

Abschließender Sachbericht

Titel des Vorhabens:

Economic and natural potentials of agricultural production and carbon trade-offs in Kazakhstan, Ukraine, and Russia [EPIKUR]

Leibniz-Einrichtung: Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (IAMO)

Aktenzeichen: SAW-2012-IAMO-7

Projektlaufzeit: 01.05.2012-30.04.2016

Ansprechpartner: PD Dr. Daniel Müller

Inhaltsverzeichnis

1. Executive summary	3
2. Ausgangsfragen und Zielsetzung des Vorhabens	4
3. Entwicklungen der durchgeführten Arbeiten einschließlich Abweichungen vom ursprünglichen Konzept, ggf. wissenschaftliche Fehlschläge, Probleme in der Vorhabenorganisation oder technischen Durchführung.....	4
4. Darstellung der erreichten Ergebnisse und Diskussion im Hinblick auf den relevanten Stand der Wissenstand, mögliche Anwendungsperspektiven und denkbare Folgevorhaben.....	5
5. Stellungnahme, ob Ergebnisse der Vorhaben wirtschaftlich verwertbar sind und ob eine solche Verwertung erfolgt oder zu erwarten ist	7
6. Wer hat zu den Ergebnissen des Vorhabens beigetragen?	7
7. Qualifikation des wissenschaftl. Nachwuchses im Zusammenhang mit dem Vorhaben	7
8. Liste der Publikationen aus diesem Vorhaben	9
9. Liste Pressemitteilungen und Berichten in den Medien	10

1. Executive summary

Wie kann die wachsende Weltbevölkerung umweltschonend in der Zukunft ernährt werden? EPIKUR hatte die Zielsetzung, die Agrarpotenziale von Kasachstan, Ukraine und Russland zu berechnen. Diese Region ist heute gekennzeichnet von großen Brachflächen, die vor allem zurückzuführen sind auf den massiven Strukturwandel infolge des Zusammenbruchs der Sowjetunion. Zudem erbringen die heute genutzten Ackerflächen relativ geringe Erträge – die Landwirte in diesen Ländern arbeiten noch lange nicht so produktiv wie etwa in der Europäischen Union. Zur Berechnung der Agrarpotenziale wurden in diesem Vorhaben die Acker- und Brachflächen erstmals flächendeckend kartiert. Diese Daten wurden in ein Modell eingefügt, das zur Simulation der Kohlenstoffspeicherung im Boden und in der Vegetation infolge des natürlichen Wiederbewuchses nach der Flächenaufgabe verwendet wurde. Damit kann nachvollzogen werden, welche Mengen an Kohlenstoff in den Brachflächen gebunden sind. Diese Informationen wurden von uns für die Berechnung und Bewertung der Rekultivierungspotenziale der Brachflächen verwendet. Im Rahmen von EPIKUR haben wir zudem mittels eines Pflanzenwachstumsmodells die regionalen Ertragspotenziale im Europäischen Russland berechnet. Damit konnte berechnet werden, welche Ertragszuwächse zu erzielen sind, wenn verbesserte Anbaubedingungen das Wachstum von Weizen begünstigen. Parallel dazu wurden auch die ökonomischen Ertragspotenziale auf Grundlage einer Outputdistanzfunktion berechnet. Hier wurde besonders die große regionale Heterogenität Russlands in Bezug auf Klima und Entwicklungsstand berücksichtigt.

Die Arbeiten im Rahmen von EPIKUR zeigen, dass die untersuchte Region global bedeutende Brachflächen beheimatet, die seit der Aufgabe riesige Mengen Kohlenstoff aus der Atmosphäre aufgenommen und somit dem Klimawandel erheblich entgegengewirkt haben. Hier konnte aufgezeigt werden, dass die größten Mengen Kohlenstoff nach etwa 10 Jahren nach der Flächenaufgabe im Boden und in der Vegetation sequestriert werden. Die zusätzlich erzielten Mengen Getreide infolge der Rekultivierung von Brachflächen sind relativ gering, wenn die Flächen mit den größten Mengen gespeicherten Kohlenstoff ungenutzt bleiben. Darüber hinaus zeigen unsere Arbeiten in diesem Projekt, dass die weiträumige Rekultivierung der Brachflächen im Hinblick auf die ökonomischen Rahmenbedingungen unwahrscheinlich ist. Unsere Arbeiten zeigen allerdings, dass Russland die Weizenerträge mehr als verdoppeln kann, wenn die bestehenden Ackerflächen besser gedüngt beziehungsweise bewässert werden. Unsere ökonomischen Berechnungen haben hier gezeigt, dass die vorhandene Technologie und die vorhandenen Inputs im Ackerbau bereits relativ effizient genutzt werden. Daher sind die regionalen Unterschiede in den Erträgen als Ergebnis der spezifischen regionalen, natürlichen und wirtschaftlichen Standortfaktoren zu verstehen. Das zentrale, zusammenfassende Ergebnis von EPIKUR ist, dass große Potenziale zur Steigerung der Agrarproduktion eher in den Ertragssteigerungen der bestehenden Äcker liegen. Starke ökologische und ökonomische Argumente, die durch EPIKUR gestützt werden, stehen gegen eine weitflächige Rekultivierung der Brachflächen in Kasachstan, Ukraine und Russland.

2. Ausgangsfragen und Zielsetzung des Vorhabens

Es stellt sich die drängende Frage, wie die wachsende Weltbevölkerung in der Zukunft ernährt werden kann. Es wird unbestritten wichtig sein, die weltweit ungenutzten Agrarpotenziale besser zu nutzen. Große ungenutzte Agrarpotenziale befinden sich etwa in der ehemaligen Sowjetunion (insbesondere in Kasachstan, Ukraine und Russland), denn dort liegen große Flächen dauerhaft brach und die Erträge der heutigen Äcker sind unterdurchschnittlich gering. Daher wird davon ausgegangen, dass Kasachstan, Ukraine und Russland die Erträge steigern können, etwa wenn Inputs wie Dünger erhöht werden. Zudem kann die Agrarproduktion gesteigert werden, wenn Teile der heutigen Brachflächen rekultiviert werden. Zum Zeitpunkt der Einreichung des Antrages dieses Vorhabens waren verlässliche Informationen über die Agrarpotenziale in dieser Region nicht vorhanden.

Vor diesem Hintergrund war die Zielsetzung des Vorhabens (EPIKUR), die Agrarpotenziale von Kasachstan, Ukraine und Russland zu berechnen. Zudem sollten die zukünftigen Agrarpotenziale unter dem Einfluss des Klimawandels analysiert werden. Potenziale der Rekultivierung von Brachflächen sollten mit Blick auf die CO₂-Emissionen, die durch diese Landnutzungsveränderung hervorgerufen werden, bewertet werden.

3. Entwicklungen der durchgeführten Arbeiten einschließlich Abweichungen vom ursprünglichen Konzept, ggf. wissenschaftliche Fehlschläge, Probleme in der Vorhabenorganisation oder technischen Durchführung

Im Rahmen dieses Vorhabens wurden erstmals die Agrarpotenziale in Kasachstan, Ukraine und Russland berechnet. In diesem Bereich wurde damit sicherlich wichtige Pionierarbeit geleistet. Ein erster Meilenstein war die Kartierung der Acker- und Brachflächen (Schierhorn et al., 2013 und Alcantara et al. 2013). Diese Arbeiten war Grundlage für die Simulation der Kohlenstoffaufnahme der Brachflächen infolge des natürlichen Wiederbewuchses (Schierhorn et al., 2013). Kartierung der Brachflächen und Kohlenstoffsimulation wurden von uns zunächst nur für die Ukraine und das europäische Russland durchgeführt, allerdings wurde mit einer neueren Publikation von uns auch der restliche Teil Russlands und Kasachstan geographisch abgedeckt (Meyfroidt et al. 2016).

Ein zweiter Meilenstein war die Berechnung von Ertragspotenzialen für alle Provinzen im europäischen Russland (Schierhorn et al., 2014a). Ertragspotenziale sind Erträge von Feldfrüchten, die unter optimalen Anbaubedingungen (mit ausreichendem Dünger und Bewässerung) erzielt werden können. Die Ertragspotenziale wurden mit einem Pflanzenwachstumsmodell (EPIC) unter Einbeziehung von langjährigen Klimadaten und regionalen Informationen über die Anbaubedingungen (z.B. Düngermengen, Bodenbedingungen, Zeitpunkte der Ernte etc.) berechnet. Diese Studie musste leider auf diese Region beschränkt werden, weil wichtige Eingangsdaten für die Modellierung fehlten bzw. die Kalibrierung der Modelle sehr zeitaufwendig war. Zudem wurde in dieser Studie, entgegen den Vorhaben im Antrag, der Klimawandel nicht berücksichtigt. Der Einfluss des Klimawandels auf die zukünftigen Ertragspotenziale ist noch in Bearbeitung. Basierend auf den Brachflächenkarten, den Daten über den Kohlenstoffspeichern der Brachflächen, und den Ertragspotenzialen konnten die nachhaltigen Potenziale zur Steigerung der Weizenproduktion im Europäischen Russland berechnet werden (Schierhorn et al. 2014b). Im Hinblick auf die riesigen Brachflächen in Russland, Kasachstan und der Ukraine wurden die sozioökonomischen und klimarelevanten (Kohlenstoff) Dimensionen der Rekultivierung untersucht (Meyfroidt et al. 2016). Zudem wurde im Rahmen dieses Vorhabens der Einfluss des zukünftigen Klimawandels auf die Weizenerträge in der Ukraine untersucht (Müller et al. 2016). Ähnliche Arbeiten für Russland und Kasachstan sind in Bearbeitung.

Zusätzlich zu den naturwissenschaftlichen wurden die ökonomischen Ertragspotenziale bestimmt. Hierzu wurde eine Outputdistanzfunktion für die getreideproduzierenden Regionen Russlands spezifiziert. Die erforderlichen Daten konnten offiziellen russischen und

ukrainischen Statistiken entnommen werden. So wurden für diese Länder konsistente Datensätze erstellt, die Informationen über den Einsatz von Produktion (Getreide, sonstige pflanzliche Produkte und tierische Produkte) sowie die Produktionsfaktoren Arbeit, Boden, Kapital und Vorleistungen für den Zeitraum 1994 – 2011 enthalten (Belyaeva und Hockmann 2013). Aufgrund der unzulänglichen Datenverfügbarkeit konnten für Kasachstan keine entsprechenden Modelle berechnet werden. Besonderes Gewicht wurde bei der Formulierung der Outputdistanzfunktion auf die Berücksichtigung der regionalen Heterogenität gelegt, da Russland und die Ukraine durch eine Vielzahl von Klimazonen sowie Regionen mit unterschiedlichem Entwicklungsstand gekennzeichnet sind, die das Ertragspotenzial beeinflussen. Die Indikatoren der regionalen Heterogenität wurden (Klimaindex gebildet aus regionalen Temperatur- und Niederschlagsangaben, Transportinfrastruktur gemessen an der Dichte des Eisenbahnnetzes, Indikator der wirtschaftlichen Entwicklung berechnet aus der Lebenserwartung, dem regionalen Pro-Kopf Einkommen und der Einschulungsrate) explizit in dem Modell berücksichtigt (Belyaeva und Hockmann 2015, Belyaeva, Hockmann und Koch 2014).

Zur Ermittlung des Einflusses des Klimawandels auf die zukünftigen Ertragspotenziale wurde zunächst ein Pflanzenproduktionsmodell geschätzt. Hierbei wurden die durchschnittlichen regionalen Erträge für den Zeitraum 1956-2011 auf regionale Trends und ausgewählte Klimavariablen regressiert. Es wurden Modelle für Winterweizen, Sommerweizen und Sommergetreide geschätzt. Die Wettervariablen wurden aus dem globalen meteorologischen Datensatz "NCEP/NCR-Reanalysis" generiert. Als Klimavariablen fanden der Vegetationszeitraum, Hitze- und Frosttage, die Niederschlags- und die Temperaturverteilungen in den Vegetationsperioden Verwendung. Für die Ertragsprognosen wurden verschiedene Emissionsszenarien des Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) verwendet, die sich hinsichtlich des Wirtschaftswachstums unterscheiden (Bokusheva und Belyaeva 2017). Die Arbeiten hierzu sind zwar abgeschlossen, eine Veröffentlichung ist aber noch nicht erfolgt, da der Reviewprozess sich als sehr langwierig herausgestellt hat.

4. Darstellung der erreichten Ergebnisse und Diskussion im Hinblick auf den relevanten Stand der Wissenstand, mögliche Anwendungsperspektiven und denkbare Folgevorhaben

Schierhorn et al. (2013) zeigt, dass die Brachflächen im europäischen Teil Russlands, in der Ukraine und in Belarus zusammen 31 Millionen Hektar groß sind. Das europäische Russland hat mit Abstand die größten Brachflächen. Hotspots der Kohlenstoffaufnahme infolge des natürlichen Wiederbewuchsen der Brachflächen befinden sich im temperierten Teil Russland, also nördlich der fruchtbaren Schwarzerderegionen. Dort sind die meisten Brachflächen und die natürlichen Bedingungen unterstützen die rasche Kohlenstoffaufnahme in den Boden und in die Vegetation. Schierhorn et al. (2013) hat auch aufgezeigt, dass sich die Kohlenstoffspeicherung (Carbon Sequestration) nach etwa 10 Jahren nach der Aufgabe der ehemaligen Ackerflächen massiv beschleunigt. Diese Informationen sind wichtig für die Bewertung der Kohlenstoffemissionen infolge der Rekultivierung von Brachflächen.

Das europäische Russland kann die Weizenenerträge im Durchschnitt verdoppeln, wenn genügend Mengen Mineraldünger eingesetzt werden (Schierhorn et al. 2014a). Allerdings ist unter diesen Bedingungen (keine künstliche Bewässerung) das Risiko groß, vor allem in den südlichen Schwarzerderegionen Russlands, dass Dürrebedingungen die Erträge vermindern. Dieses Risiko wurde im Szenario mit künstlicher Bewässerung stark vermindert; die Weizenenerträge könnten im Schnitt um mehr als 60% höher sein als heute, wenn ausreichend gedüngt und bei Bedarf bewässert wird. Schierhorn et al. (2014b) zeigt zudem, dass Russland die Weizenproduktion um bis 32 Millionen Tonnen erhöhen kann, wenn die Erträge mäßig gesteigert und Brachen mit geringen Mengen eingelagertem Kohlenstoff rekultiviert werden. Diese Studie zeigt, dass Russland vor allem Potenziale zur Steigerung

der Weizenproduktion durch Ertragssteigerungen hat. Meyfroidt et al. (2016) hat bestätigt, dass die Potenziale durch Rekultivierung von Brachflächen eher gering sind, vor allem wenn auch sozioökonomische und natürliche Beschränkungen (wie junge Arbeitskräfte oder infrastrukturelle Anbindung der Flächen; schlechte Böden) berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse der Outputdistanzfunktion zeigen, dass Russland und die Ukraine das, durch den Stand der Technologie gegebene, Ertragspotenzial weitgehend ausschöpfen (Belyaeva und Hockmann 2015). So konnten für beide Länder keine ausgesprochenen technischen Ineffizienzen festgestellt werden. Die regionalen Unterschiede in den Erträgen sind somit als Ergebnis der regionalen, natürlichen und wirtschaftlichen Standortfaktoren anzusehen. Trotz der erheblichen Reduktion des Bodensatzes (-30% seit 1994) konnte Russland sein Getreidepotenzial halten. Dies war vor allem möglich, weil im erheblichen Umfang technische Fortschritte adaptiert wurden. Diese Trends waren in allen Oblasten ähnlich, so dass von einer homogenen Entwicklung in Russland ausgegangen werden kann. Entsprechende Analysen wurden auch für die Ukraine durchgeführt. Hier ergaben die Ergebnisse ein grundsätzlich anders Bild der Entwicklung: Konstanz des Bodeneinsatzes, aber kaum positive Effekte des technischen Fortschritts.

Die Indikatoren für die regionale Heterogenität waren sowohl für Russland als auch für die Ukraine signifikant. Diese Indikatoren können als Maß für die regionale Vorzüglichkeit der Regionen bezüglich der Agrarproduktion im Allgemeinen und der Getreideproduktion im Besonderen interpretiert werden. In Russland hatte das Niveau der regionalen Entwicklung den größten Einfluss auf die Heterogenität (Vorzüglichkeit der Regionen). Klima und Transportinfrastruktur waren von untergeordneter Bedeutung. Dieses Ergebnis deutet auf die große Bedeutung der regionalen Entwicklung für die Ausschöpfung des Ertragspotenzials hin. Nur wenn die der Landwirtschaft vorgelagerten Bereiche entsprechend entwickelt sind, können sich die landwirtschaftlichen Betriebe im ausreichenden Umfang mit modernen Vorleistungen versorgen, d.h. im vollen Umfang den technischen Fortschritt nutzen. Auch in der Ukraine hatte das regionale Niveau der wirtschaftlichen Entwicklung den größten Einfluss auf die regionale Heterogenität. Allerdings lassen sich die Ergebnisse für die Ukraine nicht so konsistent interpretieren wie für Russland. Für Russland wurde eine hohe Vorzüglichkeit für die Getreideproduktion für Regionen ermittelt, die sich traditionell auf die Getreideproduktion spezialisieren, während in der Ukraine die Regionen im Vorteil waren, die durch eine industrielle Spezialisierung gekennzeichnet waren (Belyaeva, Hockmann und Koch 2014).

Die Pflanzenwachstumsmodelle hatten einen sehr hohen Fit. Das Bestimmtheitsmaß lag für alle Getreidearten jenseits von 97%. Bei den Ertragsprognosen zeigt sich, dass sowohl kurzfristige als auch langfristige Ertragsdepressionen für Winter- und Sommergetreide zu erwarten sind. Die Ertragsreduktionen wurden mit 10% (kurzfristig) bis 20% (langfristig) beziffert. Der wesentliche Grund hierfür sind vor allem die durch den Klimawandel verursachten zunehmenden Hitzetage und die hiermit verbundene Wasserknappheit anzusehen (Bokusheva und Belyaeva 2017).

Im Rahmen dieses Vorhabens wurden erstmals die Agrarpotenziale in Kasachstan, Ukraine und Russland berechnet und in diesem Bereich wurde damit sicherlich wichtige Pionierarbeit geleistet. Eine Diskussion der in diesem Vorhaben erzielten Ergebnisse mit anderen Studien ist daher schwierig bzw. unmöglich. Wir konnten jedoch aufzeigen, dass die von uns erstellten Brachflächenkarten gut übereinstimmen mit den offiziellen Anbaustatistiken, die verwendet werden können, um den Rückgang der Anbauflächen (d.h. Dauerbrachen) zu berechnen. Unsere Simulationen zeigen, dass eine wichtige Studie zu den globalen Ertragslücken (Licker et al. 2010) die Ertragslücken im Europäischen Russland wahrscheinlich erheblich unterschätzt. Licker et al. 2010 basiert auf der Idee, dass Erträge in bestimmten Regionen so hoch sein können wie in anderen Regionen, die ähnliche biophysikalische Bedingungen haben. Allerdings ist die Berechnung von Ertragspotenzialen und somit Ertragslücken basierend auf einem Pflanzenwachstumsmodell zuverlässiger,

zumal in unserer Studie eine umfangreiche und räumlich hochauflösende Kalibrierung vorgenommen wurde und die Validierungsergebnisse überzeugen.

Aus ökonomischen Gesichtspunkten ist allerdings fraglich, ob Ertragslücken im größeren Umfang bestehen. Sicherlich bestände durch eine Rekultivierung des Bodens die Möglichkeit im erheblichen Umfang zusätzliches Getreide zu produzieren. Die Schätzungen der Outputdistanzfunktion lassen jedoch erheblichen Zweifel daran aufkommen, ob dieses Ertragspotenzial tatsächlich realisiert werden könne. Erstens schöpft Russland seine Produktionskapazitäten schon weitgehend aus, wie die hohe technische Effizienz der Agrarproduktion belegt. Zweitens sind zusätzliche Produktionskapazitäten aufgrund der Rekultivierung des brachliegenden Bodens eher skeptisch zu beurteilen. Das Brachfallen der Flächen erfolgte vor allen in den ersten Jahren nach der Transformation. Inzwischen sind die Flächen mit Wald und/oder Büschen bewachsen, so dass sie erst nach hohen Investitionen wieder einer landwirtschaftlichen Nutzung zugänglich gemacht werden können. Diese Investitionen werden nur durchgeführt, wenn eine Rekultivierung mit einer entsprechend hohen Bodenrente verbunden ist. Die Schätzergebnisse zeigen jedoch, dass die Entwicklung der Bodenrenten in Russland kritisch zu beurteilen ist. Sie ist trotz der gestiegenen Erträge auf einem sehr geringen Niveau von weniger als 10% des Umsatzes. Nimmt man diesen Wert für die Ermittlung der zusätzlichen Erträge, so würde der Gesamtoutput nur um ca. 3% ansteigen wenn die gesamte brachgefallene Fläche wieder in die Produktion genommen werden würde (Belyaeva und Hockmann 2013).

5. Stellungnahme, ob Ergebnisse der Vorhaben wirtschaftlich verwertbar sind und ob eine solche Verwertung erfolgt oder zu erwarten ist

Wir gehen davon aus, dass unsere Ergebnisse aus diesem Vorhaben helfen können, die bislang ungenutzten Potenziale in dieser Region besser und nachhaltig auszuschöpfen. Investoren, auch ausländische Investoren, können unsere Ergebnisse nutzen, um etwa in Erfahrung zu bringen, wo sich Brachflächen befinden. Zudem können Landwirte und Investoren mittels unserer Ergebnisse nachvollziehen, wo der erhöhte Einsatz von Düngemitteln oder künstlicher Bewässerung zu hohen Ertragssteigerungen führt, also wo sich die entsprechenden Investitionen auszahlen. Für die Staaten können die Ergebnisse insofern wichtig sein, dass die Rekultivierung von Brachflächen dort unterbunden wird, wo die ökologischen und ökonomischen Kosten (Naturschutz, Treibhausgasemissionen, Investitionen) der Rekultivierung nicht tragbar sind. Ob in diesen Ländern Interesse dafür besteht bzw. erwächst, bleibt abzuwarten.

6. Wer hat zu den Ergebnissen des Vorhabens beigetragen?

Sehr eng wurde in diesem Vorhaben mit Monireh Faramarzi zusammengearbeitet. Frau Faramarzi, Assistent Professor an der University of Alberta, hat ihre Erfahrungen im Bereich der Pflanzenwachstumsmodellierung einfließen lassen. Weitere wichtige Partner in diesem Vorhaben waren Patrick Meyfroidt (Université Catholique de Louvain), Alexander Prishchepov (University of Copenhagen), Tobias Kümmerle (Humboldt Universität zu Berlin), Thomas Kastner (Alpen-Adria-Universität Klagenfurt/Wien/Graz) und Raushan Bokusheva (OECD, Paris).

7. Qualifikation des wissenschaftlichen Nachwuchses im Zusammenhang mit dem Vorhaben

Florian Schierhorn hat im Zusammenhang mit diesem Vorhaben erfolgreich an der Humboldt Universität zu Berlin im Fach Geographie promoviert. Die Verteidigung seiner Doktorarbeit (Titel: The potential of Russia to increase its wheat production through cropland expansion and intensification) fand im September 2015 statt. Das Dissertationsprojekt von Maria

Belyaeva steht kurz vor der Abgabe. Sie plant ihre Dissertation Ende 2016 einzureichen und im Sommer 2017 zu verteidigen.

8. Liste der Publikationen aus diesem Vorhaben:

Referiert:

- Alcantara, C.; Kuemmerle, T.; Baumann, M.; Bragina, E.; Griffiths, P.; Hostert, P.; Knorn, J.; Müller, D.; Prishchepov, A. V.; Schierhorn, F.; Sieber, A.; Radeloff, V. (2013) Mapping the extent of abandoned farmland in Central and Eastern Europe using MODIS time series satellite data. *Environmental Research Letters* 8 (3): 035035.
- Belyaeva, M. and Hockmann, H. (2015). Impact of regional diversity on production potential: an example of Russia. *Studies in Agricultural Economics* 117 (2): 72-79.
- Kraemer, R., Prishchepov, A. V., Müller, D., Kuemmerle, T., Radeloff, V. C., Dara, A., Terekhov, A., and Frühauf, M. (2015). Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan. *Environmental Research Letters*, 10(5): 054012.
- Kuemmerle, T., Kaplan, J. O., Prishchepov, A. V., Rylsky, I., Chaskovskyy, O., Tikunov, V. S., and Müller, D. (2015). Forest transitions in Eastern Europe and their effects on carbon budgets. *Global Change Biology*, 21(8): 3049-61.
- Meyfroidt, Patrick; Schierhorn, Florian; Prishchepov, Alexander; Müller, Daniel; Kuemmerle, Tobias (2016) Drivers, constraints and trade-offs associated with recultivating abandoned cropland in Russia, Ukraine and Kazakhstan. *Global Environmental Change* 37: 1-15.
- Schierhorn, F.; Faramarzi, M.; Prishchepov, A. V.; Koch, F.; Müller, D. (2014) Quantifying yield gaps in wheat production in Russia. *Environmental Research Letters* 9 (8): 084017.
- Schierhorn, F.; Müller, D.; Beringer, T.; Prishchepov, A.; Kuemmerle, T.; Balmann, A. (2013) Post-Soviet cropland abandonment and carbon sequestration in European Russia, Ukraine and Belarus. *Global Biogeochemical Cycles* 27 (4): 1175-1185.
- Schierhorn, Florian; Meyfroidt, Patrick; Kastner, Thomas; Kuemmerle, Tobias; Müller, Daniel (in press) The dynamics of beef trade between Brazil and Russia and their environmental implications. *Global Food Security*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2016.08.001>
- Schierhorn, Florian; Müller, Daniel; Prishchepov, Alexander; Faramarzi, Monireh; Balmann, Alfons (2014) The potential of Russia to increase its wheat production through cropland expansion and intensification. *Global Food Security* 3 (3-4): 133-141.

Beiträge zu Sammelwerken:

- Müller, Daniel; Haberl, Helmut; Bartels, Lara Esther; Baumann, Matthias; Beckert, Marvin; Levers, Christian; Schierhorn, Florian; Zscheischler, Jana; Havlik, Petr; Hostert, Patrick; Mertz, Ole; Smith, Pete (2016) Competition for Land-Based Ecosystem Services: Trade-Offs and Synergies. In: Niewöhner, J., Bruns, A., Haberl, H., Hostert, P., Krueger, T., Lauk, C., Lutz, J., Müller, D., Nielsen, J. (eds): *Land Use Competition: Ecological, Economic and Social Perspectives*, 127-147: Springer.
- Schierhorn, Florian; Gittelsohn, Alex Kramer; Müller, Daniel (2016) How the collapse of the beef sector in post-Soviet Russia displaced competition for ecosystem services to the Brazilian Amazon. In: Niewöhner, J., Bruns, A., Haberl, H., Hostert, P., Krueger, T., Lauk, C., Lutz, J., Müller, D., Nielsen, J. (eds): *Land Use Competition: Ecological, Economic and Social Perspectives*: Springer.

Nicht referiert:

- Bokusheva, R; Belyaeva, M (2017): "Will climate change benefit or hurt Russian grain production? A statistical evidence from a panel approach".
- Elferink, M. and Schierhorn, F. 2016 Global Demand for Food Is Rising. Can We Meet It?
- Glauben, Thomas; Belyaeva, Maria; Bobojonov, Ihtiyor; Djuric, Ivan; Götz, Linde; Hockmann, Heinrich; Müller, Daniel; Perekhozhuk, Oleksandr; Petrick, Martin; Prehn, Sören; Prishchepov, Alexander; Renner, Swetlana; Schierhorn, Florian (2014) Die Kornkammer des Ostens blockiert ihre Markt- und Wachstumschancen. IAMO Policy Brief No. 16, Halle (Saale).
- Koch, F., Jungandreas, A., Schierhorn, F., Müller, D. (2016). "Wieviel Klimawandel verträgt der ukrainische Weizen?" IAMO Jahresszahl 17: 59-48.
- Müller, D., Jungandreas, A., Koch, F., Schierhorn, F. 2016. Impact of climate change on wheat production in Ukraine. Working Paper für den Agrarpolitischen Dialog in der Ukraine (APD).
- Prishchepov, A. V., Petrick, M., Müller, D., Schierhorn, F., Krämer, R., and Kopsidis, M. 2015. Sechzig Jahre Neulandkampagne in Russland und Kasachstan: Eine Bewertung aus ökonomischer, ökologischer und politischer Sicht. IAMO Jahresszahl, 17: 41-58.
- Schierhorn, F. 2015. The potential of Russia to increase its wheat production through cropland expansion and intensification. Doctoral dissertation. Geography Department, Humboldt-Universität zu Berlin.
- Schierhorn, F., Müller, D., and Balmann, A. (2015) Klimaschutz und Welternährung: Russland macht Hoffnung. IAMO Jahresszahl 2015 (16): 59-67.
- Schierhorn, F. (2014) Ungenutzt nützlich: Russlands Brachflächen. Leibniz-Gemeinschaft.
- Schierhorn, F (2016) Russland hat deutsches Schweinefleisch satt. ZEIT ONLINE. 11.02.2016.

9. Liste Pressemitteilungen und Berichten in den Medien:

Quirin Schiermeier. NATURE NEWS Quandary over Soviet croplands. 18 December 2013