



TEST
BIOTECH

Testbiotech e. V.
Institut für unabhängige
Folgenabschätzung in
der Biotechnologie

Gentechnik-Soja in Südamerika: Flächenverbrauch, Pestizideinsatz und die Folgen für die globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung

Christoph Then, Juliana Miyazaki,
Andreas Bauer-Panskus und Tobias Reichert

Oktober 2018

www.testbiotech.org



**Gentechnik-Soja in Südamerika:
Flächenverbrauch, Pestizideinsatz und die Folgen
für die globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung**

Christoph Then, Juliana Miyazaki, Andreas Bauer-Panskus und Tobias Reichert
Oktober 2018

Gefördert durch
ENGAGEMENT GLOBAL mit
finanzieller Unterstützung des



Bundesministerium für
wirtschaftliche Zusammenarbeit
und Entwicklung

Für den Inhalt dieser Publikation ist allein Testbiotech verantwortlich; die hier dargestellten Positionen geben nicht den Standpunkt von Engagement Global gGmbH und dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung wieder.

Impressum

Testbiotech e.V.

Institut für unabhängige Folgenabschätzung
in der Biotechnologie

Frohschammerstr. 14

D-80807 München

Tel.: +49 (0) 89 358 992 76

Fax: +49 (0) 89 359 66 22

info@testbiotech.org

www.testbiotech.org

Geschäftsführer: Dr. Christoph Then

Germanwatch e.V.

Stresemannstr. 72

10963 Berlin

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1. Einleitung	6
2. Die Bedeutung von EU-Sojaimporten aus Südamerika	8
3. Der Anbau von Sojabohnen in Argentinien, Brasilien und Paraguay	9
4. Anbau von gentechnisch veränderter Soja	11
5. Einsatz von Pestiziden	13
6. Sojaanbau und die Nachhaltigkeitsziele der UN	16
6.1 Wald	16
6.2 Grasland, Savannen	18
6.3 Wasserhaushalt und Wasserbelastung	19
6.4 Böden	20
6.5 Gesundheitliche Risiken	21
7. Schlussfolgerungen	24
Quellen	26

Zusammenfassung

Südamerika erlebt in den letzten Jahrzehnten einen Boom beim Anbau und Export von Soja. Der überwiegende Teil der dort angebauten Sojabohnen ist gentechnisch verändert. Damit einher geht unter anderem der intensive Einsatz des Herbizids Glyphosat. Soja ist zugleich eines der wichtigsten Exportprodukte vieler südamerikanischer Staaten. Die Europäische Union und die Länder der Mercosur-Freihandelszone (Argentinien, Brasilien, Paraguay und Uruguay) verhandeln derzeit über ein Freihandelsabkommen, das nicht nur den Handel erleichtern, sondern auch die nachhaltige Entwicklung fördern soll.

Im Rahmen dieser Studie wird untersucht, wie sich der aktuelle Sojahandel zwischen der EU und den Mercosur-Staaten auf die 2015 vereinbarten globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals, SDG) auswirkt. Die Ergebnisse der Studie sollen Hinweise darauf geben, wie diese Ziele innerhalb der Zusammenarbeit zwischen der EU und Mercosur am besten gefördert beziehungsweise bestehende Zielkonflikte verringert werden können.

Die Ausweitung des Sojaanbaus, insbesondere der gentechnisch veränderten Sorten und der damit einhergehende zunehmende Einsatz des Herbizids Glyphosat, hat potenziell Auswirkungen auf:

- › die biologische Vielfalt, sowohl durch die Umwandlung von Wald und Grasland in Ackerland als auch durch Schädigung durch Glyphosat und andere Pestiziden
- › auf die Verfügbarkeit und die Qualität von Wasser durch die Auswirkungen auf den Wasserkreislauf und die Belastung von Gewässern mit Pestiziden
- › die menschliche Gesundheit durch die Pestizidbelastung

Daher werden von den siebzehn SDG besonders die folgenden drei samt ihrer relevanten Unterziele betrachtet:

Ziel 3. Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern

Ziel 6. Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten

Ziel 15. Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende setzen

Die Einführung der Gentechnik beim Anbau von Sojabohnen in Argentinien, Brasilien und Paraguay hat vor allem in den ersten Jahren durch den einfacheren Einsatz von Herbiziden zu beträchtlichen Rationalisierungseffekten geführt, die sich besonders auf großen Flächen bezahlt machten. Entsprechend fielen die größten Gewinne bei Agrarunternehmern, Investoren und großen Konzernen an, die Saatgut und Pestizide verkaufen oder die Ernte exportieren.

Die Möglichkeit, auch frisch in Ackerland umgebrochene Flächen durch den Einsatz von Glyphosat von Unkräutern zu befreien und wenn nötig auch nachzubehandeln, erleichterte die Expansion des Sojaanbaus. Wichtigster Treiber war die rasant wachsende Nachfrage nach Soja-Futtermitteln zunächst in der EU und später in Asien, vor allem China. In vielen Regionen wuchsen Sojaflächen auf Kosten ländlicher, oft kleinbäuerlich wirtschaftender Bevölkerungsgruppen, der Umwelt und der biologischen Vielfalt. Befürworter bewerten den Anbau der Gentechnik-Soja als „saubere Technologie“ und als klimafreundlich.

Wie der Bericht zeigt, nivellieren sich die ursprünglichen Vorteile des Anbaus von gentechnisch veränderter Soja. Ursache sind steigende Kosten für die Bekämpfung von Unkräutern, die sich an den Gebrauch von Glyphosat angepasst haben, da in Argentinien, Paraguay und Brasilien in den letzten 10–20 Jahren fast ausschließlich glyphosatresistente Gentechnik-Soja angebaut wurde. Um resistente Unkräuter zu bekämpfen, findet in den Anbauländern der Gentechnik-Soja derzeit ein regelrechtes Wettrüsten auf dem Acker statt: Die Aufwandsmengen an Glyphosat haben sich pro Hektar mehr als verdoppelt. Additive wie POE-Tallowamine, die die Wirkung von Glyphosat verstärken, sind für Mensch und Umwelt giftiger als der eigentliche Wirkstoff. Einige Unkräuter sind so resistent gegenüber Glyphosat geworden, dass sie nur mit giftigeren Herbiziden wie Paraquat bekämpft werden können. Der Stoff wird in der EU wegen gesundheitlicher Risiken für AnwenderInnen (also insbesondere die LandwirtInnen) nicht mehr eingesetzt. In Brasilien, Argentinien und Paraguay wird er dagegen großflächig angewendet, in Paraguay zum Teil sogar in höherer Dosis als Glyphosat. Der Sojaanbau in Südamerika geht mit massiven Verlusten und Schäden an den Ökosystemen (Urwäldern, Grasland und Feuchtgebieten) einher, schädigt die Bodenfruchtbarkeit und fördert Überschwemmungen und mittelfristig die Versalzung der Böden. Der zunehmende Einsatz von Pestiziden verursacht zudem steigende Risiken für die Gesundheit der Menschen in den Anbauregionen. Durch die Entwaldung und die Umwandlung des Cerrado bzw. der Pampa in Flächen für den Ackerbau kommt es nicht nur zu regionalen Veränderungen des Klimas, sondern auch zu Auswirkungen auf den globalen Klimawandel. Diese Auswirkungen haben auch erhebliche Folgen für die hier betrachteten UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung (3) Gesundheit, (6) Wasser und (15) Landökosysteme, Wälder, Böden, biologische Vielfalt. Die Analyse zeigt, dass die derzeitige Praxis in ihrer Gesamtheit der Verwirklichung wichtiger Ziele der 2030-Agenda der UN (Sustainable Development Goals – SDG) entgegensteht:

- › Mit der Einführung der Gentechnik-Soja ist mittelfristig keine wesentliche Reduzierung von Pestiziden verbunden. Im Gegenteil geht seit dem Auftreten resistenter Unkräuter der Einsatz von Glyphosat unweigerlich mit einer ganzen Palette weiterer Pestizide einher.
- › Rationalisierungseffekte wie Einsparung von Arbeitszeit und weniger Treibstoffverbrauch waren vor allem gegeben, solange Glyphosat gegen alle relevanten Unkräuter wirksam war. Auch diese anfänglichen Vorteile werden durch die Zunahme glyphosatresistenter Unkräuter in Frage gestellt.
- › Die pfluglose Bodenbearbeitung ist nicht per se besonders klimafreundlich. Die Aussage, dass diese generell zu einer verbesserten Speicherung klimarelevanter Gase führt, ist nicht richtig. Richtig ist, dass die pfluglose Bodenbearbeitung dem Problem der Bodenerosion entgegenwirken kann. Allerdings wird diese derzeit vor allem unter Einsatz von Herbiziden wie Glyphosat praktiziert. Andere Methoden, die der Bodenerosion mit ökologisch verträglichen Mitteln vorbeugen, werden aus Kostengründen vernachlässigt.
- › Der Anbau herbizidresistenter Pflanzen begünstigt die großflächige, wiederholte und intensive Ausbringung von Pestiziden. Diese ist eine Belastung der Umwelt, die in dieser Größenordnung ohne Beispiel ist.
- › Es gab bisher keine eingehenden Versuche, das Sojaanbausystem in Richtung der Nachhaltigkeitsziele zu gestalten. Umfassende Erhebungen der tatsächlichen Schäden an Mensch und Umwelt fehlen ebenfalls.

Die EU und Deutschland tragen – angesichts ihres signifikanten Anteils an den südamerikanischen Sojaexporten – einen erheblichen Teil der Verantwortung für diese Entwicklung.

Zudem müssen die gesundheitlichen Auswirkungen des Verzehrs und der Verfütterung der Gentechnik-Soja innerhalb Deutschlands und der EU auf den Prüfstand gestellt werden.

Als wichtiger Abnehmer von Soja ist es an der EU, die Probleme die das derzeitige System des Sojaanbaus für die Realisierung der SDG darstellt, in Gesprächen mit den Mercosur-Staaten zu thematisieren. Ein Ziel muss dabei sein, die Importnachfrage insgesamt zu beschränken, und die deutlich verringerten Mengen aus Anbausystemen zu beziehen, die nicht zur weiteren Entwaldung beitragen und ohne Gentechnik auskommen. Gleichzeitig muss darüber gesprochen werden, wie mit vielfältigeren und nachhaltigeren Produktionssystemen Wertschöpfung und Beschäftigung in den ländlichen Räumen der Mercosur-Staaten gesteigert werden können.

1. Einleitung

Südamerika erlebt in den letzten Jahrzehnten einen Boom beim Anbau und Export von Soja. Der überwiegende Teil der dort angebaute Sojabohnen ist gentechnisch verändert. Damit einher geht unter anderem der intensive Einsatz des Herbizids Glyphosat. Soja ist zugleich eines der wichtigsten Exportprodukte vieler südamerikanischer Staaten und spielt damit eine wichtige Rolle für die wirtschaftliche Entwicklung des Kontinents. Die Europäische Union und die Länder der Mercosur-Freihandelszone (Argentinien, Brasilien, Paraguay und Uruguay) verhandeln derzeit ein Freihandelsabkommen, mit dem nicht nur der Handel erleichtert, sondern auch die nachhaltige Entwicklung gefördert werden soll. Für Ölsaaten wie Soja herrscht schon unter den bereits gültigen Regeln der Welthandelsorganisation WTO weitgehender Freihandel. Daher kann durch das geplante Abkommen keine weitere Marktöffnung erfolgen. Im Rahmen dieser Studie wird untersucht, wie sich der aktuelle Sojahandel zwischen der EU und den Mercosur Staaten auf die 2015 vereinbarten globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (SDG)¹ auswirkt. Das soll Hinweise darauf geben, wie diese Ziele innerhalb der Zusammenarbeit zwischen der EU und Mercosur am besten gefördert beziehungsweise bestehende Zielkonflikte verringert werden können.

Die Ausweitung des Sojaanbaus, insbesondere der gentechnisch veränderten Sorten und der damit einhergehende zunehmende Einsatz des Herbizids Glyphosat, hat potenziell Auswirkungen auf:

- › die biologische Vielfalt, sowohl durch die Umwandlung von Wald und Grasland in Ackerland als auch durch Schädigung durch Glyphosat und anderen Pestiziden
- › auf die Verfügbarkeit und die Qualität von Wasser durch die Auswirkungen auf den Wasserkreislauf und die Belastung von Gewässern mit Pestiziden
- › die menschliche Gesundheit durch die Pestizidbelastung

Daher werden von den siebzehn SDG besonders die folgenden drei samt ihrer relevanten Unterziele betrachtet:

Ziel 3. Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern
Unterziel 3.9: Bis 2030 die Zahl der Todesfälle und Erkrankungen aufgrund gefährlicher Chemikalien und der Verschmutzung und Verunreinigung von Luft, Wasser und Boden erheblich verringern.

Ziel 6. Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten

¹ www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/

Unterziel 6.3: Bis 2030 die Wasserqualität durch Verringerung der Verschmutzung, Beendigung des Einbringens und Minimierung der Freisetzung gefährlicher Chemikalien und Stoffe (...) weltweit verbessern.

Unterziel 6.6: Bis 2020 wasserverbundene Ökosysteme schützen und wiederherstellen, darunter Berge, Wälder, Feuchtgebiete, Flüsse, Grundwasserleiter und Seen.

Ziel 15: Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende setzen

Unterziel 15.1: Bis 2020 (...) die Erhaltung, Wiederherstellung und nachhaltige Nutzung der Land- und Binnensüßwasser-Ökosysteme und ihrer Dienstleistungen, insbesondere der Wälder, der Feuchtgebiete, (...) gewährleisten.

Unterziel 15.2: Bis 2020 die nachhaltige Bewirtschaftung aller Waldarten fördern, die Entwaldung beenden, geschädigte Wälder wiederherstellen (...).

Unterziel 15.5: Umgehende und bedeutende Maßnahmen ergreifen, um die Verschlechterung der natürlichen Lebensräume zu verringern, dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende zu setzen und bis 2020 die bedrohten Arten zu schützen und ihr Aussterben zu verhindern.

Da die Umwandlung von Wald und Grasland in Äcker eine wichtige Quelle von Treibhausgasen ist, wird in diesem Zusammenhang auch auf SDG 13 eingegangen, das dazu aufruft, die Ziele des Klimaabkommens von Paris aus dem Jahr 2015 zu realisieren, wonach die Erderwärmung auf unter 2 Grad Celsius und möglichst 1,5 Grad begrenzt werden soll. Um dies zu ermöglichen, müssen die Treibhausgasemissionen aus allen Sektoren – einschließlich der Landwirtschaft und der Landnutzung – bis zur Mitte des Jahrtausends praktisch auf null reduziert werden. Um das 1,5-Grad-Ziel erreichen zu können, muss sogar Kohlendioxid der Atmosphäre entzogen und gespeichert (sequestriert) werden. Neben technischen Lösungen, die im großen Maßstab noch nicht erprobt sind, ist dies insbesondere durch Wälder und Böden – vor allem unter Grasland – möglich. Der Erhalt und die geeignete Bewirtschaftung dieser Landnutzungsformen sind also von entscheidender Bedeutung, um die Ziele des Pariser Klimaabkommens erreichen zu können.

2. Die Bedeutung von EU-Sojaimporten aus Südamerika

Die Europäische Union hat als wichtiger Importeur einen bedeutenden Einfluss auf den Sojaanbau in Südamerika. Obwohl die Importmengen in den letzten fünfzehn Jahren zurückgegangen sind, geht immer noch etwa ein Viertel der Sojaexporte aus den größten südamerikanischen Anbauländern Brasilien, Argentinien, Paraguay, Bolivien und Uruguay in die EU.² Gleichzeitig stammen etwa drei Viertel der EU-Sojaimporte aus diesen Ländern. Auch wenn die EU damit nicht mehr wie noch zu Beginn des Jahrtausends der größte Sojaimporteur weltweit ist, hat ihre Nachfrage signifikanten Einfluss auf die Ökosysteme in den Anbauländern.

Die gesamten Sojaimporte der EU gingen zwischen 2004 und 2017 von 42,5 auf 37,7 Millionen Tonnen zurück, wobei seit 2014 wieder ein leichter Anstieg zu beobachten ist.

Noch etwas stärker fiel der Rückgang der Exporte aus Südamerika von 38 auf 29 Millionen Tonnen aus. Die Importe aus dem wichtigsten Lieferland Brasilien sanken dabei am stärksten um mehr als ein Drittel von 22 auf 14 Millionen Tonnen, während sich die Paraguays auf 2,75 Millionen Tonnen fast verdreifachten. Damit hat die EU einen Anteil von 35% an den gesamten paraguayischen Exporten, höher als in Argentinien (31%) und Brasilien (22%). Für Uruguay und Bolivien ist die EU mit einem Anteil von 7% bzw. 3% ein eher unbedeutender Absatzmarkt für Soja. Die folgende Analyse konzentriert sich daher auf Brasilien, Argentinien und Paraguay.

Die drei wichtigsten Sojalieferanten der EU gehören alle zu den zehn Ländern mit der höchsten Entwaldungsrate weltweit. Die Ausweitung von Acker- und Weideflächen ist dabei der entscheidende Treiber. Gleichzeitig ist in allen diesen Ländern Soja die mit Abstand wichtigste Nutzpflanze, die auf den Ackerflächen angebaut wird. Für die Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit ist ebenfalls von Bedeutung, in welchem Produktionssystem Soja angebaut wird. In den drei relevanten südamerikanischen Ländern wird überwiegend bis ausschließlich gentechnisch veränderte Soja angebaut, die gegen das Totalherbizid Glyphosat resistent ist. Entsprechend intensiv wird Glyphosat eingesetzt, zunehmend auch in Kombination mit anderen Wirkstoffen. Dies gefährdet die Gesundheit vieler in den Anbauregionen lebender Menschen, belastet Gewässer und bedroht die biologische Vielfalt.

Mit den beschriebenen Anteilen zwischen 22 und 35 Prozent an den Sojaexporten von Mercosur-Ländern ist die EU ein wichtiger Akteur in der Lieferkette für Soja und trägt damit auch eine Mitverantwortung für deren Einfluss auf die Realisierung der SDG.

2 Derzeit findet eine weitere Verschiebung hin zu Sojaimporten aus den USA statt:
www.reuters.com/article/us-usa-trade-eu-soybeans/eu-touts-jump-in-soybean-imports-from-u-s-idUSKBN1KM4X1
www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/handelskonflikt-usa-steigen-zum-groessten-sojalieferanten-der-eu-auf-a-1229054.html

3. Der Anbau von Sojabohnen in Argentinien, Brasilien und Paraguay

Im Jahr 2004 rief der Agrokonzern Syngenta die “United Soy Republic” aus: Diese umfasste über die Ländergrenzen hinweg die Hauptanbauggebiete für Sojabohnen in Argentinien, Brasilien, Bolivien, Paraguay und Uruguay. Diese als Werbung geplante Aktion rief international viel Kritik hervor,³ impliziert diese Bezeichnung doch eine Vorherrschaft der Interessen von Agrarkonzernen über gewählte Parlamente, Regierungen, Indigene und den Schutz der Umwelt. Tatsächlich führt die extreme Ausweitung des Sojaanbaus in diesen Ländern zu Folgen, die weit über die Grenzen der einzelnen Staaten hinausgehen.

Laut Bindraban et al. (2009) wuchs die Sojaproduktion in Brasilien von 1990 bis 2007 von 16 auf 61 Millionen Tonnen und in Argentinien von 12 auf 47 Millionen Tonnen. 2017 wurde in Brasilien eine Ernte von über 116 Millionen Tonnen eingebracht⁴, in Argentinien rund 59 Millionen Tonnen,⁵ und in Paraguay über 10 Millionen Tonnen⁶.

Die Anbaufläche für Soja in Brasilien lag laut FAO im Jahr 2014 bei über 30 Millionen Hektar, in Argentinien bei rund 20 Millionen Hektar und in Paraguay bei 3,5 Millionen Hektar.⁷ Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Ausweitung der Anbauflächen zwischen 2005 und 2014.

Tabelle 1: Fläche des Sojaanbaus in Argentinien, Brasilien und Paraguay 2005 und 2014

Sojaanbau 1000 ha	2005	2014	Zuwachs	in %
Argentinien	14032	19253	5220	37
Brasilien	22949	30274	7325	32
Paraguay	1970	3500	1530	78
Summe	40170	55706	15536	39

Quelle: FAOStat⁸

Während Soja laut Bindraban et al. (2009) ursprünglich im Süden Brasilien kultiviert wurde, verlagerte sich der Anbau seit den 1970er Jahren zunehmend in den Cerrado, ein ausgedehntes Savannengebiet in Zentral-Brasilien. Diese Verlagerung wurde von der Militärdiktatur (1964-1985) gefördert. Das Ziel war die Erschließung des Westens Brasiliens (Sauer, 2018). Insbesondere in den Jahren 2001-2005 gab es auch eine Ausweitung des Sojaanbaus in Gebiete, die zuvor von Regenwald bedeckt waren. Nach Sauer (2018) steigt die Ausweitung der Sojaplantagen im Amazonasgebiet rapide an und liegt weit über dem nationalen Durchschnitt. In diesen Gebieten ist der Sojaanbau stark mit sozialen Problemen wie Landkonflikten und Bedrohungen von traditionellen und indigenen Völkern verbunden. Der Sojaanbau hat unmittelbare und erhebliche Umweltauswirkungen zur Folge, nicht nur aufgrund der direkten Entwaldung, sondern auch durch Folgeaktivitäten wie zum Beispiel

3 Siehe z.B. www.grain.org/article/entries/4749-the-united-republic-of-soybeans-take-two

4 <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>

5 <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

6 <https://wochenblatt.cc/rekordernte-bei-der-soja-in-paraguay/>

7 www.ama.at/getattachment/7a833552-4a2d-4ac2-949c-562e9851e0ec/Kennzahlen_Olsaaten2014.pdf

8 <http://www.fao.org/faostat/en/#home>

der Gewinnung von Erdrohstoffen, dem Holzhandel oder der Rinderzucht. Diese wurden erst durch die Infrastrukturbereitstellung des Sojaanbaus möglich. 2014 wurde auf 40 Prozent des brasilianischen Ackerlands Soja angepflanzt (Reichert, 2016).

In Argentinien ist unter dem Einfluss des Sojaanbaus die Nutzung als Weideland in vielen Gegenden stark zurückgegangen, in der Pampa hat der Anteil an Soja stark zugenommen (Bindraban et al., 2009). 2014 machte die Sojaanbaufläche etwa die Hälfte der gesamten Ackerfläche aus (Bouza et al., 2016, Reichert, 2016). Soja ist mittlerweile für mehr als 30% der argentinischen Wirtschaft verantwortlich (Lende und Velázquez, 2018) und hat einen wichtigen Beitrag zur schnellen Erholung Argentiniens von der wirtschaftlichen Krise gespielt (Bouza et al., 2016). Allerdings ist der erzeugte Profit nicht gleichmäßig verteilt, sondern nur wenigen vorbehalten. Für die beim Sojaanbau üblichen hoch mechanisierten Verfahren werden wenige Arbeitskräfte gebraucht, was zu einer signifikanten Verschiebung der ländlichen Bevölkerung in die Städte führte (Bouza et al., 2016, Morina und Cacace, 2013, GRR, 2009, u.a.). Zugleich hat der Konzentrationsprozess der landwirtschaftlichen Fläche stark zugenommen: 2007 wurden über 60 Prozent der Sojabohnen von nur 4 Prozent der Produzenten geliefert (Herrera et al., 2013). Altieri und Pengue (2006) präzisieren: Allein zwischen 1998 und 2002 wurde ein Viertel der kleinbäuerlichen Betriebe von Großzeugern aufgekauft. Morina und Cacace (2013) berichten außerdem von zahlreichen Konflikten um die knappen für die Sojabewirtschaftung geeigneten Flächen. Hier werden mitunter sogar rabiante Methoden wie Bedrohung, Landenteignung und Ermordung eingesetzt. Auch Lende und Velázquez (2018) berichten von Vertreibungen indigener Völker, die ihre Lebensgrundlage in den Wäldern verloren und schließlich nicht in den Städten überleben konnten.

In Paraguay beträgt die Sojaanbaufläche im Verhältnis zur gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche rund 35 Prozent (WWF, 2016), der Anteil an der reinen Ackerfläche sogar mehr als drei Viertel (Reichert, 2016). Der Sojaanbau verschärft die Ungleichheit beim Landbesitz: Zwischen 1991 und 2008 vervierfachte sich die Anbaufläche, während die Zahl der Betriebe nur um 4 Prozent zunahm (Oxfam, 2013). 85 Prozent des Ackerlands sind mittlerweile in der Hand von nur 2,5 Prozent der Landbesitzer.⁹ Damit herrscht dort die größte Ungleichheit in der Landverteilung weltweit (Oxfam, 2013). Viele der Großbetriebe gehören Unternehmern mit brasilianischem Ursprung, wie Tranquilo Favero, der über 150.000 Hektar Fläche bewirtschaftet (NGO Repórter Brasil, 2010). Die Landkonflikte führen zu zahlreichen gewaltsamen Übergriffen und Menschenrechtsverletzungen gegen Kleinbauern, die sich gegen Vertreibungen wehren oder dagegen, dass sie in der Umgebung von Sojaplantagen mit Pestiziden besprüht werden (Oxfam, 2013). Laut ExpertInnen könnte die Anbaufläche in Paraguay noch einmal um 2,5 Millionen Hektar ausgeweitet werden.¹⁰

9 <http://time.com/4070686/paraguay-soy-plantations-war/>

10 www.kleffmann.com/en/information-center/information-center/paraguay-brazilians-soybean-expansion-border

4. Anbau von gentechnisch veränderter Soja

Die Ausweitung der Sojaproduktion wurde durch die Einführung gentechnisch veränderten Saatguts begünstigt, das gegenüber dem Herbizid Glyphosat resistent ist. In Argentinien geschah dies bereits 1996 durch den Monsanto-Konzern. Um sich die Marktdominanz zu sichern, bot das Unternehmen den Bauern die Samen nicht nur kostenfrei an, sondern überzeugte sie auch noch davon, diese selbst zu vermehren und weiterzubreiten (Gras und Hernández, 2016, Lende und Velázquez, 2018). Erst 1999, als das gentechnisch veränderte Saatgut bereits in Argentinien verbreitet war, fielen erstmals Lizenzgebühren an und die Eigenvermehrung der Samen wurde untersagt (Teubal, 2006). Inzwischen besteht nach Angaben der EU-Kommission die argentinische Ernte zu 100 Prozent aus gentechnisch veränderter Soja (EU Commission, 2016). Inoffiziell wurde bereits Anfang der 2000er Jahre gentechnisch verändertes Saatgut aus Argentinien nach Brasilien, Paraguay und andere Länder geschmuggelt (Ribeiro, 2005). In Brasilien wurde Gentechnik-Soja erst 2003/2004 offiziell zugelassen und macht inzwischen über 90 Prozent aus. In Paraguay wurde der Anbau der Gentechnik-Soja 2004 offiziell zugelassen, inzwischen beträgt der Anteil 95 Prozent (EU Commission, 2016).

Für diesen Erfolg der Gentechnik-Konzerne gibt es mehrere Gründe (siehe u.a. Pengue, 2005 und IICA, 2013): Beim Anbau der Gentechnik-Soja können Arbeitszeit, Maschinen und Kosten gespart und die pfluglose Bodenbearbeitung durch den Einsatz des Totalherbizids Glyphosat erleichtert werden. Diese war zwar schon vor Einzug der Gentechnik in Argentinien und Brasilien weit verbreitet (Bindraban et al., 2009), doch ermöglicht die Gentechnik-Soja den Einsatz von Glyphosat erstmals auch während des Anbaus: Durch die gentechnische Veränderung können die Sojabohnen dem Ackergift widerstehen, während die Unkräuter zugrunde gehen. Da gegen Glyphosat ursprünglich keine Resistenzen bei den Unkräutern vorhanden waren, war deren Bekämpfung effektiver und kostengünstiger als bei konventioneller Soja.

Gleichzeitig beförderte die Einführung der Gentechnik-Soja die Ausweitung des Anbaus in Gebiete, die zuvor nicht landwirtschaftlich genutzt worden waren, wie Urwälder und Feuchtbiopte. Insbesondere in den feuchten Tropen wachsen die Unkräuter sehr rasch und können mehrere Vermehrungszyklen innerhalb eines Jahres abschließen. Diese Bedingungen beschleunigten den Anbau von herbizidresistenter Gentechnik-Soja (Pengue, 2005; Bindraban et al., 2009; Herrera et al., 2013). Zugleich fielen die Kosten für das Herbizid Glyphosat in den letzten 20 Jahren erheblich: In Argentinien sank beispielsweise der Preis pro Liter von 20 US-\$ im Jahr 1990 auf etwa 2,50 US-\$ im Jahr 2011 (IICA 2013).

Dabei führte der Einsatz der Gentechnik nicht zu einer höheren Erntemenge pro Hektar.¹¹ Treibend für die Ausweitung der Anbaufläche waren vielmehr Rationalisierungseffekte, die insbesondere auf großen Flächen zu Gewinnsteigerungen durch Kostenreduktion führten und damit hohe Profiterwartungen für Agrarunternehmer, Konzerne und Investoren schürten: Nach Choumert & Phelinas (2016) hat die Einführung der Gentechnik-Soja die Produktivität erhöht und die Kosten per Produktionseinheit gesenkt. Der wirtschaftliche Vorteil der Landwirte, die in Argentinien Gentechnik-Soja statt konventioneller Soja anbauen, wird in Bezug auf die direkten Produktionskosten mit 7–8 US-\$/Hektar angegeben, was einer maximalen Ersparnis von 15 Prozent entspricht (IICA, 2013). Dazu können weitere Einsparungen bei der Arbeitszeit kommen.

Neben einer weltweit steigenden Nachfrage nach Soja als Tierfutter (Nellemann et al., 2009) und Biodiesel (Herrera et al., 2013) wurden die wirtschaftlichen Vorteile der Gentechnik-Saaten so zu einem wesentlichen Treiber für die Ausweitung des Sojaanbaus in Südamerika.

¹¹ Verschiedene Studien weisen auf eine eher geringere Erntemenge hin, siehe zum Beispiel Elmore et al., 2001.

Aus Vorteilen werden Nachteile

Die ursprünglichen Vorteile wie billige Herbizide und Rationalisierungseffekte bei der Bearbeitung großer Flächen nivellieren sich derzeit. Ursache sind steigende Kosten für die Bekämpfung von Unkräutern, die sich an den Gebrauch von Glyphosat angepasst haben: Eine Studie des argentinischen Landwirtschaftsministeriums gibt die zusätzlichen Aufwendungen mit 25–45 US-\$/Hektar (IICA, 2013) an. Zudem können die Kosten auch durch den höheren Arbeitsaufwand steigen.

Tatsächlich sind die Probleme mit herbizidresistenten Unkräutern erheblich: Da in Argentinien, Paraguay und Brasilien in den letzten 10–20 Jahren fast ausschließlich glyphosatresistente Gentechnik-Soja angebaut wurde, treten immer mehr Unkräuter auf, die sich an den Einsatz dieses Wirkstoffes angepasst haben. Im Juli 2018 listete die Datenbank Weed Science für Argentinien 12 resistente Unkrautarten, von denen vier auch gegen andere Herbizide resistent geworden sind. Laut dem argentinischen Verbands der Direktsaat-Produzenten (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa) sind sogar 22 Arten gegen Glyphosat resistent, davon acht zusätzlich gegen andere Herbizide.¹²

Vor dem Hintergrund der Zunahme resistenter Unkräuter findet in den Anbauländern der Gentechnik-Soja derzeit ein regelrechtes Wettrüsten auf dem Acker statt. Zum einen steigen die Aufwandsmengen an Glyphosat (siehe unten). Zum anderen gibt es inzwischen eine ganze Reihe von weiteren gentechnisch veränderten Sojabohnen, die gegen mehrere Herbizide resistent gemacht sind und zum Anbau in Argentinien und/oder Brasilien zugelassen sind.¹³ Die Firmen, die entsprechendes Saatgut anbieten, sind BASF, Bayer, DowDuPont und Monsanto. Die Herbizide, die diese Pflanzen tolerieren, umfassen ALS-Hemmer, Glufosinat, Glyphosat, Isoxaflutol und 2,4-D. Einige dieser Sojabohnen (wie DAS-44406-6 von DowDuPont) sind gleich gegenüber drei Gruppen von Herbiziden unempfindlich.¹⁴

In Bezug auf den Anbau der herbizidresistenten Pflanzen und dem damit verbundenen Aufwand an Pestiziden gibt es verschiedene Betrachtungsweisen. Bei Agroindustrie und auch Regierungsstellen der Länder, die vom Anbau und Export der Soja-Produkte profitieren, herrscht die Einschätzung vor, dass die Einführung der Gentechnik-Pflanzen erhebliche Vorteile für die Umwelt bringe. So heißt es in der bereits zitierten Studie des argentinischen Landwirtschaftsministeriums (IICA, 2013):

„Based on the results and impact achieved during more than 15 years in use, it is fair to say that GM-HR soybean cultivation is a clean technology. (...) Today, we have a technology that makes it possible to produce with a minimum of environmental impact (less water used, smaller crop area, improvement of soils, and less contamination) and reverse the problem of degradation in places where it exists.“

Angesichts der tatsächlichen Auswirkungen des Anbaus von Soja in Südamerika (s.u.) erinnert diese Sicht der Dinge an Verlautbarungen aus Deutschland, in denen Dieselantriebe bei PKWs jahrelang als eine klimafreundliche und saubere Technologie dargestellt wurden.

Nicht zu vernachlässigen sind ebenfalls Ökosystemdienstleistungskosten, die den nachteiligen Auswirkungen des Sojaanbaus entspringen. Bouza et al. (2016) schätzen, dass allein 2007 durch die Umwandlung von Wald und Wiese zu Acker (Land-use/cover change – LUCC) Ökosystemdienstleistungskosten von 70 Millionen US-\$ entstanden, was 26% des damaligen BIP entspricht.

12 www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2018/08/1-Resistencia-acumuladas-2018-agosto.png

13 www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp

14 www.testbiotech.org/database

5. Einsatz von Pestiziden

Im Jahr 2005 wurde zum ersten Mal glyphosatresistentes Johnson Grass (Wilde Mohrenhirse) in Argentinien nachgewiesen, das auch gegenüber anderen Herbiziden resistent geworden ist (Binimelis et al., 2009). Inzwischen haben sich verschiedene glyphosatresistente Unkrautarten in den Anbauländern der Gentechnik-Pflanzen stark ausgebreitet (siehe oben).

Im brasilianischen Sojaanbau ist in den letzten Jahren der Herbizidverbrauch, insbesondere bei Glyphosat, stark gestiegen¹⁵, im Vergleich mit der Ausweitung der Anbaufläche für Soja sogar überproportional (Benbrook, 2016; de Almeida et al., 2017).

Nach Benítez-Leite et al. (2016) steigerte sich der Pestizideinsatz beim Anbau der Soja in Paraguay von 2010 bis 2015 um rund 31%. Nach Binimelis et al. (2009) erhöhte sich der Verbrauch in Argentinien von etwa 1 Million Liter im Jahr 1991 auf 180 Millionen Liter im Jahr 2007. Laut Bouza et al. (2016) stieg der Pestizideinsatz in Argentinien in den letzten 20 Jahren um 1000% – 2006 betrug der Glyphosatanteil hiervon bereits 75%. Aparicio et al. (2013) gehen von 180–200 Millionen Litern pro Jahr aus, nach Ávila-Vázquez (2018) werden in der argentinischen Landwirtschaft aktuell mindestens 240 Millionen Liter Glyphosat pro Jahr gespritzt. Demnach ist Argentinien das Land mit dem weltweit höchsten Einsatz an Glyphosat. Dabei kommt das Pestizid aber längst nicht nur im Sojaanbau zum Einsatz.

Benbrook (2016) schätzt auf Grundlage der vorliegenden Zahlen, dass sich der Glyphosateinsatz beim Anbau der Gentechnik-Soja in Argentinien und Brasilien pro Hektar seit 1996 mehr als verdoppelt hat: von rund 2 kg/Hektar im Jahr 1996 auf über 4 kg/Hektar im Jahr 2014. Nach Daten von Bindraban (2009) wurden in Argentinien allerdings schon im Jahr 2007 beim Anbau von Gentechnik-Soja knapp 4 kg/Hektar Glyphosat eingesetzt. Auch Primost et al. (2017) gehen von 4 kg/Hektar Glyphosat aus, während andere Studien mehr als 5 Liter/Hektar in Brasilien (Pignati et al., 2017), 10kg/Hektar in Argentinien (Avila-Vazquez et al., 2018)¹⁶ und mehr (Domingues & Sabatino, 2005) angeben. Zudem werden in Dokumenten von Monsanto auch bis zu 8 kg/Hektar und mehr genannt (siehe Then & Bauer-Panskus, 2017b).

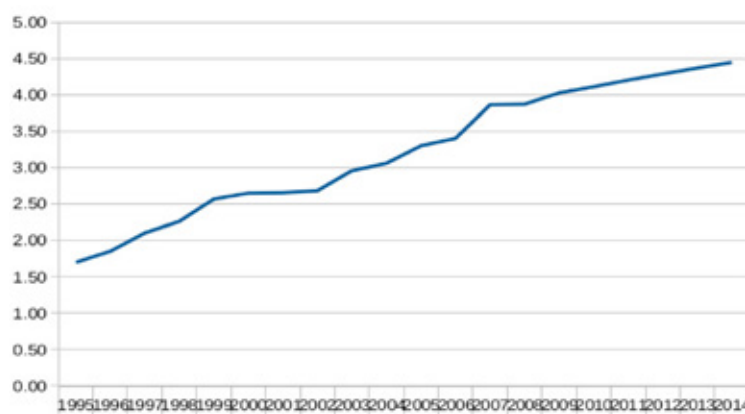


Abbildung 1:
Aufwand von Glyphosat (kg/ha) beim Anbau gentechnisch veränderter Sojabohnen in Brasilien und Argentinien 1996–2014 laut Benbrook, 2016.

Insgesamt ist die Datenlage für viele Regionen lückenhaft, von einem drastischen Anstieg der ausgebrachten Menge Glyphosat sowohl insgesamt als auch per Hektar ist aber unter anderem aufgrund der von

¹⁵ www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/use-of-genetically-modified-crops-and-pesticides-in-brazil-growing-hazards/16307?id=16307
<https://agrow.agribusinessintelligence.informa.com/AGo28443/Herbicide-use-jumps-on-Brazilian-RR-soy>

¹⁶ Laut persönlicher Mitteilung der Autoren beziehen sich die kg-Angaben auf den aktiven Wirkstoff.

Benbrook (2016) ermittelten Daten (vgl. Abb. 2) sicher auszugehen. Der Druck durch herbizidresistente Unkräuter führt nicht nur zu höheren Dosierungen, sondern auch zu mehrfachen Spritzungen. Während anfangs meist eine Behandlung mit Glyphosat ausreichend war, wird jetzt routinemäßig zweimal oder dreimal gespritzt (Then & Bauer-Panskus, 2017b).

Anders als oft vermutet, ist es nicht zutreffend, dass der vermehrte Einsatz von Glyphosat durch Einsparungen bei anderen Herbiziden kompensiert wird: Aufgrund von empirischen Datensätzen aus Argentinien¹⁷ zeigten Bindraban et al. (2009), dass der Anbau der Gentechnik-Soja im Vergleich zur konventionellen Soja im Hinblick auf die dabei eingesetzten Pestizide keine ökologischen Vorteile aufweist. Dabei wurde berücksichtigt, dass durch den Einsatz von Glyphosat zwar einige andere Herbizide (wie Imidazolinone oder Triazine) eingespart werden. Der höhere Aufwand von Glyphosat kann so aber nicht kompensiert werden. Ein Grund dafür ist, dass zusätzlich zu Glyphosat immer noch weitere Herbizide eingesetzt werden müssen. Zudem weisen Bindraban et al. (2009) darauf hin, dass die pfluglose Bodenbearbeitung, die durch den Anbau der Gentechnik-Soja gefördert wird, oft einen höheren Einsatz an Fungiziden erfordert.

Bindraban et al. (2009) vergleichen ihre Ökobilanzen mit anderen Publikationen (wie Brookes & Barfoot, 2006), die zu einem positiveren Ergebnis kommen. Diese anderen Publikationen gehen jedoch von wesentlich niedrigeren Aufwendungen an Glyphosat aus, die nicht durch empirische Daten belegt sind.

Zu beachten ist auch, dass die Einschätzung von Bindraban et al. (2009) auf Zahlen aus dem Jahr 2007 beruht. Angesichts der stetig steigenden Glyphosat-Mengen ist anzunehmen, dass sich die ökologische Bilanz des Einsatzes der Gentechnik-Soja in Bezug auf die Pestizidanwendungen weiter verschlechtert hat. Die Aufwandsmengen können je nach Region auch wesentlich höher sein als 4 kg/Hektar (siehe oben).

Auf sehr hohe Glyphosataufwendungen weisen auch Stichproben hin, die 2013 auf argentinischen Sojafeldern genommen und von einem Labor der Universität von Buenos Aires analysiert wurden (Then, 2013). Die Glyphosatrückstände erreichten in einer Probe fast 100 mg/kg und lagen in sieben von elf untersuchten Proben deutlich über dem in der EU geltenden Grenzwert von 20 mg/kg. Diese Ergebnisse wurden in einer zweiten Untersuchung bestätigt. Dieser hohe Gehalt an Rückständen zeigt, dass diese Sojabohnen offensichtlich nicht unter Bedingungen einer normalen landwirtschaftlichen Praxis angebaut wurden (siehe unten). Auf das Problem steigender Rückstände weist u.a. auch Cuhra (2015) hin.

Additive

Zusätzliche Belastungen für Umwelt und Ernte ergeben sich durch die Beimischung von Additiven, die die Wirkung von Glyphosat verstärken sollen: Glyphosat ist wasserlöslich, aber fettabweisend. Deswegen werden Wirkungsverstärker eingesetzt, die es dem Wirkstoff trotz seiner dafür ungeeigneten chemischen Struktur ermöglichen, die Oberfläche von Pflanzen zu durchdringen. Die dabei zugesetzten Stoffe wie POE-Tallowamine, die bei vielen Glyphosat-Mischungen einen Anteil von 15 Prozent haben, sind giftiger als der Wirkstoff Glyphosat selbst und verstärken dessen Toxizität (siehe Pengue, 2005; Pérez et al., 2011). Der Einsatz dieser Zusatzstoffe ist in der EU inzwischen weitgehend unterbunden¹⁸, jedoch nicht in Anbauländern wie Argentinien und Brasilien.¹⁹

17 Aus der Region von Santa Fe, einem der Hauptanbauggebiete von Gentechnik-Soja

18 https://ec.europa.eu/germany/news/glyphosat-eu-staaten-schr%C3%A4nken-beistoffe-und-nutzung-ein_de

19 <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/073/1807373.pdf>

Paraquat: Bodyguard des Glyphosats

In Brasilien, Argentinien und Paraguay wird neben Glyphosat auch der Wirkstoff Paraquat eingesetzt, der in der EU wegen gesundheitlicher Risiken für Anwender (also insbesondere die Landwirte) nicht mehr eingesetzt wird, die Zulassung in Deutschland ruht²⁰. Die Anwendung von Paraquat wird von den Pestizidherstellern mit dem Argument beworben, dass es gerade gegen die Unkräuter eingesetzt werden kann, die resistent gegenüber Glyphosat geworden sind.²¹ Paraquat sei "glyphosate's bodyguard"²². In Brasilien, wo bei Soja ca. 0,3 l/Hektar angewendet wird (Pignati et al., 2017), wurde bereits seit 2008 über einen Verbot des Herbizids diskutiert. Nachdem Paraquat im September 2017 schlussendlich verboten wurde, kam es im November des gleichen Jahres plötzlich zu einer vorübergehenden Aufhebung des Verbots. Innerhalb einer dreijährigen Frist soll die Möglichkeit eingeräumt werden, die Unschädlichkeit des Herbizids zu beweisen, andernfalls das Verbot erlassen werden²³. In Argentinien sind noch keine Verbote geplant. Nach Herrera et al. (2013) ist durch den Anbau der Gentechnik-Soja in Argentinien nicht nur der Gebrauch von Glyphosat, sondern auch von 2,4-D und Paraquat gestiegen. Nach Neumeister (2016) importierte Argentinien im Jahr 2014 allein 7.500 Tonnen Paraquat. Ein wesentlicher Grund sind demnach steigende Resistenzen gegenüber Glyphosat bei Unkräutern. Nach Lovera (2014) werden beim Anbau der Gentechnik-Soja in Paraguay sogar höhere Mengen an Paraquat (2,5 kg/Hektar) als an Glyphosat eingesetzt (2 kg/Hektar).

Weitere Wirkstoffe

Neben Herbiziden ist auch der Einsatz von Insektiziden im Sojaanbau erheblich. Soja ist in Argentinien nach Baumwolle die Pflanze, die am stärksten von einer Vielzahl von Insekten befallen wird (Herrera et al., 2013). Die Gentechnik-Industrie bietet insbesondere für Südamerika auch gentechnisch veränderte Soja an, die Insektengifte produziert.²⁴ Allerdings sind diese Pflanzen nur gegen bestimmte Schädlinge wirksam, ihr Gesamtnutzen ist strittig (Bortolotto et al., 2014), ebenso wie ihre Auswirkungen auf die Nahrungskette (Then & Bauer-Panskus, 2017a).

Laut Guedes et al. (2017) werden beim Anbau von Soja in Paraguay eine ganze Reihe von zum Teil sehr giftigen Insektiziden eingesetzt. Darunter sind Neonikotinoide, Phenylpyrazole, Carbamate, Phyrethroide, Avermectin, Diamide und Organophosphorverbindungen.

Das extrem giftige Insektizid Endosulfan, dessen Einsatz in der EU verboten ist²⁵, wird beim Anbau der Gentechnik-Soja sowohl in Paraguay (Lovera, 2014) als auch in Argentinien (Bindraban et al., 2009) verwendet. Nach Phelinas & Choumert (2017) trägt der Gebrauch von Endosulfan im Sojaanbau wesentlich zur Belastung des Grundwassers bei.

Von Bindraban et al. (2009) werden weitere Wirkstoffe genannt, die zusätzlich zu Glyphosat eingesetzt werden: Trifloxistrobilin, Cyproconazole, Haloxyfop, Metsulphuron, Dicamba, 2-4 D, Imazetapyr, Metribuzin, Cypermethirin, Chlorpyrifos.

20 https://www.bvl.bund.de/DE/08_PresseInfothek/01_FuerJournalisten_Presse/01_Pressemitteilungen/04_Pflanzenschutzmittel/2007/2007_07_17_pi_Paraquat_Ruhenlassen_der_zulassung.html

21 <http://paraquat.com/news-and-features/current>

22 <http://paraquat.com/news-and-features/archives/paraquat-is-glyphosates-bodyguard>

23 <https://agrow.agribusinessintelligence.informa.com/AG028427/Brazil-bans-paraquat>;
<https://theintercept.com/2018/03/26/66-dias-de-lobby-uma-maquina-de-pressao-fez-a-anvisa-voltar-atras-e-liberar-um-perigoso-agrotoxico/>

24 Monsanto bietet unter dem Handelsnamen Intacta eine Soja an, die gegenüber Glyphosat resistent gemacht ist und ein Insektengift produziert (MON 87701 × MON 89788).

25 <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.detail&language=DE&selectedID=1281>

6. Sojaanbau und die Nachhaltigkeitsziele der UN

Nach den für diese Studie ausgewerteten Publikationen geht der Sojaanbau in Argentinien und Brasilien mit massiven Verlusten und Schäden an den Ökosystemen (Urwäldern, Grasland und Feuchtgebieten) einher (Bouza et al., 2016), schädigt die Bodenfruchtbarkeit, fördert Überschwemmungen und mittelfristig die Versalzung der Böden. Nach Lende und Velázquez (2018) ist die Ausweitung des Sojaanbaus sogar der Hauptverursacher für Entwaldungen und einer der größten Verursacher von Treibhausgasen, Biodiversitätsverlusten, Erdbeben und Desertifikation. Der zunehmende Einsatz von Pestiziden verursacht zudem steigende Risiken für die Gesundheit der Menschen in den Anbauregionen. Durch die Entwaldung und die Umwandlung des Cerrado bzw. der Pampa in Flächen für den Ackerbau kommt es nicht nur zu regionalen Veränderungen des Klimas, sondern auch zur Beschleunigung des globalen Klimawandels. Diese Auswirkungen haben auch erhebliche Folgen für die hier betrachteten UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung (3) Gesundheit, (6) Wasser und (15) Landökosysteme, Wälder, Böden, biologische Vielfalt (vgl. Abschnitt 1).

Im freiwilligen nationalen Bericht der argentinischen Regierung zu den SDG aus dem Jahr 2017 (Argentina, 2017) wird als ein Schwerpunkt der Umgang mit Agrarchemikalien genannt. Deren Einsatz wird in einer nationalen Kommission, mit Blick auf Vorbeugung von und Umgang mit Vergiftungen von Menschen und Verschmutzung der Umwelt, erforscht. Es sollen Vorschriften für ihre „vernünftige“ Nutzung erarbeitet werden, um die öffentliche Gesundheit zu fördern und die Umwelt zu schützen. Besonders risikoreiche Produkte sollen gegebenenfalls ersetzt werden. Eine spezielle Arbeitsgruppe soll eine gute landwirtschaftliche Praxis beim Einsatz von Agrarchemikalien definieren.

Im ebenfalls 2017 veröffentlichten Bericht der brasilianischen Regierung (Brazil, 2017), wird nur eine Auswahl von SDGs intensiver behandelt. In den Abschnitten zu SDG 2 (Ernährungssicherheit und nachhaltige Landwirtschaft) und SDG 3 (Gesundheit) werden weder der Einsatz von Pestiziden noch der Sojaanbau thematisiert. Andere für den Schwerpunkt dieses Berichts relevante SDG wie SDG 6 (Wasser) und SDG 15 (Leben an Land) werden nicht gesondert angesprochen. Aus Paraguay liegt noch kein aktueller Bericht zur Umsetzung der SDG vor.

6.1 Wald

Gemäß Unterziel 2 des SDG 15 soll die Entwaldung bis 2020 gestoppt werden. In den Sojaanbauländern Brasilien, Paraguay und Argentinien besteht hier besonderer Handlungsbedarf, da sie alle zu den zehn Ländern mit dem größten Waldverlust weltweit gehören. Der absolute Rückgang an Waldfläche ist in Brasilien am größten. In Argentinien und vor allem Paraguay ist dagegen die Entwaldungsrate mit einem beziehungsweise zwei Prozent besonders hoch (FAO 2016).

	Country	Annual forest area net loss	
		Area (thousand ha)	Rate (%)
1	Brazil	984	0.2
2	Indonesia	684	0.7
3	Myanmar	546	1.8
4	Nigeria	410	5.0
5	United Republic of Tanzania	372	0.8
6	Paraguay	325	2.0
7	Zimbabwe	312	2.1
8	Democratic Republic of the Congo	311	0.2
9	Argentina	297	1.1
10	Bolivia (Plurinational State of)	289	0.5

Tabelle 2: Länder mit der größten Entwaldungsrate in den Jahren 2010–2015 (FAO State of the World's Forests 2016 <http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>)

Es gibt mehrere Ursachen für diese Verluste, eine wichtige ist die Ausweitung der Sojaproduktion:

Nach einem Bericht der Umweltorganisation WWF (2016) war der Sojaanbau schon in den 1960er Jahren ein wesentlicher Grund für die Abholzung von Wäldern in Paraguay. Dieser Prozess schreitet bis heute voran, auch wenn 2004 ein Gesetz erlassen wurde, das weitere Entwaldung im Osten Paraguays unter Strafe stellt. Nach den offiziellen Zahlen, die der WWF für seinen Bericht nutzt, verringerte sich der bewaldete Anteil in den Regionen, in denen Soja angebaut wird, von 1991 bis 2008 oft um 30, 40, zum Teil sogar um über 50 Prozent.

Fehlenberg et al. (2017) untersuchen die Ursache für die Entwaldungen im Chaco, der sich über Argentinien, Bolivien und Paraguay erstreckt. Dort wurden zwischen 2000 und 2012 etwa acht Millionen Hektar entwaldet. Hauptursache ist eine Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzung, insbesondere des Sojaanbaus. Das argentinische Ministerium für Umwelt und nachhaltige Entwicklung (SAyDS) analysiert die Entwaldung mittels Vergleichen von Luftaufnahmen der Waldfläche. Diesen Analysen nach ist die Ausweitung der Sojaanbauflächen der Hauptverursacher für die Entwaldung (Lende und Velázquez, 2018). Mit einer Verzögerung von einigen Jahren führte die Ausdehnung des Sojaanbaus in Argentinien dann aber auch zu Entwaldungen in Paraguay. Die Autoren fordern deswegen grenzüberschreitende politische Initiativen.

In Argentinien ging vor allem die Ausweitung der Landwirtschaft im Norden auf Kosten der Urwälder (Herrera et al., 2013). In den Jahren 1998–2002 wurden etwa 500.000 Hektar Urwald in nördlichen Provinzen wie Chaco, Salta und Santiago del Estero vernichtet, wobei die Steigerung des Sojaanbaus ein wesentlicher Treiber war, der für mehr als die Hälfte der Fläche verantwortlich war (Binimelis et al., 2009). Dazu kommt die durch den Sojaanbau ausgelöste Verdrängung der Viehhalter, die zum Teil ebenfalls in die Urwaldgebiete ausweichen (Herrera et al., 2013). Diese schwer zu quantifizierende indirekte Entwaldung hat eine steigende Tendenz. In Brasilien beträgt diese 52% der insgesamt vom Sojaanbau verursachten Entwaldung (Gollnow et al., 2018).

Laut Bindraban et al. (2009) erfolgte in Brasilien insbesondere in den Jahren 2001–2005 eine Ausweitung des Sojaanbaus in Gebiete, die zuvor von Regenwald bedeckt waren. Nach Macedo et al. (2012) wurde in diesem Zeitraum der Sojaanbau im Amazonasgebiet um etwa eine Million Hektar ausgedehnt. Dabei wurde hauptsächlich die Weidewirtschaft verdrängt, für die der Urwald schon zuvor gerodet worden war, aber durchschnittlich 12 Prozent der Fläche stammte aus zusätzlichem Kahlschlag, 2003 waren es sogar über 18 Prozent.

Auch laut Greenpeace (2006) wurden in Brasilien in den Jahren 2004/2005 auf rund 1,2 Millionen Hektar Fläche Sojapflanzen im Gebiet des Amazonas-Regenwaldes angebaut. Besonders betroffen von der Entwaldung ist der Bundesstaat Mato Grosso, in dem sich die Sojaanbaufläche von 1996 bis 2005 verdoppelt hatte. Dort fand laut Greenpeace (2006) auch mehr als die Hälfte der Rodungen statt, die in vielen Fällen illegal waren.

2006 kam es – auch auf Betreiben von Umweltorganisationen wie Greenpeace und WWF – zum sogenannten Soja-Moratorium, dem auch die großen Soja-Produzenten wie Bunge und Cargill zustimmten. Es untersagte den Handel, die Finanzierung und den Erwerb von Soja, die von Regenwaldflächen stammt, die nach Juli 2006 gerodet wurden. Das Abkommen und eine vorübergehende geringere Nachfrage haben laut Macedo et al. (2012) zunächst dazu geführt, dass die Rodungen tatsächlich stark zurückgegangen sind.

2015/2016 nahm die Abholzung jedoch wieder deutlich zu. Die Regierung von Michel Temer, die im Mai 2016 die Regierungsgeschäfte in Brasilien übernahm, steht den Interessen der Agrarlobby nahe. Agrarminister wurde der umstrittene Gentechniksoja-Großunternehmer Blairo Maggi, der zuvor Gouverneur des Bundesstaates Mato Grosso war und dort für die Zerstörung von Regenwald am Amazonas verantwortlich gemacht wird, aber auch am Zustandekommen des Moratoriums beteiligt war. 2015/2016 nahm die Abholzung um 29 Prozent zu, was einer Fläche von 8.000 Quadratkilometern entspricht.²⁶ Aktuell hat sich die Situation nicht verbessert. Laut Sauer (2018) steigt die Ausweitung der Sojaplantagen im Amazonasgebiet am stärksten an.

Die Entwaldung hat auch erhebliche Auswirkungen auf den Klimaschutz. Der Regenwald bindet große Mengen an CO₂, das durch Abholzungen freigesetzt wird. Demnach werden beispielsweise 75 Prozent der Emissionen der klimarelevanten Gase Brasiliens auf Rodungen zurückgeführt (Greenpeace 2006). Der Stopp der Entwaldung ist damit auch von entscheidender Bedeutung, damit Brasilien seine Verpflichtungen aus dem Pariser Klimaabkommen einhalten kann, auf die SDG 13 Bezug nimmt.

Neben der Emission klimarelevanter Gase gibt es weitere Effekte auf das Klima in der Region: Als Ackerland genutzte Flächen sind im Vergleich zu bewaldeten Flächen weniger dazu in der Lage, den Niederschlag über die Wurzeln der Pflanzen aufzunehmen und über Verdunstungsmechanismen wieder zur Wolkenbildung beizutragen (Nosetto et al., 2012, Russau, 2017). Dieser Kreislauf, der mit Regenbildung und Abkühlungseffekten einhergeht, wird von Experten als sehr wichtig für den Klimaschutz angesehen. Letztlich fehlt Niederschlag infolge der fehlenden Wolkenbildung (siehe 6.3 unten).

6.2 Grasland, Savannen

Gemäß Unterziel 5 von SDG 15 soll die Verschlechterung aller natürlichen Lebensräume verringert werden, um bis 2020 bedrohte Arten zu schützen und ihr Aussterben zu verhindern. In Argentinien wurde speziell in den Pampas von 2000–2005 rund 4.600.000 Hektar Land, das zuvor mit Tierhaltung, Obstbäumen oder Getreide bewirtschaftet wurde, für den Sojaanbau genutzt (Pengue, 2005). Dadurch gingen oft naturnahe Weidesysteme verloren, ebenso wie die Bandbreite an landwirtschaftlichen Produktionssystemen (Bindraban et al., 2009; Herrera et al., 2013), die erheblich zur biologischen Vielfalt beitragen können.

In Brasilien betrifft die Ausweitung des Sojaanbaus insbesondere den Cerrado, eine Savannenlandschaft mit einer einzigartigen hochdiversen biologischen Vielfalt. Vielfach wurde der Cerrado von den Soja-Farmern auch als Ausweichfläche genutzt, um Rodungen des Regenwalds zu vermeiden. So setzte sich 2006–2008, nach der Verringerung der Entwaldungen im Amazonas, die Ausweitung der landwirtschaftlich genutzten Flächen im

²⁶ www.theguardian.com/environment/2017/jun/22/norway-issues-1bn-threat-brazil-rising-amazon-destruction

Cerrado unvermindert fort. Erst 2009 zeigte sich auch hier ein Rückgang (Zell-Ziegler, 2014). Der Cerrado, dessen ökologische Diversität vielfach unterschätzt wird, genießt im Vergleich zum Regenwald deutlich weniger gesetzlichen Schutz (Fearnside, 2001; Bindraban et al., 2009).

Die Ausweitung des Sojaanbaus auf Savannenlandschaften wie die Pampa und den Cerrado hat drastische Auswirkungen auf die biologische Vielfalt. Zudem werden Bodengesundheit und Wasserhaushalt dieser wertvollen Ökosysteme beeinträchtigt. Da Soja insbesondere im Vergleich zu mehrjährigen Gräsern weniger Wurzelmasse bildet, führen Soja-Monokulturen zu Verdichtungen der Böden, wodurch deren Gas- und Wasserhaushalt gestört wird. Zudem trocknet die Oberfläche, die sich im Sommer wegen fehlender Bodenbedeckung stärker erwärmt, schneller aus (Rodríguez et al., 2017).

6.3 Wasserhaushalt und Wasserbelastung

Der Schutz von Gewässern spielt in den SDG eine besondere Rolle, so sollen die Süßwasserökosysteme erhalten (SDG 15.1) und zugleich die Belastung der Gewässer mit giftigen Chemikalien beendet werden (SDG 6.3). Nach Herrera et al. (2013) hat der Anbau von Soja in Argentinien auch dazu geführt, dass in manchen Regionen große Teile von Feuchtbiosphären verloren gegangen sind. Dabei trägt die Ausweitung des Sojaanbaus wie erwähnt auch dazu bei, dass die Tierhalter in den jeweiligen Regionen ausweichen mussten. Ein Beispiel ist die Umsiedlung von 1,5 Millionen Kühen im Delta des Paraná. Dabei wurden in großem Umfang Agrochemikalien eingesetzt und allein im April 2008 über 200.000 Hektar natürlicher Vegetation absichtlich durch Feuer vernichtet (Herrera et al., 2013).

Nosetto et al. (2012) untersuchten die Veränderungen im Wasserhaushalt Zentralargentinens, die durch die veränderte Landnutzung verursacht wurden. Wie erwähnt sind die im Ackerbau genutzten Pflanzen weniger als Bäume in der Lage, Regen mit den Wurzeln aufzunehmen und über Verdunstungsmechanismen wieder zur Wolkenbildung beizutragen. Die Untersuchung von Nosetto et al. (2012) zeigt, dass durch die Ausweitung des Sojaanbaus die Menge des in die Atmosphäre transportierten Wassers im Vergleich zu Waldflächen deutlich zurückgeht und sich das Hochwasser-Risiko erhöht (siehe auch Neill, 2013). Steigt dabei der Grundwasserspiegel zu sehr, kann es auch zu einer Versalzung der Böden kommen. Dabei spült das Grundwasser die Salze aus tieferen Bodenschichten an die Oberfläche.

Je nach Region kann auf landwirtschaftlichen Nutzflächen auch der gegenteilige Effekt – eine zunehmende Austrocknung – die Folge sein. So beschreibt Russau (2017) die Ursachen und Folgen der Dürre 2014/2015 in Brasilien auf zwei Ebenen: Begünstigt durch die Abholzung des Regenwalds, kommt es zum Versiegen der „fliegenden Flüsse“, also verringerter Wolkenbildung und in der Folge auch einem Rückgang von Niederschlägen im Südwesten Brasiliens. Dort werden die Auswirkungen der Dürre zusätzlich durch den Umbruch des Cerrado in Ackerflächen verstärkt: Das Wasser kann unter diesen Gegebenheiten schlechter in denjenigen Schichten des Bodens gespeichert werden, die für das Wachstum der Pflanzen und den Wasserhaushalt der Böden wichtig sind.²⁷ Pengue (2010) erklärt den Zusammenhang von Sojaanbau, Austrocknung und Verarmung des Bodens, welche zu Prozessen der Wüstenbildung führen.

Durch den gesteigerten Aufwand an Pestiziden wie Glyphosat, das für viele aquatische Organismen toxisch ist, steigt auch die Belastung der Oberflächengewässer, insbesondere nach Regenfällen. Diese können

27 Siehe auch "When nature says 'Enough!': the river that appeared overnight in Argentina, www.theguardian.com/world/2018/apr/01/argentina-new-river-soya-beans

Pestizidrückstände von Ackerflächen in Gewässer spülen und sie über viele Kilometer verfrachten, so dass diese noch nach Monaten nachweisbar sind (Herrera et al., 2013; CONICET 2009). Im Sediment von Flüssen in Argentinien fanden Aparicio et al. (2013) in 88,5 Prozent der untersuchten Proben Rückstände von Glyphosat. Alonso et al. (2018) fanden Glyphosat und die Abbaustoffe AMPA in mehr als 80 Prozent der untersuchten Regenwasser-Proben.

Pérez et al. (2011) kommen zu dem Ergebnis, dass es insbesondere in stehenden Gewässern zu Konzentrationen von Glyphosat und Abbaustoffen wie AMPA kommen kann, die für aquatische oder amphibische Organismen schädlich sind. Zu den besonders empfindlichen Organismen zählen bestimmte Algenarten, Würmer und Schnecken. Treten Benetzungsmittel wie POEA-Tallowamine hinzu, steigt die Toxizität für Fische, Krustentiere und ganz besonders Amphibien (siehe auch Relyea 2004 und 2005, dos Santos Teixeira et al., 2018). López et al. (2012) geben einen Überblick über Toxizität von Glyphosat u.a. für Amphibien und Kaimane. Sie listen vor allem Missbildungen an Kopf und Extremitäten auf. Für einen Teil der Effekte machen sie Benetzungsmittel wie POEA-Tallowamine verantwortlich.

In diesem Zusammenhang ist es besorgniserregend, dass am Oberlauf des Río Paraguay, der in den brasilianischen Bundesstaaten Mato Grosso und Mato Grosso del Sul entspringt, immer mehr Sojaanbau stattfindet (Schlesinger, 2014). Der Río Paraguay ist für die Bewässerung der ökologisch besonders wertvollen Region des Pantanal entscheidend, das über Brasilien hinaus bis nach Bolivien und Paraguay reicht.

Auch in Paraguay wurde im Umfeld von Sojaplantagen Glyphosat im Oberflächenwasser gefunden. Die Autoren (Adam et al., 2011) befürchten, dass es in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Böden auch ins Grundwasser gelangen kann.

6.4 Böden

Teil des SDG 15 ist es auch, die Degradation von Böden zu beenden und umzukehren. Dazu gehört auch die Reduzierung der Belastung mit Chemikalien und die Verbesserung der Bodenstruktur und Fruchtbarkeit. Aparicio et al. (2013) fanden in landwirtschaftlichen Böden in Argentinien regelmäßig Rückstände von Glyphosat. Méndez et al. (2017) zeigten zudem, dass der Staub, der vom Wind über die Felder transportiert wird, noch 12 Monate nach der Applikation mit Glyphosat belastet ist. Auch Aparicio et al. (2018) wiesen erhebliche Glyphosatbelastungen in Proben nach, die mit dem Wind über den Äckern verteilt wurden.

Darüber hinaus führt der wiederholte Anbau von Sojabohnen in enger Fruchtfolge oder Monokultur zu einem Verlust organischer Substanz, mangelhaftem Bodenschutz vor Erosion und verminderter biologischer Aktivität der Bodenorganismen. Mineralstoffe wie verfügbares Phosphat werden verringert und die Gefahr einer Versauerung der Böden steigt (Herrera et al., 2013).

Wie bereits erwähnt, bildet Soja im Vergleich zu mehrjährigen Gräsern wesentlich weniger Wurzelmasse. Deswegen führen Soja-Monokulturen zu Verdichtungen der Böden, wodurch deren Gas- und Wasserhaushalt gestört wird. Zudem trocknet die Oberfläche, die sich im Sommer wegen fehlender Bodenbedeckung stärker erwärmt, schneller aus (Rodríguez et al., 2017).

Die Aktivität der stickstoffbindenden Bodenorganismen kann durch Glyphosat verringert werden (Zobiolo et al., 2011; Druille et al., 2015; Fan et al., 2017) und der Gehalt an unerwünschten Mikroben steigen (Termorshuizen & Lotz, 2002, Kremer & Means, 2009). Auch der Stoffwechsel der Pflanzen kann beeinflusst werden, so zum Beispiel die Verfügbarkeit von Nährstoffen wie Mangan (Kremer & Means, 2009).

Insgesamt entzieht der Anbau von Soja, obwohl diese als Leguminose über Wurzelbakterien im Boden Stickstoff binden kann, dem Boden große Mengen an Stickstoff und Mineralstoffen und führt zu einer Reduzierung der Bodenfruchtbarkeit. Nach einem Bericht des argentinischen Landwirtschaftsministeriums (IICA 2013) kann Soja den eigenen Stickstoffbedarf nur zu 30–60% decken. In der Praxis werden die Flächen daher regelmäßig sowohl mit Stickstoff als auch mit Phosphat gedüngt. Die bereits von Natur aus nährstoffarmen Böden sind anfällig für weitere Verarmung, wie auch lange schon von betroffenen Landwirten berichtet wird (GRR, 2009). Die pfluglose Bodenbearbeitung, die beim Anbau der Gentechnik-Soja üblich ist, hat positive Effekte wie eine verringerte Erosion und verbesserte Bodenfeuchtigkeit (siehe World Bank Group, 2015). Wenig positiven Einfluss hat sie allerdings auf die Speicherung von Kohlenstoff im Boden (World Bank Group, 2015). Zwar wird in den oberen Bodenzentimetern mehr gespeichert, dem stehen aber ein Rückgang der Kohlenstoffspeicherung in den mittleren und unteren Bodenschichten sowie eine erhöhte Lachgasproduktion aufgrund von dichten Bodenverhältnissen gegenüber.²⁸ Außerdem wird die Kohlenstoffspeicherung hauptsächlich von weiteren Faktoren wie z.B. der mineralischen Zusammensetzung des Bodens, der Bodentextur, dem pH-Wert oder der Porosität bestimmt (Baldock und Skjemstad, 2000; Six et al., 2002b). Daher ist eine pauschalisierte Aussage, die sich nur auf die Bodenbearbeitungsmethode bezieht, nicht sinnvoll (Bolliger, 2006).

6.5 Gesundheitliche Risiken

Laut Unterziel 9 des SDG 3 soll bis 2039 die Zahl der Todesfälle und Erkrankungen aufgrund gefährlicher Chemikalien und der Verschmutzung von Luft, Wasser und Boden erheblich reduziert werden. Glyphosat ist 2015 in den Verdacht geraten, krebserregend zu sein (IARC, 2015). Obwohl die Europäische Lebensmittelbehörde EFSA keine Bedenken hinsichtlich gesundheitlicher Risiken bei Säugetieren beziehungsweise Menschen gesehen hat (EFSA 2015), gibt es gerade aus Südamerika neue Hinweise auf entsprechende Risiken:

- › In einer Untersuchung an Ratten, die an der Universität von Argentinien durchgeführt wurde (Gallegos et al., 2016), zeigten sich deutliche Symptome für Neurotoxizität bei Ratten, wenn dem Trinkwasser ihrer Mütter während der Trächtigkeit eine handelsübliche Glyphosat-Mischung zugesetzt wurde.
- › In einer vergleichenden Studie italienischer und brasilianischer WissenschaftlerInnen (Fortes et al., 2016) zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der Entstehung von Melanomen und der Exposition mit glyphosathaltigen Herbiziden bei Landarbeitern.
- › In einer regionalen Untersuchung weisen Avila-Vazquez et al. (2018) auf mögliche Zusammenhänge zwischen der Belastung mit Glyphosat und Fehlgeburten und Fehlbildungen der ländlichen Bevölkerung hin.
- › 2017 zeigte sich eine Beziehung zwischen der beobachteten Dezimierung einer in Argentinien wild lebenden Säugetierart, des Braunborsten-Gürteltiers (*Chaetophractus villosus*), und der genotoxischen Wirkung von Glyphosat auf deren Immunzellen (Luaces et al., 2017).

Es gibt schon seit etlichen Jahren erhebliche Bedenken wegen der gesundheitlichen Auswirkungen der extremen Einsatzmengen an Glyphosat, denen Mensch und Umwelt in den Anbauländern der Gentechnik-Soja ausgesetzt sind:

²⁸ www.eurekalert.org/pub_releases/2014-04/uoic-rqo41814.php

Schon seit 2006 wird in Argentinien die “*Campaña Pares de Fumigar*” (Kampagne zur Beendigung der Spritzungen mit Pestiziden) durchgeführt. Diese wurde aufgrund der gesundheitlichen, ökologischen und sozialen Probleme ins Leben gerufen, die mit einer intensiven Landwirtschaft in Verbindung zu bringen sind.

Gesundheitliche Beeinträchtigungen der exponierten Bevölkerung werden dokumentiert, welche von Fehlbildungen an Neugeborenen über Lungenkrankheiten, neurologische Erkrankungen und Hormonstoffwechselstörungen bis hin zu Krebs und Unfruchtbarkeit reichen.

Um einen Raum für Erfahrungsaustausch, wissenschaftliche Analysen sowie Reflexion zu schaffen, hat die medizinische Fakultät der Nationalen Universität von Córdoba (Universidad Nacional de Córdoba) 2010 das erste nationale Ärztetreffen zu den Betroffenen des Pestizideinsatzes (*pueblos fumigados*) initiiert. Im Bericht zu diesem Treffen wird dokumentiert, dass Ärzte, welche bereits über 25 Jahre dieselbe Bevölkerungsgruppe am selben Ort behandeln, seit einigen Jahren korrelierend mit der Einführung und dem steigenden Pestizideinsatz eine Anhäufung ungewöhnlicher Krankheitsfälle registrieren. Vermehrt treten insbesondere auf: Symptome von Mangelernährung sowie geschwächter Immunabwehr, angeborene Fehlbildungen, DNA-Schädigungen, Fehlgeburten, psychische und neurologische Erkrankungen, Krebs, Hauterkrankungen, Allergien, Asthma und andere Atemwegserkrankungen, Störungen des Hormonhaushalts, kindliche Entwicklungsstörungen, multiple Sklerose und eine allgemein erhöhte Mortalitätsrate (REDUAS, 2010). Für diese Steigerung der Krankheitsfälle kann es mehrere Ursachen geben, angenommen wird aber, dass der Pestizideinsatz ein wesentlicher Faktor ist. Ebenfalls im Rahmen des Treffens wurden deswegen Handlungsvorschläge gesammelt und dokumentiert. Die Regierung wurde aufgefordert, die Schäden des Pestizideinsatzes anzuerkennen und dementsprechende regulatorische Sofortmaßnahmen zu treffen, wie z.B. die Einhaltung einer Mindestentfernung von 1000 m von Siedlungen bei Spritzungen und mittelfristig die gänzliche Untersagung von Spritzungen mit dem Flugzeug.

Auf der Berlinale 2018 zeigte Fernando E. Solanas den Dokumentarfilm „Reise in die vergifteten Dörfer“ („*Viaje a los Pueblos Fumigados*“). In dieser Dokumentation werden die sozialen und gesundheitlichen Folgen des Sojaanbaus und Glyphosateinsatzes porträtiert. Der Film stellt ebenfalls einen Zusammenhang zwischen dem Pestizideinsatz und der Gesundheit der Bevölkerung dar²⁹.

López et al. (2012) ziehen eine Parallele zwischen den u.a. an Amphibien beobachteten Missbildungen und gehäuften Erkrankungen in der ländlichen Bevölkerung in manchen der Regionen, in denen der Anbau der Gentechnik-Soja sehr intensiv betrieben wird. Ähnliche Ergebnisse zeigen die Studien von Paganelli et al. (2010).

Ein Bericht von Oxfam (2013) zeigt anhand von mehreren Fällen die Auswirkungen des Sojaanbaus auf die ländliche Bevölkerung in Paraguay. Sie umfassen u.a. Verluste von Haustieren und Erkrankungen von Dorfbewohnern (Atemwegs-, Augen- und Hauterkrankungen, Allergien, erhöhte Rate an Krebserkrankungen und Leukämie). In einem Fall verhängte ein Gericht sogar Gefängnisstrafen wegen eines Todesfalls: Der Schüler Silvino Talavera war elf Jahre alt, als er auf dem Heimweg von der Schule in eine Wolke aus Glyphosat geriet, das über einer Sojapflanzung ausgebracht wurde, und anschließend starb. 2005 wurden deswegen zwei deutsche Geschäftsleute, die dort im Anbau von Soja aktiv sind, zu je zwei Jahren Gefängnis verurteilt.

Mit den Pestizidanwendungen in Paraguay hat sich auch die UN schon mehrfach befasst. Nach Benitez-Leite et al (2016) liegen entsprechende Beschlüsse aus den Jahren 2007–2012 vor, in denen Paraguay aufgefordert

29 www.dw.com/es/viaje-a-los-pueblos-fumigados-los-estragos-de-los-transg%C3%A9nicos-en-argentina/a-42650887

wird, geeignete Maßnahmen zur Überwachung der Anwendung und Auswirkungen von Pestiziden zu ergreifen und in diesem Zusammenhang auf die Einhaltung der Menschenrechte zu achten.

Angesichts zunehmender Glyphosatanwendungen, die sich auch in teilweise extrem hohen Rückständen äußern (Testbiotech, 2013), ist wie erwähnt anzunehmen, dass die ländliche Bevölkerung in den Anbauregionen in Brasilien, Argentinien und Paraguay oft weit höheren Pestizidbelastungen ausgesetzt ist, als dies unter normaler landwirtschaftlicher Praxis zu erwarten wäre. Der derzeit gültige internationale Grenzwert für Glyphosatrückstände liegt bei 20 mg/kg Sojabohnen, wenn diese in Lebens- und Futtermitteln verwendet werden. Er wurde von einer Arbeitsgruppe vorgeschlagen, die unter dem Dach der Welternährungsorganisation der FAO tätig ist (siehe FAO 2005), und durch Feldversuche bestimmt: Die Soja wurde auf dem Acker mit den Mengen an Glyphosat behandelt, die von den Herstellern empfohlen werden. Diese Versuche zeigten, dass im Rahmen einer normalen landwirtschaftlichen Praxis nicht zu erwarten ist, dass die Rückstandsmenge von 20 mg/kg überschritten wird (siehe dazu FAO 2005). In der Folge wurde dies als maximaler Grenzwert festgelegt, der auch in der EU gültig ist – und sehr hoch ist. Für andere Herbizide gilt in der EU meist ein Grenzwert für Rückstandsmengen von 0,1 mg/kg. Dieser außerordentlich hohe Grenzwert wird meist damit begründet, dass Glyphosat als wenig giftig angesehen wird – eine Annahme, die derzeit äußerst kontrovers diskutiert wird. Nachdem bei den Stichproben aus dem Jahr 2013 auch Rückstandsmengen von über 100 mg/kg Soja gefunden wurden, ist anzunehmen, dass es dort zu Belastungen von Mensch und Umwelt kommt, die bei der Zulassung des Herbizids gar nicht berücksichtigt wurden.

Trotz aller entsprechender Hinweise gibt es bis heute kaum eingehende epidemiologische Untersuchungen besonders betroffener Regionen. Anzustreben wäre, dass nicht nur die Risiken untersucht werden, die durch Glyphosat verursacht werden: Bei der Bewertung von gesundheitlichen Schäden in der landwirtschaftlichen Praxis ist außerdem zu berücksichtigen, dass Glyphosat zwar das am häufigsten eingesetzte Herbizid ist, aber in der Regel zusammen mit anderen Pestiziden eingesetzt wird, die wie Endosulfan oder Paraquat auch wesentlich giftiger sein können als Glyphosat. Dazu kommen die bereits erwähnten Wirkungsverstärker wie POAE-Tallowamine. Die Bestimmung des spezifischen Einflusses einzelner Wirkstoffe stellt ebenso wie die Bewertung der kombinatorischen Effekte eine große Herausforderung dar (siehe Lantieri et al., 2014).

Auch die Nahrungskette in der EU, die diese Soja massenhaft importiert, kann erheblich belastet sein. Trotz dieser bekannten Problematik finden beim Import in die EU aber keine ausreichenden Kontrollen der Menge an Rückständen statt. Dies beklagt auch die Europäische Lebensmittelbehörde EFSA (2017): Im gesamten Untersuchungszeitraum 2015 wurden demnach in der EU insgesamt nur elfmal Proben von Sojabohnen untersucht – eine davon auf Glyphosat-Rückstände. In Deutschland wurden im Untersuchungszeitraum 2015 insgesamt nur acht Soja-Proben geprüft. Diese Proben stammten aus China, Frankreich, Deutschland und Österreich – allesamt Länder, in denen keine gentechnisch veränderte Soja angebaut wird. Bereits 2015 hatte die EFSA explizit festgestellt, dass sie aufgrund mangelnder Daten nicht in der Lage ist, die Rückstände der Glyphosat-Mischungen in den importierten gentechnisch veränderten Sojabohnen zu bewerten (EFSA, 2015; EFSA 2018).

7. Schlussfolgerungen

Die Einführung der Gentechnik beim Anbau von Sojabohnen in Argentinien, Brasilien und Paraguay hat vor allem in den ersten Jahren, zu beträchtlichen Rationalisierungseffekten geführt, die sich besonders auf großen Flächen bezahlt machten. Entsprechend fielen die größten Gewinne bei Agrarunternehmern, Investoren und großen Konzernen an, die Saatgut und Pestizide verkaufen oder die Ernte exportieren.

Die Möglichkeit, auch frisch in Ackerland umgebrochene Flächen durch den Einsatz von Glyphosat großflächig von Unkräutern zu befreien und wenn nötig auch nachzubehandeln, erleichterte die Expansion des Sojaanbaus. Wichtigster Treiber war die rasant wachsenden Nachfrage nach Sojaschrot als Futtermittel zunächst in der EU und später in Asien, vor allem China. In vielen Regionen wuchsen Sojaflächen auf Kosten ländlicher, oft kleinbäuerlich wirtschaftender Bevölkerungsgruppen, der Umwelt und der biologischen Vielfalt. Befürworter bewerten den Anbau der Gentechnik-Soja als „saubere Technologie“ und als klimafreundlich. Die Analyse hat aber gezeigt, dass die derzeitige Praxis in ihrer Gesamtheit der Verwirklichung wichtiger Ziele der 2030-Agenda der UN (Sustainable Development Goals – SDG) massiv entgegensteht.

Ein Kernproblem ist der drastische Anstieg des Sojaanbaus auf Kosten von Wäldern und Savannen, der ohne die Gentechnik-Soja und das dadurch ermöglichte intensive Anbausystem nicht oder zumindest nicht in diesem Ausmaß möglich gewesen wäre. Dies steht SDG 15 (Landökosysteme schützen) mit seinen Unterzielen des Erhalts der Wälder und der biologischen Vielfalt entgegen. Verweise darauf, dass der Anbau der Gentechnik-Soja auch bestimmte positive Umwelt-Effekte habe (IICA, 2013; Brookes & Baarfoot, 2014), müssen hingegen kritisch hinterfragt werden:

- Mit der Einführung der Gentechnik-Soja ist mittelfristig keine wesentliche Einsparung an Pestiziden verbunden. Im Gegenteil steigt der Pestizideinsatz durch das Aufkommen herbizidresistenter Unkräuter, mit negativen Auswirkungen auf SDG 6 zum Schutz des Wassers vor Verschmutzung und SDG 3 zum Schutz der Gesundheit vor gefährlichen Chemikalien (vgl. Abschnitt 5).
- Rationalisierungseffekte wie Einsparung von Arbeitszeit und weniger Treibstoffverbrauch waren vor allem gegeben, solange Glyphosat gegen alle relevanten Unkräuter wirksam war. Auch diese anfänglichen Vorteile werden durch die Zunahme herbizidresistenter Unkräuter in Frage gestellt (vgl. Abschnitt 4).
- Die pfluglose Bodenbearbeitung ist nicht per se besonders klimafreundlich. Die Aussage, dass diese generell zu einer verbesserten Speicherung klimarelevanter Gase führe, ist nicht richtig (vgl. Abschnitt 6.4). Somit leistet der Anbau von gentechnisch veränderter Soja keinen nennenswerten Beitrag zu SDG 13, während die massiven Emissionen aus der Flächenausweitung klar negative Effekte haben.
- Richtig ist, dass die pfluglose Bodenbearbeitung dem Problem der Bodenerosion entgegenwirken kann (Unterziel zu SDG 15). Dem stehen allerdings die Konsequenzen des massiven Einsatzes von Herbiziden wie Glyphosat gegenüber. Andere Methoden, die der Bodenerosion mit ökologisch verträglichen Mitteln vorbeugen, werden aus Kostengründen vernachlässigt.
- Der Anbau herbizidresistenter Pflanzen begünstigt die großflächige Ausbringung von Pestiziden, die erhebliche Risiken für die in der Nachbarschaft lebenden Menschen verursacht (vgl. Abschnitt 6.5). So bedeutet die großflächige, wiederholte und intensive Ausbringung von glyphosathaltigen Herbiziden eine Belastung der Umwelt, die in dieser Größenordnung ohne Beispiel ist.
- Die Ausbringung von Glyphosat geht unweigerlich mit einer ganzen Palette weiterer Pestizide einher. Je mehr Gentechnik-Soja angebaut wird, desto mehr andere Herbizide, Insektizide und Fungizide werden zusätzlich eingesetzt. (vgl. Abschnitt 5)

Es wurden bisher keine umfassenden Versuche unternommen, das Sojaanbausystem in Richtung der Nachhaltigkeitsziele zu gestalten. Es gibt auch keine umfassenden Erhebungen der tatsächlichen Schäden an Mensch und Umwelt.

Die EU und Deutschland tragen – angesichts ihres signifikanten Anteils an den südamerikanischen Sojaexporten – einen erheblichen Teil der Verantwortung für diese Entwicklung.

Zudem müssen die gesundheitliche Auswirkungen des Verzehrs und der Verfütterung der Gentechnik-Soja innerhalb Deutschlands und der EU auf den Prüfstand gestellt werden: Nach Ansicht der EU-Kommission sind die Risiken der Gentechnik-Pflanzen unabhängig von der Anwendung der Herbizide zu bewerten, gegen die sie resistent gemacht sind. Das führt dazu, dass die Zulassungsprüfungen hinsichtlich der Mengen der aufgebrauchten Pestizide und der spezifischen Rückstände völlig unzureichend sind (Then & Bauer-Panskus 2017b). Auch ganz offensichtliche gesundheitliche Risiken werden in der EU weder nach dem Gentechnikrecht noch nach dem Pestizidrecht geprüft. Ein Beispiel sind die dem Glyphosat in der Regel zugesetzten Wirkungsverstärker: In mehreren Ländern der EU ist der Einsatz von besonders problematischen Zusatzstoffen wie Tallowaminen eingeschränkt oder verboten,³⁰ in den Anbauländern der Gentechnik-Pflanzen dagegen nicht.³¹ Diese Stoffe werden aber bei der Zulassungsprüfung gentechnisch veränderter Pflanzen für den Import bisher außer Acht gelassen. Entsprechende Lücken in der Risikobewertung werden auch von der EU-Kommission eingeräumt.³² Auch die Europäische Lebensmittelbehörde (EFSA) stellt fest, dass hier weitere Untersuchungen nötig sind und es derzeit nicht möglich ist, die gesundheitlichen Risiken der Rückstände der Pestizidmischungen, die in den Anbauländern eingesetzt werden, zu bewerten (EFSA 2015; EFSA 2018). Wie aktuelle Dokumente zeigen, die von Monsanto in den USA veröffentlicht werden mussten, wissen auch dort die Behörden nicht im Detail, welche weiteren Wirkstoffe den Pestiziden jeweils zugesetzt werden bzw. welche Rückstände in der Ernte zu erwarten sind.³³

Als wichtiger Abnehmer von Soja muss die EU die Probleme, die das derzeitige System des Sojaanbaus für das Erreichen der SDG darstellt, in Gesprächen mit den Mercosur-Ländern thematisieren. Ein Ziel muss dabei sein, die Importnachfrage insgesamt zu beschränken und die deutlich verringerten Mengen aus Anbausystemen zu beziehen, die nicht zur weiteren Entwaldung beitragen und ohne Gentechnik auskommen. Gleichzeitig sollte über Anreize gesprochen werden, wie mit vielfältigeren und nachhaltigeren Produktionssystemen Wertschöpfung und Beschäftigung in den ländlichen Räumen der Mercosur-Länder gesteigert werden können. Dabei sollen auch Vorschläge der Zivilgesellschaft, insbesondere von Kleinbauern, indigenen Gemeinden und deren Organisationen aufgegriffen werden, die eine stärker auf Ernährungssicherheit und lokale Kreisläufe ausgerichtete Landwirtschaft fordern, die deutlich größere Synergien zu den SDG bietet.

30 https://ec.europa.eu/germany/news/glyphosat-eu-staaten-schr%C3%A4nken-beistoffe-und-nutzung-ein_de

31 <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/073/1807373.pdf>

32 www.testbiotech.org/node/1636

33 www.huffingtonpost.com/entry/5988dd73e4b030foe267c6cd

Quellen

- Adam, F., Annett, B., Bersillon, J. L., Payeur, M., & Piolet, A.** (2011) Diagnóstico de la presencia de glifosato en aguas superficiales de los departamentos de Canindeyú y San Pedro [Diagnosing the presence of glyphosate in surface waters of the departments of Canindeyú and San Pedro]. Asunción, Paraguay: Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, www.academia.edu/6434001/DIAGN%C3%93STICO_DE_LA_PRESENCIA_DE_GLIFOSATO_EN_AGUAS_SUPERFICIALES_DE_LOS_DEPARTAMENTOS_DE_CANINDEY%9A_Y_SAN_PEDRO
- Alonso, L.L., Demetrio, P.M., Etchevoyen, M.A., Marino, D.J.** (2018) Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the pampas region in Argentina. *Science of The Total Environment*, 645: 89-96, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718326184>
- Altieri, M. A., & Pengue, W.** (2006) GM soybean: Latin America's new colonizer. *Seedling*, 1, 13-17, <http://www.grain.org/es/article/entries/588-gm-soybean-latin-america-s-new-colonizer>
- Aparicio, V.C., de Gerónimo, E., Marino, D., Primost, J., Carriquiriborde, P., Costa, J.L.** (2013) Environmental fate of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters and soil of agricultural basins. *Chemosphere*, 93: 1866-1873
- Aparicio, V.C., Aimar, S., De Gerónimo, E., Mendez, M.J., Costa, J.L.** (2018) Glyphosate and AMPA concentrations in wind-blown material under field conditions, *Land and Degradation Development* <https://doi.org/10.1002/ldr.2920>
- Argentina** (2017): Informe voluntario nacional Republica Argentina http://www.un.org/esa/dsd/dsd_aofw_ni/ni_pdfs/NationalReports/argentina/Full_text.pdf
- Avila-Vazquez, M., Difilippo, F.S., Lean, B.M., Maturano, E. and Etchevoyen, A.** (2018) Environmental Exposure to Glyphosate and Reproductive Health Impacts in Agricultural Population of Argentina. *Journal of Environmental Protection*, 9, 241-253. <https://doi.org/10.4236/jep.2018.93016>
- Baldock, J. A., and Skjemstad, J. O.** (2000). Role of the soil matrix and minerals in protecting natural organic material against biological attack. *Org. Geochem.* 31, 697-710
- Benbrook, C.M.** (2016) Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environ. Sci. Eur.* 28:3, DOI 10.1186/s12302-016-0070-0
- Benítez-Leite, S., Corvalán, R., Avalos, D.S., Almada, M., Corvalán, A.** (2016) Violated Rights in Rural Populations Exposed to Transgenic Soybean Crop (Preliminary Study) *British Journal of Medicine & Medical Research* 16(6): 1-8, 2016, Article no.BJMMR.25485
- Bindraban, P.S., Franke, A.C., Ferrar, D.O., Ghersa, C.M., Lotz, L.A.P., Nepomuceno, A., Smulders, M.J.M., van de Wiel, C.C.M.** (2013) GM-related sustainability: agro-ecological impacts, risks and opportunities of soy production in Argentina and Brazil. *Plant Research International*, Report 259, <http://edepot.wur.nl/7954>
- Binimelis, R., Pengue, W., Monterroso, I.** (2009) "Transgenic treadmill": Responses to the emergence and spread of glyphosate-resistant johnsongrass in Argentina. *Geoforum* 40: 623-633
- Bolliger, A., et al.** (2006) Taking stock of the Brazilian "Zero-Till Revolution": A Review of Landmark Research and Farmers' Practice." *Advances in agronomy*: 47-110
- Bortolotto, O.C., Silva, G.V., de Freitas Bueno, A., Pomari, A.F., Martinelli, S., Head, G.P., Carvalho, R.A., Barbosa, G.C.** (2014) Development and reproduction of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera:Noctuidae) and its egg parasitoid *Telenomus remus* (Hymenoptera:Platygastridae) on the genetically modified soybean (Bt) MON 87701 × MON 89788, *Bulletin of Entomological Research*, 104(6): 724-730, <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=9360220&fileId=S0007485314000546>
- Brazil** (2017): VOLUNTARY NATIONAL REVIEW ON THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS, Brazil 2017, https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/15806Brazil_English.pdf

- Bouza, M.E., Aranda-Rickert, A., Brizuela, M.M., Wilson, M.G., Sasal, M.C., Sione, S.M., ... & Velazco, V.** (2016) Economics of Land Degradation in Argentina. In Economics of Land Degradation and Improvement—A Global Assessment for Sustainable Development (pp. 291–326). Springer, Cham
- Brookes, G. & Barfoot P.** (2006) GM crops: the first ten years - global socio-economic and environmental impacts. ISAAA Brief no. 36, ISAAA: www.isaaa.org/resources/publications/briefs/36/download/isaaa-brief-36-2006.pdf
- Brookes, G. & Baarfoot, P.** (2014) Key environmental impacts of global genetically modified (GM) crop use 1996–2011, www.pgeconomics.co.uk/
- Buffin, D., & Jewell, T.** (2001). Health and environmental impacts of glyphosate: The implications of increased use of glyphosate in association with genetically modified crops. Friends of the earth
- Choumert, J., & Phelinas, P.** (2016) Is GM Soybean Cultivation in Argentina Sustainable?, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01356209>
- CONICET** (2009) Evaluación de la información científica vinculada al glifosato en su incidencia sobre la salud humana y el ambiente, <http://www.msal.gob.ar/agroquimicos/pdf/INFORME-GLIFOSATO-2009-CONICET.pdf>
- Cuhra, M.** (2015). Review of GMO safety assessment studies: glyphosate residues in Roundup Ready crops is an ignored issue. *Environ. Sci. Eur.* 27, 1–14
- de Almeida, V.E.S., Friedrich, K., Tygel, A.F., Melgarejo, L., Carneiro, F.** (2017) Use of genetically modified crops and pesticides in Brazil: growing hazards, *Ciência & Saúde Coletiva*, 22(10): 3333–3339
- dos Santos Teixeira, J.M., da Silva Lima, V., de Moura, F.R., da Costa Marisco, P., Senhorin, A.P., Senhorin, V.D.G.** (2018) Acute toxicity and effects of Roundup Original® on pintado da Amazônia, *Environmental Science and Pollution Research*, <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2630-x>
- Elmore, R.W., Roeth, F.W., Nelson, L.A., Shapiro, C.A., Klein, R.N., Knezevic, S.Z., Martin, A.** (2001), Glyphosate-Resistant Soybean Cultivar Yields Compared with Sister Lines, *Agron. J.* 93:408–412
- Domínguez, D. & Sabatino, P.** (2005) La muerte que viene en el viento. Los problemática de la contaminación por efecto de la agricultura transgénica en Argentina y Paraguay. Informe final del concurso: Los impactos socioculturales y económicos de la introducción de la agricultura transgénica en América Latina y el Caribe
- Druille, M., Cabello, M., García Parisi, P., Golluscio, R., Omacini, M.** (2015) Glyphosate vulnerability explains changes in root-symbionts propagules viability in Pampean grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 202: 48–55
- EFSA (European Food Safety Authority)** (2015) Statement of EFSA on the request for the evaluation of the toxicological assessment of the coformulant POE-tallowamine. *EFSA Journal*, 13(11):4303, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2015.4303/pdf>
- EFSA (European Food Safety Authority)** (2017) The 2015 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal*, 15(4):4791, 134 pp., <https://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/4791>
- EFSA (European Food Safety Authority)** (2018). Reasoned Opinion on the review of the existing maximum residue levels for glyphosate according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. *EFSA Journal* 2018;16(5):5263, 230 pp., <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5263>
- Fan, L., Feng, Y., Weaver, D.B., Delaney, D.P., Wehtje, G.R., Wang, G.** (2017) Glyphosate effects on symbiotic nitrogen fixation in glyphosate-resistant soybean. *Applied Soil Ecology*, 121: 11–19, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139317303384
- FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS** (2016) GLOBAL FOREST RESOURCES ASSESSMENT 2015, How are the world's forests changing? Second edition, <http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>

- FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS** (2005) Pesticide Residues in Food, FAO Plant Production and Protection Paper 183, www.fao.org/docrep/009/a0209e/a0209e00.htm
- EU Commission** (2016), Genetically modified commodities in the EU, SWD(2016) 61 final COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT, Brussels, 8.3.2016, <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/10102/2016/EN/10102-2016-61-EN-F1-I.PDF>
- Fearnside, P. M.** (2001) Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environmental Conservation* 28 (1): 23–38
- Fehlenberg, V., Baumann, M., Gasparri, N.I., Piquer-Rodriguez, M., Gavier-Pizarro, G., Keummerle, T.** (2017) The role of soybean production as an underlying driver of deforestation in the South American Chaco, *Global Environmental Change*, Vol. 45: 24–34, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.05.001>
- Fortes, C., Mastroeni, S., Segatto, M.M., Hohmann, C., Miligi, L., Bakos, L., Bonamigo, R.** (2016) Occupational Exposure to Pesticides With Occupational Sun Exposure Increases the Risk for Cutaneous Melanoma, *JOEM*, Vol. 58, Number 4
- Gallegos, C.E., Bartos, M., Bras, C., Gumilar, F., Antonelli, M.C., Minetti, A.** (2016), Exposure to a glyphosate-based herbicide during pregnancy and lactation induces neurobehavioral alterations in rat offspring, *NeuroToxicology* 53 (2016) 20–28
- Gollnow, F., Hissa, L., Rufin, P., Lakes, T.** (2018) Property-level direct and indirect deforestation for soybean production in the Amazon region of Mato Grosso, Brazil, *Land Use Policy*, Vol. 78, pp. 377–385, ISSN 0264-8377, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.07.010>
- Gras, C, Hernández, V.** (2016) Radiografía del nuevo campo argentino. Del terrateniente al empresario transnacional. Buenos Aires: Siglo Veintiuno
- Greenpeace** (2006) Eating up the Amazon, www.greenpeace.org/international/Global/international/planet-2/report/2006/7/eating-up-the-amazon.pdf
- GRR** (2009) Pueblos fumigados. Los efectos de los plaguicidas en las regiones sojeras. Buenos Aires: Grupo de Reflexión Rural, Editorial del Nuevo Extremo
- Guedes, J.V.C., Arnemann, J.A., Curioletti, L.E., Burtet, L.M., Ramírez-Paredes, M.L., Noschang, D., Irala de Oliveira, F., Tay, W.T.** (2017) First record of soybean stem fly *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) in Paraguay confirmed by molecular evidence, *Genet. Mol. Res.* 16 (3): gmr16039707
- Heilman, Jacqueline M., editors:** (2012) *Advances in Molecular Toxicology*, Vol. 6, Amsterdam: The Netherlands, pp. 41–75
- Herrera, L.P., Panigatti, J.L., Barral, M.P., Blanco, D.E.** (2013) Biofuels in Argentina Impacts of soybean production on wetlands and water, <https://www.wetlands.org/casestudy/soy-and-wetlands/>
- IARC** (2015) Glyphosate Monograph, <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/mono112-10.pdf>
- IICA, Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture** (2013) Comparative study of genetically modified and conventional soybean cultivation in Argentina, Brazil, Paraguay, and Uruguay, <http://repiica.iica.int/docs/B3062i/B3062i.pdf>
- Kremer und Means** (2009), Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms. *European Journal of Agronomy*, 31. <https://naldc.nal.usda.gov/download/35795/PDF>
- Lantieri, M.J., Fernández, R.A., Stimolo, M.I., Butinof, M., Blanco, M., Bonsignor, M., Díaz, M.D.P.** (2011) SP6-50 Occupational pesticide exposure in Cordoba, Argentina. An assessment based on self-reported information of agricultural applicators. *Journal of Epidemiology & Community Health* 65, A468–A468. <https://doi.org/10.1136/jech.2011.142976q.21>

- Lende, S.G., & Velázquez, G.** (2018) Soybean Agribusiness in Argentina (1990–2015): Socio-Economic, Territorial, Environmental, and Political Implications
- López, S.L., Aiassa, D., Benítez-Leite, S., Lajmanovich, R., Mañas F., Poletta, G., Sánchez, N., Simoniello, M.F., Carrasco, A.E.** (2012) Pesticides Used in South American GMO-Based Agriculture: A Review of Their Effects on Humans and Animal Models. In James C. Fishbein and
- Lovera, M.** (2014) The impacts of unsustainable livestock farming and soybean production in Paraguay, a case study, Centro de Estudios e Investigación de Derecho Rural y Reforma Agraria de la Universidad Católica de Asunción, Paraguay, <http://globalforestcoalition.org/wp-content/uploads/2014/03/Impacts-Soy-Cattle-3-ML-1.pdf>
- Luaces, J.P., Rossi, L.F., Chirino, M.G., Browne, M., Merani, M.S., Mudry, M.D.** (2017) Genotoxic effects of Roundup Full II® on lymphocytes of *Chaetophractus villosus* (Xenarthra, Mammalia): In vitro studies. PLoS ONE, 12(8): e0182911, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182911>
- Macedo, M.N., DeFries, R.S., Morton, D.C., Stickler, C.M., Galford, G.L., Shimabukuro, Y.E.** (2012) Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s, PNAS, vol. 09(4): 1341–1346, www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1111374109
- Méndez, M.J., Aimar, S.B., Aparicio, V.C., Ramírez Haberkon, N.B., Buschiazzo, D.E., De Gerónimo E., Costa, J.L.** (2017) Glyphosate and Aminomethylphosphonic acid (AMPA) contents in the respirable dust emitted by an agricultural soil of the central semi-arid region of Argentina, Aeolian Research, 29: 23–29
- Morina, J.O., Cacace, G.P.** (2013) Capitalismo agrario y expansión sojera en la Argentina: “un extractivismo sin retorno” In: Cacace, G.P., Gómez, M.E., Morina, J.O., Suevo, M.E. (eds.) Geografías regionales y extractivismos en la Argentina de los Bicentenarios. Luján: UNLu; 2013. pp. 287–328
- Neumeister, L.** (2016) Chemical alternatives to paraquat use in soybean, WWF Germany, www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Study_Chemical_Alternatives_to_Paraquat_Use_in_Soybeans.pdf
- Neill, C., Coe, M.T., Riskin, S.H., Krusche, A.V. et al.** (2013) Watershed responses to Amazon soya bean cropland expansion and intensification. Phil Trans R Soc B, 368: 20120425, <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2012.0425>
- Nellemann, C., MacDevette, M., Manders, T., Eickhout, B., Svihus, B., Prins, A.G., Kaltenborn, B.P.** (Eds.) (2009). The environmental food crisis – The environment’s role in averting future food crises. A UNEP rapid response assessment. United Nations Environment Programme, <http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/the-environmental-crisis.-the-environments-role-in-averting-future-food-crises-unesp-2009.pdf>
- NGO Repórter Brasil** (2010) Socio-environmental impacts of soybean in Paraguay, Base Investigaciones Sociales, http://reporterbrasil.org.br/documentos/PARAGUAY_2010ENG.pdf
- Nosetto, M.D., Jobbágy, E.G., Brizuela, A.B., Jackson, R.B.** (2012), The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina, Agriculture, Ecosystems and Environment 154: 2–11
- Oxfam** (2013) THE SOY MIRAGE The limits of corporate social responsibility: the case of the company Desarrollo Agrícola del Paraguay, www.oxfam.org/en/research/soy-mirage
- Paganelli, A., Gnazzo, V., Acosta, H., López, S.L., Carrasco, A.E.** (2010) Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signalling. Chemical Research in Toxicology, 23: 1586–1595
- Pérez, G.L., Vera, M.S., Miranda, L.** (2011). Effects of Herbicide Glyphosate and Glyphosate-Based Formulations on Aquatic Ecosystems, in: Kortekamp A (Ed.), Herbicides and Environment, ISBN: 978-953-307-476-4, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/herbicides-and-environment/effects-of-herbicide-glyphosate-and-glyphosate-based-formulations-on-aquatic-ecosystems>

- Pengue, W.** (2005) Transgenic Crops in Argentina: The Ecological and Social Debt. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 25(4):314-322, <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0270467605277290>
- Pengue, W.** (2010) Suelo virtual, biopolítica del territorio y comercio internacional. *Fronteras* 7:12-25
- Phelinas, P., & Choumert, J.** (2017) Is GM Soybean Cultivation in Argentina Sustainable? *World Development* (2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.05.033>
- Pignati, Wanderlei Antonio, et al.** (2017) Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. *Ciencia & saude coletiva* 22: 3281-3293
- Primost, J.E., Marino, D.J., Aparicio, V.C., Costa, J.L., Carriquiriborde, P.** (2017) Glyphosate and AMPA, “pseudo-persistent” pollutants under real-world agricultural management practices in the Mesopotamic Pampas agroecosystem, Argentina. *Environmental Pollution*, 229: 771-779
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749117315087>
- REDUAS. Coordinators: Avila-Vazquez, M., & Nota, C.** (2010). Report from the 1st National Meeting of Physicians in the Crop-Sprayed Towns. Faculty of Medical Sciences, National University of Cordoba, <http://reduas.com.ar/informe-encuentro-medicos-pueblos-fumigados/>
- Ribeiro, S.** (2005) Monsanto y la soya argentina. *La Jornada*, <http://www.etcgroup.org/es/content/monsanto-y-la-soya-argentina>
- Russau, C.** (2017), Das Ende der Fliegenden Flüsse, Wie die Wasserkrise in Brasilien mit der agrarindustriellen Inwertsetzung Amazoniens und der Cerrado-Trockensavanne zusammenhängt, *Kritischer Agrarbericht* 2017, www.kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB-2017/KAB_2017_98_102_Russau.pdf
- Reichert, T.** (2016): EU-Sojaimporte, Vortrag bei der Global Soil Week Berlin, Germanwatch
- Relyea, R.A.** (2004) Growth and survival of five amphibian species exposed to combinations of pesticides. *Environ. Toxicol. Chem.*, 23: 1737-1742
- Relyea, R.A.** (2005) The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecol. Appl.*, 15: 618-627
- Sauer, S.** (2018) Soy expansion into the agricultural frontiers of the Brazilian Amazon: The agribusiness economy and its social and environmental conflicts, *Land Use Policy*, Volume 79, 2018, Pages 326-338, ISSN 0264-8377, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.030>.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837718300863>)
- SAyDS.** Monitoreos de la superficie de bosque nativo de la República Argentina. Períodos 1998-2002, 2002-2006, 2006-2011, 2011-2013 y 2013-2014. Regiones forestales Parque Chaqueño, Yungas Selva Paranaense y Espinal. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2007-2015
- Schlesinger, S.** (2014) The whole Pantanal, not just the half. Soy, waterway and other threats to the integrity of the Pantanal, Ecosystem Alliance, www.bothends.org/uploaded_files/document/4The_whole_Pantanal_not_just_the_half_Ecosystem_Alli.pdf
- Six, J., Conant, R.T., Paul, E.A., and Paustian, K.** (2002b) Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant Soil* 241, 155-175
- Termorshuizen, A.J. & Lotz, L.A.P.** (2002) Does large-scale cropping of herbicide-resistant cultivars increase the incidence of polyphagous soil-borne plant pathogens? *Outlook on Agriculture* 31: 51-54
- Teubal, M.** (2006) Expansión del modelo sojero en Argentina. De la producción de alimentos a los commodities. *Realidad Económica* 220: 71-96

- Then, C.** (2013) High levels of residues from spraying with glyphosate found in soybeans in Argentina, www.testbiotech.org/sites/default/files/TBT_Background_Glyphosate_Argentina_o.pdf
- Then, C. & Bauer-Panskus, A.** (2017a) Possible health impacts of Bt toxins and residues from spraying with complementary herbicides in genetically engineered soybeans and risk assessment as performed by the European Food Safety Authority EFSA. *Environ Sci Eur*, 29:1., <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-016-0099-0>
- Then, C. & Bauer-Panskus, A.** (2017b) Faktencheck: Gentechnik-Soja von Bayer und Dow mit dreifacher Resistenz gegen Herbizide, TESTBIOTECH Hintergrund 21 – 12 – 2017, <https://www.testbiotech.org/node/2065>
- Trigo, E.** (2011) Quince años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología, Buenos Aires
- World Bank Group** (2015) Climate-Smart Agriculture in Argentina. CSA Country Profiles for Latin America Series, <https://ccafs.cgiar.org/publications/climate-smart-agriculture-country-profiles-latin-america-and-caribbean#.Wnl11ObfPeR>
- WWF, World Wildlife Fund** (2016), Social, economic and environmental analysis of soybean and meat production in Paraguay, http://awsassets.panda.org/downloads/social__economic_and_environmental_analysis_of_soybean_and_meat_production_in_paraguay_1.pdf
- Zell-Ziegler, C.** (2014) Is the EU a Major Driver of Deforestation in Brazil? Quantification of CO₂ -emissions for Cattle Meat and Soya Imports, Germanwatch, <http://germanwatch.org/de/14503>
- Zobiole, L.H.S., Kremer, R.J., Oliveira Jr., R.S., Constantin, J.** (2011) Glyphosate affects microorganisms in rhizospheres of glyphosate-resistant soybeans. *Journal of Applied Microbiology* 110, 118–127, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2672.2010.04864.x/full>