Stickstoffversorgung aufbrach, ist derzeit keine technologische Revolution in Sicht. Einzig das Recycling von Phosphor und anderen Nährstoffen in den Ausscheidungen von Menschen würde der industriellen Landwirtschaft ermöglichen, sich auf „nachhaltigerer“ Basis zu etablieren. Da die Ausscheidungen stark schadstoffbelastet sind, ist dies recht aufwendig, wird aber pilotartig getestet (Schmund 2010), durch die bürgerliche Nachhaltigkeitsforschung begleitet (Cordell 2010) und könnte ein hegemoniales Projekt werden.

Aber auch für gegenhegemoniale Strategien der sozialökologischen Transformation kann die Existenz des Phosphor-Flaschenhalses ein zentraler Baustein

sein. Zunächst ließe sich mit dem Argument einer möglichen Verknappung von Phosphor und Nahrungsmittelpreissteigerungen politischer Druck zur Förderung agrarökologischer Anbaumethoden, zB in Projekten Solidarischer Landwirtschaft (SoLaWi), erzeugen. Diese Anbaumethoden bedürfen weder Chemiedünger, noch dem technisch aufwendigen Recycling menschlicher Ausscheidungen, da andere Pflanzen und Tierdung als Nährstoffquellen genutzt werden. So können nicht nur höhere Erträge erzielt werden, Konsument\*innenbeteiligung und Direktvermarktung ermöglichen auch ein selbst verwaltetes Ernährungssystem (FIAN u.a. 2016). Steigen die Düngerpreise erneut an, würde dieses System stark an Attraktivität gewinnen, sowohl für Verbraucher\*innen als auch für konventionelle produzierende Betriebe, die einen Kostendruck erfahren. Sollten lokale Ernährungssysteme bereits weit genug ausgebaut sein, um ganze Gesellschaften (potenziell) zu versorgen, ließe sich über politische Regulierungen oder direkte Aktionen im Phosphatsektor die industrielle Landwirtschaft weiter zurückdrängen.

## Literatur

- Clapp, Jennifer (2016): *Food*. Cambridge.
- Claps, Luis Manuel (2014): Phosphates Mining Rocks the Boats in Northern Peru. Upside Down World, 21.05.2014, URL: <http://upside-down-world.org/archives/peru-archives/phosphates-mining-rocks-the-boats-in-northern-peru>, Zugriff: 29.11.2018.
- Cordell, Dana (2010): *The Story of Phosphorus Sustainability implications of global phosphorus scarcity for food security*. PhD Thesis, Department of Water and Environmental Studies, Linköping University.
- Derdak, Thomas/Kepos, Paula (1994): *International Directory of Company Histories*, Vol. 8. Detroit/London.
- ETC Group (2015): Breaking Bad: Big Ag Mega-Mergers in Play Dow + DuPont in the Pocket?. ETC Group Communiqué 115.
- FIAN u.a. (2016): Mit Agrarökologie die Ernährungswende gestalten. URL: <https://www.fian.de/artikelansicht/2016-10-13-mit-agraroekologie-die-ernaehrungswende-gestalten/>, Zugriff 31.01.2019.
- Fischer, Karin/Parnreiter, Christof (2007): Globale Güterketten und Produktionsnetzwerke : ein nicht staatszentrierter Ansatz für die Entwicklungsökonomie. In: Becker, Joachim u.a. (Hg.): *Kapitalistische Entwicklung in Nord und Süd: Handel, Geld, Arbeit, Staat*. Wien: 106-122.
- Foster, John B. (2000): *Marx's Ecology – Materialism and Nature*. New York.
- Foster, John B./Magdoff, Fred (2000): Liebig, Marx, and the Depletion of Soil Fertility: Relevance for Today's Agriculture. In: Buttler, Frederik u.a. (Hg.): *Hungry for Profit: The Agribusiness Threat to Farmers, Food, and the Environment*. New York: 43-60.
- Gnutzmann, H./Spiewanowski, P. (2015): "Did the Fertilizer Cartel Cause the Food Crisis?"; FREE Policy Brief Series, March 2015.
- Gurian-Sherman, D. (2009): *Failure to Yield-Evaluating the Performance of Genetically Engineered Crops*. Cambridge/MA.
- Hatfield, Oliver (2018): *Brazil the Phosphate Market Dynamo*, Integer Research Report.
- Hopkins, Terence K./Wallerstein, Immanuel (1986): Commodity chains in the world-economy prior to 1800. In: *Review* 10(1): 157–170.

- ICIS/IFA (2016): *Global Fertilizer Trade Map*.
- Jasinski, Steven M./Buckingham, David A. (2010): *Phosphate Rock Statistics 1900-2009*. U.S. Geological Service.
- Jasinski, Steven M. (2018): *Phosphate Rock*. USGS Mineral Commodity Summaries.
- Kauwenbergh, Steven J. Van (2010): *World Phosphate Rock Reserves and Resources*. International Fertilizer Development Center (IFDC).
- Loeber, Katharina (2010): *Der Niedergang des Chilesalpeters: Chemische Forschung, militärische Interessen, ökonomische Auswirkungen*. Berlin.
- Ma'adan (2017): Annual Report 2017. URL: <https://www.maaaden.com.sa/download/2017-Annual-Report-En.pdf>, Zugriff: 31.01.2019.
- Moore, Jason (2015): *Capitalism in the Web of Life. Ecology and the Accumulation of Capital*. London.
- Mosaic Company, The (2018): 2017 Annual Report. URL: [www.mosaicco.com](http://www.mosaicco.com), Zugriff: 29.11.2018.
- Moscow Times (2012): Farmers to Pay More for Fertilizer as Voluntary Subsidy Ends, 26.06.2012. URL: <https://themoscowtimes.com/articles/farmers-to-pay-more-for-fertilizer-as-voluntary-subsidy-ends-15736>, Zugriff: 16.11.2018.
- Overton, Mark (1996): *Agricultural Revolution in England*. Cambridge.
- Patel, Raj (2012): *Stuffed and Starved: The Hidden Battle for the World Food System*. New York.
- Potashcorp (2018): Annual Report 2017. URL: [www.nutrien.com/sites/default/files/uploads/2018-02/2017%20PotashCorp%20Annual%20Report.pdf](http://www.nutrien.com/sites/default/files/uploads/2018-02/2017%20PotashCorp%20Annual%20Report.pdf), Zugriff: 29.11.2018.
- Rawashdeh, Rami al/Maxwell, Philipp (2011): The evolution and prospects of the phosphate industry. In: *Miner Econ* 24: 15–27, DOI: 10.1007/s13563-011-0003-8.
- Ridder, Marjolein u.a. (2012): Risks and Opportunities in the Global Phosphate Rock Market – Robust Strategies in Times of Uncertainty, The Hague Centre for Strategic Studies (HCSS).
- Rockström, Johann u.a. (2009): A safe operating space for humanity. In: *Nature* 461: 472-475.
- Rosemarin, Arno u.a. (2009): Peak Phosphorus: The Next Inconvenient Truth. In: *The Broker*, 4.8.2009.
- Saito, Kohei (2016): *Natur gegen Kapital. Marx' Ökologie in seiner unvollendeten Kritik des Kapitalismus*. Frankfurt/M-New York.
- Schmalz, Stefan (2016): Weltsystemansatz. In: Fischer, Karin u.a. (Hg.): *Handbuch Entwicklungsforschung*. Wiesbaden: 55-66. DOI: 10.1007/978-3-658-04790-0\_5.
- Schmund, Hilmar (2010): Asche zu Asche. In: *Der Spiegel* 15/2010: 135-137.
- Sinochem (2016): Annual Report 2015. URL: <http://english.sinochem.com/portals/4/pdf/nb/2015en.pdf>, Zugriff: 29.11.2018.
- Suppan, Steve (2017): *Applying nanotechnology to fertilizer: rationales, research, risks and regulatory challenges*. Institute for Agriculture and Trade Policy.
- Taylor, C. R./Moss, D. L. (2013): *The Fertilizer Oligopoly – The Case for Global Antitrust Enforcement*. The American Antitrust Institute.
- U.S. Department of Commerce (2017): „Morocco – Trade Agreements“. URL: [www.export.gov/article?id=Morocco-Trade-Agreements](http://www.export.gov/article?id=Morocco-Trade-Agreements), Zugriff: 22.11.2018.
- Vaccari, David A. (2009): „Phosphorus Famine: The Threat to Our Food Supply“. In: *Scientific American* 6/2009: 54-59.
- Weis, Tony (2007): *The Global Food Economy*. London.
- Wellstead, James (2012): „Remaking China's Phosphate Industry“, Resource Investing News, 03.05.2012. URL: <https://www.businessinsider.com/remaking-chinas-phosphate-industry-2012-5?IR=T>, Zugriff: 16.11.2017.
- Wissen, M. (2018): „Zwischen Neo-Fossilismus und ‚grüner Ökonomie‘“. In: *PROKLA* 46(2): 343-364.