

Policy Brief Robuste Versorgungsketten in der Agrar- und Nahrungsmittelwirtschaft

Die Abhängigkeit der österreichischen Agrarproduktion
und Lebensmittelwirtschaft von internationalen Lieferketten

Asjad Naqvi, Katharina Falkner, Franz Sinabell, Philipp Warum
(WIFO)

Juli 2023

Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung,
Im Auftrag Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft

Wissenschaftliche Assistenz: Dietmar Weinberger

Data Scientist: Lukas Schmoigl

Mit Unterstützung von Bund und [dafne.at](https://www.dafne.at)

 Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Regionen und Wasserwirtschaft



Abstract

Dieser Policy Brief fügt sich in eine Reihe von Kurzuntersuchungen, die sich mit dem Thema Landwirtschaft, Agrar- und Ernährungswirtschaft und Versorgungssicherheit beschäftigen. Die zuverlässige Versorgung mit Nahrungsmitteln ist nicht nur ein zentrales Ziel der Gesellschaft, sondern steht auch im Fokus der nachhaltigen Entwicklung. Die COVID-19-Krise hat die Bedeutung von Maßnahmen zur Krisenvorsorge unterstrichen, insbesondere in Bezug auf internationale Lieferketten. Um die Abhängigkeit der Produktion von importierten Vorleistungen zu verstehen, wurden Handelsdaten analysiert. Die Liefernetzwerke werden mit einem Dashboard sichtbar gemacht, das direkte und indirekte Abhängigkeiten aufzeigt. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Österreich in hohem Maße auf Lieferungen aus Ländern angewiesen ist, von denen sich das Land eigentlich weniger abhängig machen möchte. Das Dashboard supplychain.wifo.ac.at unterstützt Entscheidungsträger:innen in der Wertschöpfungskette und Politik dabei, gezielte Maßnahmen zu ergreifen zur Stärkung der Robustheit zu ergreifen und kritische Abhängigkeiten zu verringern.

Schlüsselergebnisse

- ⇒ Im Jahr 2020 wurde durch die COVID-Krise sichtbar, wie stark unsere Wirtschaft von internationalen Lieferketten abhängt. Die Produktion mit Nahrungsmitteln ist vor allem durch heimisches Aufkommen gesichert, wichtige Vorleistungen wie Energie, Dünger, Antibiotika, Futterbestandteile werden aber in großen Mengen vom Weltmarkt bezogen.
- ⇒ Da Wertschöpfungsketten arbeitsteilig organisiert sind und die Komplexität nicht sichtbar ist, wenn ausschließlich direkte Lieferbeziehungen betrachtet werden, ist es nötig die Netzwerkbeziehungen sichtbar zu machen und zu verstehen.
- ⇒ Um dies zu ermöglichen wurden Daten des internationalen Handels von 2000 bis 2021 auf detaillierter Ebene untersucht und analysiert und für Österreich und die EU ausgewertet. Der Fokus der Analyse liegt auf der Darstellung der direkten und indirekten Abhängigkeiten von Lieferungen und deren Veränderungen im Verlauf der Zeit.
- ⇒ Um diese Sachverhalte zu veranschaulichen, wurde einige Vorleistungen im Detail analysiert: Düngemittel, Antibiotika und Aminosäuren. Andere Güter wie Energieträger oder Maschinen und deren Bestandteile können in ähnlicher Weise analysiert werden.
- ⇒ Die Ergebnisse zeigen, dass die Produktion von Agrargütern in hohem Maß auf Länder angewiesen ist, aus deren Abhängigkeit sich die EU eigentlich lösen möchte.
- ⇒ Zur Veranschaulichung wurde das Dashboard supplychain.wifo.ac.at entwickelt, in dem auch der regionale Vorleistungsbedarf räumlich dargestellt wird.
- ⇒ Die Werkzeuge, die entwickelt wurden und die Ergebnisse, die erzielt wurden, können für ein laufendes Monitoring eingesetzt werden. In weiterer Folge können sie für Szenarioanalyse herangezogen werden, um evidenzbasiert geeignete Schritte zu setzen, damit die Wertschöpfungskette von Agrargütern und Lebensmitteln in Österreich robuster wird.

Executive Summary

Da jeder Mensch essen muss, ist die zuverlässige Versorgung mit Nahrungsmitteln ein wichtiges Ziel der Gesellschaft. Die UN unterstreicht dies, indem die Beseitigung von Hunger an zweiter Stelle der 17 Ziele der nachhaltigen Entwicklung angeführt ist. Da Nahrungsmittel Güter des täglichen Bedarfs sind, müssen sie nicht nur leistbar, sondern in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, und zwar täglich. Seit der COVID-19 Krise sind diese Aspekte stark in den Blickpunkt der Wirtschafts- und Agrarpolitik getreten und mit zahlreichen Maßnahmen wurde die Krisenvorsorge verbessert. Der Aufbau von besseren Informationssystemen und die Schaffung von Krisenmechanismen zählen dazu.

Dabei wird nun verstärkt das Augenmerk auf internationale Lieferketten gelenkt, denn die beste Stabilisierung der Wertschöpfungskette im Inland hat wenig Erfolg, wenn Lieferungen aus dem Ausland unterbrochen werden oder der Absatz über die Grenze hinweg stockt. Auf EU-Ebene werden dazu die Anstrengungen beschleunigt, Freihandelsabkommen abzuschließen. Durch besseren Marktzugang und die Diversifizierung der Handelspartner wird die Versorgung auf eine breitere Basis gestellt und damit stabilisiert. Ob dies tatsächlich eine Verbesserung der Situation mit sich bringt, ist aber unklar, da damit nicht notwendigerweise die Abhängigkeit von Ländern verringert wird, deren Zuverlässigkeit und Liefertreue als weniger gesichert eingeschätzt wird. Um zu einer umfassenderen und besseren Informationslage zu gelangen werden folgende Fragestellungen untersucht:

- Aus welchen Ländern stammen die Vorleistungsgüter, die unmittelbar in die österreichische Volkswirtschaft importiert werden?
- Mit welchen Ländern stehen diese Länder ihrerseits in Verbindung und woher stammen folglich deren Vorleistungen letztlich?
- Wie hat sich die Situation der direkten und indirekten Abhängigkeit im Verlauf des letzten Jahrzehnts verändert, und zwar vor allem im Hinblick auf die Struktur der Herkunftsländer?
- In welchem Umfang ist die Produktion auf die entsprechenden Vorleistungsgüter angewiesen und welche Regionen sind davon besonders betroffen?

Die Ergebnisse liefern Daten zu bisher nicht bekannten Dimensionen der Abhängigkeit der Agrarproduktion in Österreich. Berechnung zum Bedarf in Österreich auf regionaler Ebene zeigen zudem auf, dass die Produktionsregionen höchst unterschiedlich betroffen sind.

Die Einsichten, die in dieser Analyse gewonnen wurden, sollen allen Personen, die in der Wertschöpfungskette von Agrargütern und Lebensmitteln Entscheidungen treffen, zur Verfügung stehen. Um dies zu ermöglichen wurde ein Dashboard entwickelt, das über eine Internet-Website abgerufen werden kann. Auf diesem Dashboard werden die direkten und indirekten Abhängigkeiten für verschiedene Produkte gezeigt. Außerdem wird die Änderung im Verlauf der Zeit dargestellt. Die internationalen Liefernetzwerke werden dabei den Bedarfen auf kleinräumiger Ebene in Österreich gegenübergestellt. Diese Information kann in weiterer Folge genutzt werden, gezielte Maßnahmen zur Stabilisierung der Versorgungsketten zu setzen und kritische Abhängigkeiten zu verringern.

Inhalt

1.	Einleitung, Problemstellung und Herangehensweise	6
1.1	Kontext der Studie zur Robustheit internationaler Lieferketten	6
1.2	Fehlender Überblick über die Herkunft wichtiger Vorleistungsgüter	7
1.3	Forschungsfragen, Daten und Methoden	8
2.	Daten und Methoden	8
2.1	Daten und Methoden zur Darstellung des regionalen Bedarfs von Vorleistungen	8
2.2	Die direkte und indirekte Abhängigkeit der Agrarproduktion in Österreich	9
3.	Ausgewählte Ergebnisse der Datenanalyse und ihre Darstellung	10
3.1	Das regionale Defizit von Stickstoff in der österreichischen Agrarproduktion	10
3.2	Die direkte und indirekte Abhängigkeit der Agrarproduktion in Österreich von internationalen Lieferungen von Mineraldünger	11
4.	Ein interaktives Dashboard zur Dokumentation der internationalen Abhängigkeit von Vorleistungen für die Agrarproduktion in Österreich	14
5.	Schlussfolgerungen und Ausblick	15

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Verteilung des ungedeckten Bedarfs an Stickstoff für den Pflanzenbau in kg je Hektar und Häufigkeit von Gemeinden in Klassen des Nährstoff-Defizits	10
Abbildung 2: Direkte Herkunft (links) und direktes Ziel (rechts) der österreichischen Importe und Exporte von Stickstoffdünger 2021	11
Abbildung 3: Veränderung der Herkunft von Mineraldünger in Mengen und Werten seit 2000	11
Abbildung 4: Das Netzwerk der Länder aus denen Österreich 2021 Stickstoffdünger direkt und indirekt bezogen hat	13
Abbildung 5: Der Grad der Diversifizierung der Herkünfte im globalen Netzwerk des Handels mit Stickstoffdünger zwischen 2000 und 2021	14

Verzeichnis der Übersichten

Übersicht 1: Vorleistungen der Landwirtschaft in Österreich in Mio. Euro	7
--	---

1. Einleitung, Problemstellung und Herangehensweise

1.1 Kontext der Studie zur Robustheit internationaler Lieferketten

Versorgungssicherheit ist ein zentrales politisches Ziel, und zwar nicht erst seit dem Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine Ende Februar 2022. Bereits in den Monaten davor kam es aufgrund der Covid-19-Pandemie seit 2020 und den damit einhergehenden Unterbrechungen von Produktion und Lieferungen zu Versorgungsengpässen mit wichtigen Gütern des täglichen Bedarfs. Abgesehen von kurzfristigen Engpässen bestimmter Nahrungsmittel und Zutaten wie Hefe aufgrund des hohen kurzfristigen Bedarfs privater Haushalte war die Versorgung mit Nahrungsmitteln nicht von gravierenden Engpässen während der Periode der Bekämpfung der Pandemie betroffen. Die Unterbrechung wichtiger Lieferketten und die Störung des Warenverkehrs aufgrund von handelsbeschränkenden Maßnahmen hat aber Aufmerksamkeit auf dieses Thema gelenkt. Die Lieferreduktion von russischem Erdgas in Europa im Jahr 2022 und damit einhergehend die Gefahr von Versorgungsengpässen mit Strom und anderen Produkten, bei deren Erzeugung Gas eingesetzt wird, hat diesem Thema weiteres Gewicht gegeben.

Da Nahrungsmittel Güter des täglichen Bedarfs sind, müssen sie ständig verfügbar sein. Die Versorgung muss also unterbrechungsfrei gewährleistet werden und der Warenstrom darf nicht unterbrochen werden. Dies trifft nicht für jedes Nahrungsmittel im gleichen Ausmaß zu, Grundnahrungsmittel jedenfalls sollen immer ausreichend verfügbar sein.

Weil in einer arbeitsteiligen Wirtschaft in komplexen Lieferketten viele Güter und Dienstleistungen kombiniert werden, ist offensichtlich, dass die Sicherheit der Versorgung mit Lebensmitteln unter anderem auch davon abhängt, wie stabil die Handelsbeziehungen sind und wie gut die Versorgung mit Energie und anderen Gütern funktioniert. Im Fall von international gehandelten Agrargütern (vor allem Getreide, Milchprodukte, Eiweißpflanzen, Zucker) äußern sich Engpässe als Preisanstieg, der praktisch alle Handel treibenden Länder erfasst, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Auf internationaler Ebene ist vor allem die FAO mit dem World Food Programme ein wichtiger Akteur zur Verbesserung der Lebensmittelversorgung in Ländern mit Lebensmittelknappheit. Andere Institutionen wie die OECD tragen vor allem durch die Bereitstellung von Daten, Modellergebnissen zu Agrarmärkten und der Ausarbeitung von Maßnahmen zur Bewältigung von Versorgungskrisen bei. Das Augenmerk liegt dabei auf Agrargütern und Lebensmitteln. Eine wichtige Informationsquelle ist die Versorgungsbilanz, die jährlich einen detaillierten Überblick zur Menge der Nahrungs- und Futtermittel in jedem Land liefert. Für Österreich liefern die Auswertungen ein beruhigendes Bild. Es herrscht ein hoher Grad an Selbstversorgung mit den wichtigsten Agrargütern. Die geringe Produktion von Eiweiß- und Ölfrüchten in Österreich wird ausgeglichen von hohen Überschüssen in der Rindfleisch- und Milchproduktion.

Die Produktion von Agrargütern erfordert aber Vorleistungen. Viele davon werden nicht im Inland, sondern im Ausland erzeugt. Eine stabile Versorgung mit Agrargütern und Lebensmitteln hängt folglich von der Bereitstellung der Vorleistungen und deren Teilkomponenten ab, die über komplexe Lieferketten bereitgestellt werden. Zu dieser Abhängigkeit gibt es derzeit nur

partielle Überblicke. In der vorliegenden Analyse wird ein Zugang vorgestellt, systematisch die direkten und indirekten Abhängigkeiten transparent zu machen.

1.2 Fehlender Überblick über die Herkunft wichtiger Vorleistungsgüter

In der österreichischen Landwirtschaft werden erhebliche Geldmittel zur Beschaffung von Vorleistungen eingesetzt (Übersicht 1). Im Jahr 2022 entsprach der Wert der Vorleistungen 60 % des Wertes der gesamten Produktion. Alle Güter und Dienstleistungen werden aus dem Inland bereitgestellt. Aber diese hängen ihrerseits von Vorleistungen ab, die zu einem gewissen oder überwiegenden Teil im Ausland erzeugt werden, etwa Medikamente oder Ersatzteile von Maschinen. Der Energieeinsatz in der österreichischen Landwirtschaft wird fast ausschließlich aus Energieträgern gedeckt, die vom internationalen Markt bezogen werden. Bei den Düngemitteln ist die Situation ähnlich, auch wenn aufgrund bedeutender Produktionsanlagen im Land der Anschein besteht, dass in diesem Bereich die Abhängigkeit gering ist. Die meisten Rohstoffe dazu, seien es Mineralien und vor allem das Erdgas stammen von internationalen Märkten.

Übersicht 1: **Vorleistungen der Landwirtschaft in Österreich in Mio. Euro**

	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022
	Mio. €						
Saat- und Pflanzgut	136	126	153	175	194	204	214
Energie	281	302	346	401	370	426	592
Dünge- und Bodenverbesserungsmittel	113	122	136	186	153	156	279
Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel	98	85	126	156	115	120	123
Tierärztliche Leistungen und Medikamente	82	90	105	121	141	144	145
Futtermittel	1.147	1.112	1.355	1.494	1.607	1.893	2.656
Instandhaltung von Maschinen und Geräten	210	226	268	277	336	339	369
Instandhaltung von baulichen Anlagen	55	48	59	65	97	90	96
Landwirtschaftliche Dienstleistungen	178	200	243	307	290	283	300
Unterstellte Bankgebühren	99	65	115	120	162	162	143
Anderere Güter und Dienstleistungen	602	688	836	854	1.061	1.090	1.185
Vorleistungen insgesamt	3.000	3.066	3.742	4.156	4.527	4.908	6.103

Q: Statistik Austria, Landwirtschaftliche Gesamtrechnung. <https://www.statistik.at/statistiken/land-und-forstwirtschaft/land-und-forstwirtschaftliche-oekonomie-und-preise/landwirtschaftliche-gesamtrechnung/landwirtschaftliche-gesamtrechnung-auf-nationaler-ebene>.

In welchem Maß die Landwirtschaft und somit in weiterer Folge die Lebensmittelwirtschaft von Lieferungen aus dem Ausland abhängig ist, entzieht sich derzeit weitgehend der Kenntnis. Auf der Grundlage einzelner Statistiken wie der Energie- und der Versorgungsbilanz können die Abhängigkeiten aus Importen sehr detailliert aufgeschlüsselt werden. Bei beiden Bilanzen wird aber nicht sichtbar gemacht, aus welchen Ländern die Importe stammen. Für alle anderen Güter gibt es keine systematischen Übersichten, in welchem Maß Güter aus dem Ausland bezogen werden und wie viele aus dem Inland bereitgestellt werden.

In dem folgenden Abschnitt wird erläutert mit welchen Daten und mit welchen Methoden eine Beurteilung der Robustheit von internationalen Lieferketten von Vorleistungen möglich ist. Außerdem wird dargestellt wie die komplementäre Sicht, nämlich der regionale Bedarf für

bestimmte Vorleistungsgüter visualisiert werden kann. Dabei wird jeweils auf bestehende Statistiken zurückgegriffen und in Verbindung mit teils neuen, teils bewährten Methoden werden die Ergebnisse in einer leicht interpretierbaren Weise dargestellt, wie im darauffolgenden Abschnitt beschrieben wird.

1.3 Forschungsfragen, Daten und Methoden

Auf der Grundlage von Daten zum Außenhandel ist es nicht unmittelbar möglich, das oben beschriebene Informationsdefizit zu beseitigen. Es ist jedoch durch mehrere Analyseschritte möglich, wichtige Informationen abzuleiten, um folgende Sachverhalte sichtbar zu machen:

- Aus welchen Ländern stammen die Vorleistungsgüter, die unmittelbar in die österreichische Volkswirtschaft importiert werden?
- Mit welchen Ländern stehen diese Länder ihrerseits in Verbindung und woher stammen folglich deren Vorleistungen letztlich?
- Wie hat sich die Situation der direkten und indirekten Abhängigkeit im Verlauf des letzten Jahrzehnts verändert, und zwar vor allem im Hinblick auf die Struktur der Herkunftsländer?
- In welchem Umfang ist die Produktion auf die entsprechenden Vorleistungsgüter angewiesen und welche Regionen sind davon besonders betroffen?

Ein erster Schritt, um die Abhängigkeit der Agrarproduktion von internationalen Lieferketten zu verstehen ist, die unübersichtliche Datenlage zu ordnen und vorliegende Statistiken auszuwerten. Dabei wäre es zu kurz gegriffen, die Daten der direkten Handelsbeziehungen zu analysieren. Da vielfältige Verflechtungen und arbeitsteilige Prozesse über mehrere Länder hinweg Charakteristika der Wertschöpfungsketten von Agrargütern und Lebensmitteln sind, müssen diese Zusammenhänge ebenfalls sichtbar gemacht werden.

Um dies zu bewerkstelligen, wurden Methoden entwickelt, um auf der Grundlage von Handelsdaten von 2000 bis 2021 sichtbar zu machen, wie stark die Landwirtschaft auf Lieferungen angewiesen ist. Die komplementäre Fragestellung, nämlich wo diese Vorleistungsgüter benötigt werden, wird ebenfalls untersucht. Auswertungen von regionalen Produktionsdaten zeigen welche Regionen in Österreich besonders auf bestimmte Inputs angewiesen sind.

2. Daten und Methoden

2.1 Daten und Methoden zur Darstellung des regionalen Bedarfs von Vorleistungen

Der Bedarf der ausgewählten Vorleistungen für die österreichische Landwirtschaft wird für das Produktionsjahr 2020 ermittelt. Die wichtigste Datengrundlage dazu ist die Agrarstrukturerhebung. Dazu wird ein Datensatz auf Gemeinde-Ebene herangezogen, da Regionen in unterschiedlicher Weise von jeweils unterschiedlichen Inputs abhängig sind. Der Zweck der Analyse ist, die unterschiedlichen regionalen Abhängigkeiten zu veranschaulichen.

Die Daten geben detaillierten Aufschluss über die Pflanzen- und Tierproduktion. Da der Zweck der Analyse die Visualisierung von Zusammenhängen ist, wird auf vereinfachende Annahmen zurückgegriffen. So wird die unterschiedliche Ertragsleistung in den Gemeinden nicht berücksichtigt und bei den Berechnungen des Bedarfs von einer mittleren Ertragslage ausgegangen.

Aus dem Viehbestand der Tiere wird der Bedarf von essenziellen Nährstoffen berechnet, die gemäß der vorherrschenden Praxis in Futtermischungen ergänzt werden. Aus den gleichen Daten wird der Anfall von Wirtschaftsdüngern ermittelt. Diese Ergebnisse sind notwendig, um den Bedarf an mineralischen Nährstoffen in der Pflanzenproduktion zu ermitteln. Vereinfachende Annahmen sind nötig, um daraus Bilanzen für die essenziellen Nährstoffe zu ermitteln. Eine dieser Annahmen ist, dass Wirtschaftsdünger in jener Gemeinde ausgebracht wird, wo die Tiere gehalten werden. Die von Leguminosen akkumulierte Stickstoffmenge wird ebenso berücksichtigt.

Die Koeffizienten der in Wirtschaftsdünger enthaltenen Nährstoffe und deren Bedarf von den verschiedenen Kulturpflanzen werden Merkblättern entnommen, die im Zusammenhang mit der Umsetzung der Agrar- und Umweltpolitik für die Situation in Österreich entwickelt wurden.

2.2 Die direkte und indirekte Abhängigkeit der Agrarproduktion in Österreich

Die wichtigste Datenquelle für unsere Analyse ist COMTRADE-BACI, eine homogenisierte Datenbank für bilaterale Land-Länder-Handelsströme. Die COMTRADE-Datenbank wird von den Vereinten Nationen verwaltet und bietet internationale Handelsdaten in einem strukturierten Format. Sie konzentriert sich auf den bilateralen Handel zwischen bestimmten Länderpaaren und klassifiziert Waren anhand von Codes des Harmonisierten Systems (HS). Diese Codes ermöglichen eine konsistente Kategorisierung der gehandelten Waren über mehrere Jahre hinweg, was eine Längsschnittanalyse ermöglicht. Es werden auch Informationen über die Waren bereitgestellt, einschließlich HS-Codes, Beschreibungen, Mengen, Werte und Maßeinheiten, die es den Nutzern ermöglichen, Handelsmuster für bestimmte Produkte oder Kategorien zu untersuchen.

Als weitere Quelle werden die Worldwide Governance Indicators (WGI) der Weltbank verwendet, um den Ländern Risikofaktoren zuzuordnen. Die WGI-Datenbank bietet eine umfassende Reihe von aggregierten Indikatoren, die Governance-bezogene Dimensionen in zahlreichen Ländern bewerten. Diese Dimensionen umfassen Mitspracherecht und Rechenschaftspflicht, politische Stabilität, Effektivität der Regierung, Qualität der Regulierung, Rechtsstaatlichkeit und Korruptionsbekämpfung.

Aktuelle Forschungen in der Netzwerkanalyse stellen Methoden bereit, um die Risiken in der Wertschöpfungskette zu analysieren. Knoten in globalen Produkthandelsnetzen, die durch Länder repräsentiert werden, und Ströme, die durch Mengen oder Werte dargestellt werden, werden bewertet, um ihre Bedeutung und folglich ihre Anfälligkeit für Unterbrechungen der Lieferkette zu verstehen. In der vorliegenden Arbeit werden zwei Netzwerkmaße, PageRank und HITS verwendet.

PageRank, ursprünglich für die Google-Suchmaschine entwickelt, bewertet die Bedeutung von Knoten anhand von zwei Schlüsselindikatoren. Erstens wird die Anzahl der Ströme zwischen den Knoten (Quantität) betrachtet, und zweitens wird auch berücksichtigt, welche Knoten die Ströme senden (Qualität). Die Kombination dieser beiden Faktoren ergibt eine Rangfolge der Bedeutung im gesamten Netz.

Das HITS- oder Hub and Authority-Netzwerkmaß unterscheidet zwischen Knoten, die auf viele Autoritäten verweisen (Hubs) und Knoten, auf die viele Hubs verweisen (Authority). Im Gegensatz zum PageRank, der ein globales Maß ist, hilft die Kennzahl HITS, knotenspezifische Attribute innerhalb des Netzwerks besser zu verstehen.

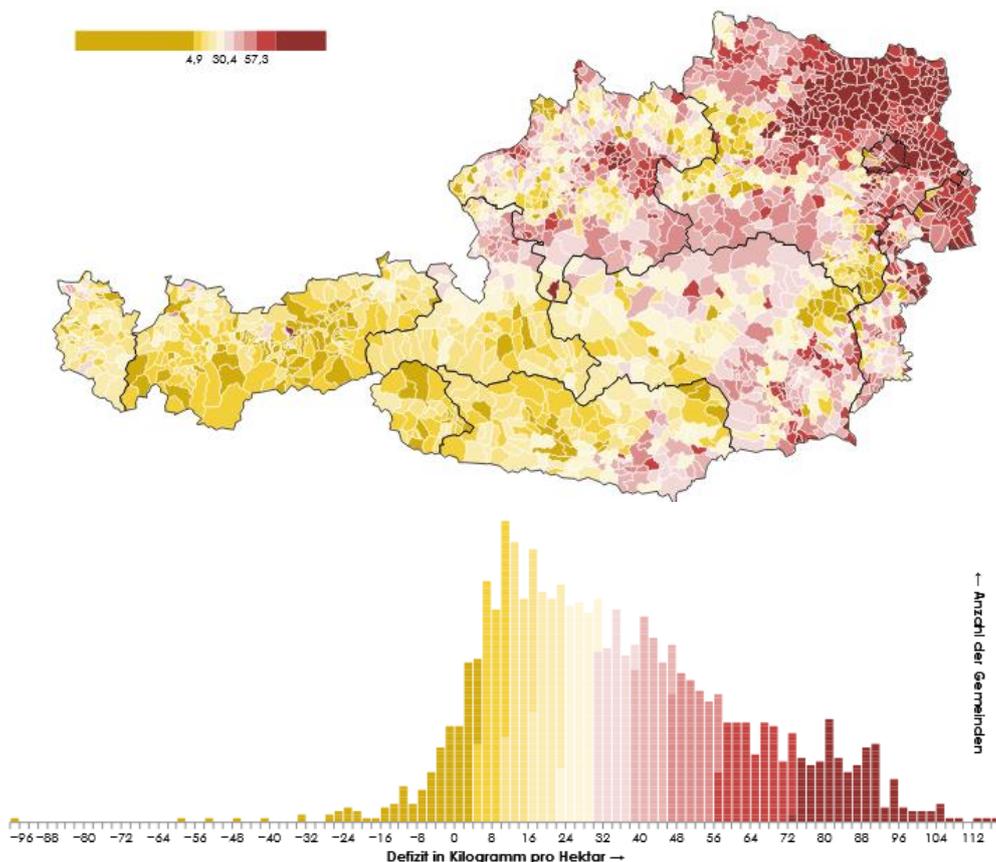
3. Ausgewählte Ergebnisse der Datenanalyse und ihre Darstellung

3.1 Das regionale Defizit von Stickstoff in der österreichischen Agrarproduktion

Abbildung 1 zeigt die Gemeinden in Österreich. Die Einfärbung gibt an, wie hoch das Defizit an Stickstoff ist, das Nutzpflanzen benötigen, um für einen mittleren Ertrag ausreichend mit Nährstoffen versorgt zu sein. Negative Defizite sind als Überschuss zu werten. Wie im vorigen Abschnitt beschrieben, wurde die aus Wirtschaftsdüngern und Leguminosen bereitgestellte Nährstoffmenge vom Gesamtbedarf abgezogen, um das Defizit zu berechnen.

Die Darstellung zeigt, dass die Verteilung rechtsschief ist, also in den meisten Gemeinden ein ungedeckter Nährstoffbedarf besteht. In den vielen Gemeinden ist dieser gering. In den Marktfuchtregionen im Nordosten Österreichs und in den Gebieten mit intensivem Gemüsebau besteht hohes Defizit, das im konventionellen Pflanzenbau durch Mineraldünger ergänzt wird.

Abbildung 1: Verteilung des ungedeckten Bedarfs an Stickstoff für den Pflanzenbau in kg je Hektar und Häufigkeit von Gemeinden in Klassen des Nährstoff-Defizits



Q: WIFO Berechnungen nach der Richtlinie für die sachgerechte Düngung (BMLRT, 2022) und Agrarstrukturerhebung 2020 (Statistik Austria, 2022).

3.2 Die direkte und indirekte Abhängigkeit der Agrarproduktion in Österreich von internationalen Lieferungen von Mineraldünger

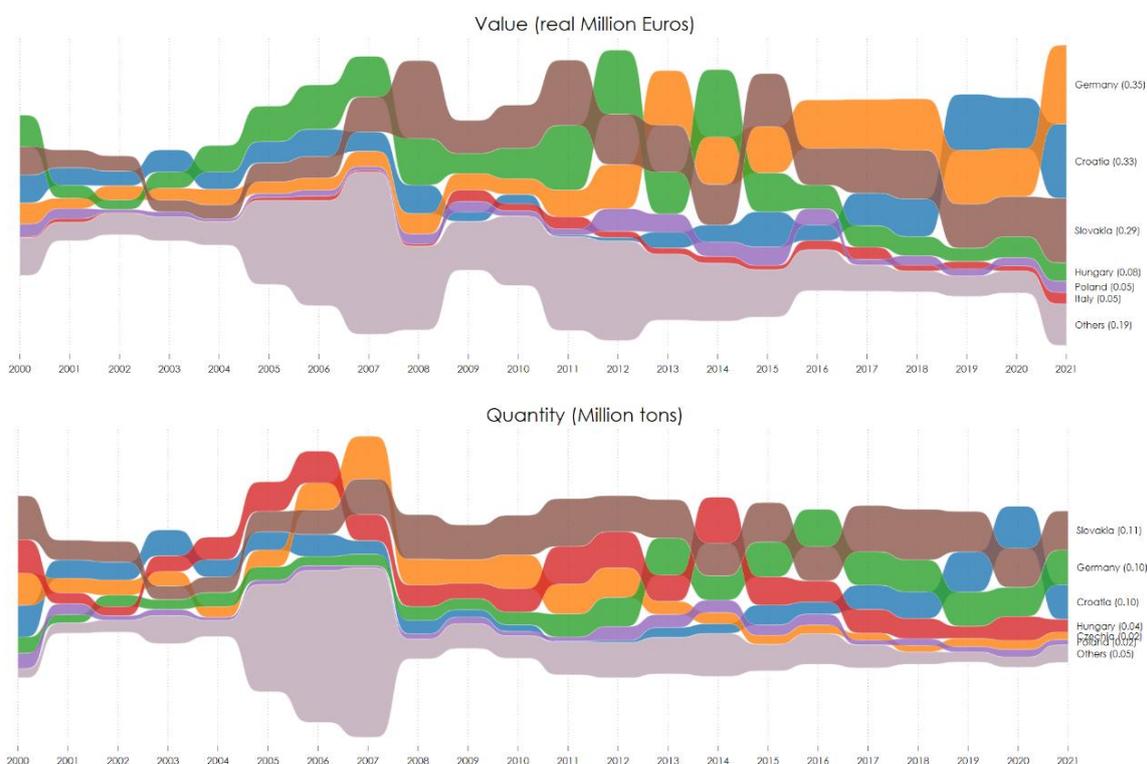
Abbildung 2 zeigt die direkten Handelströme von Stickstoffdünger im Jahr 2021. Links sind die Herkunftsländer, wobei die Breite der Fläche die nach Österreich exportierte Menge anzeigt. Rechts sind die von Österreich exportierten Mengen angegeben und die Länder, in welche der Dünger geliefert wird.

Abbildung 2: **Direkte Herkunft (links) und direktes Ziel (rechts) der österreichischen Importe und Exporte von Stickstoffdünger 2021**



Q: WIFO Berechnungen auf der Grundlage von BACI-Daten 2023

Abbildung 3: **Veränderung der Herkunft von Mineraldünger in Mengen und Werten seit 2000**



Q: WIFO Berechnungen auf der Grundlage von BACI-Daten 2023.

Es zeigt sich das bei Daten des internationalen Handels vertraute Bild, dass die gleiche Art von Gütern in die gleichen Länder sowohl exportiert als auch von dort importiert wird. Deutschland als bedeutendster Handelspartner ist sowohl Lieferant als auch Abnehmer. Österreich ist Netto-Exporteur, da die Seitenlänge der Exporte größer ist als jene der Importe. Blau gekennzeichnete Länder sind jene aus der EU. Die ins rötliche gehende Farbe von Flächen ist Handelspartnern außerhalb der EU mit geringem Risiko zugeordnet. Jene mit dunkelroter Farbe zeigt solche mit besonders hohem Risiko (z.B. Russland).

Abbildung 3 zeigt den gleichen Sachverhalt, jedoch erweitert um die Dimension Zeit, Menge und Wert. Die Abbildung oben gibt die wertmäßige Entwicklung an und entspricht für 2021 der Grafik für die direkten Importe. Darunter wird die Entwicklung der importierten Menge dargestellt. Die importierte Menge bezieht sich nicht auf den Bedarf an Mineraldünger in Österreich allein, sondern umfasst auch jene Menge, die nach Lagerung, Verpackung oder Weiterverarbeitung in andere Länder exportiert wird. Der Vergleich der beiden Abbildungen zeigt, dass Preisschwankungen auf den Düngermärkten bedeutend sind, die die Breite der Flächen in denselben Jahren durchaus unterschiedlich ist.

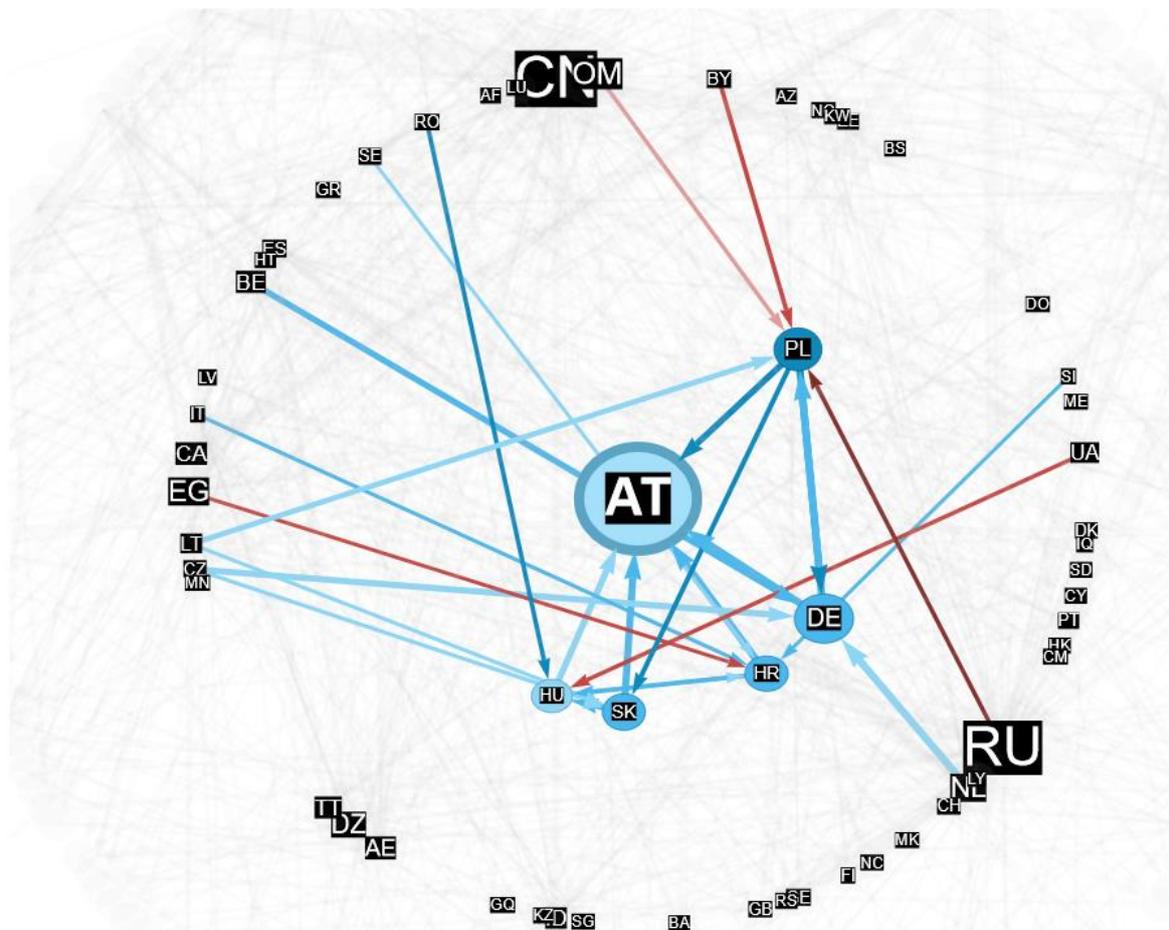
Abbildung 3 zeigt darüber hinaus, dass aus unterschiedlichen Ländern im jeweiligen Jahr Mengen und Wert-Relationen verschieden sind. Zu Beginn der Beobachtungsperiode bezogene Düngermengen aus Ungarn hatten einen großen mengenmäßigen Umfang. Der Wert war aber relativ gering. Ein weiterer Aspekt, den diese Art der Darstellung zeigt, sind die Verschiebungen zwischen den Ländern bezüglich der Rangreihung der Herkünfte (vergleiche dazu die Reihung der Länder im Jahr 2000 und 2021).

In Abbildung 4 wird ein auf Österreich fokussierter Ausschnitt des globalen Handelsnetzwerkes von Stickstoffdünger gezeigt, und zwar die Ebene zweiter Ordnung. Für jedes Land werden in dieser Grafik die 5 wichtigsten Importdestinationen angezeigt. Österreichische Exporte werden für diese Darstellung zur Vereinfachung ausgeblendet. Zu den wichtigsten Lieferanten von Stickstoffdünger Österreichs zählen Deutschland, die Slowakei, Ungarn, Polen und Kroatien (vgl. auch Abbildung 2). Die zuletzt genannten Länder beziehen ihrerseits Dünger von Russland (RU), Belarus (BY), Ukraine (UA), Oman (OA), den Niederlanden (NL) und Ägypten (EY). Die Dicke der Pfeile und die Größe des Kästchens mit den Länderkürzeln geben die quantitative Bedeutung an. China (CN) ist global betrachtet ein bedeutender Lieferant, da auf dieser Ebene jedoch keine Pfeile sichtbar sind, liefert dieses Land hauptsächlich an andere Länder, die für die unmittelbaren Lieferungen für Österreich weniger bedeutend sind. Der Vergleich von Abbildung 2 mit Abbildung 4 zeigt, dass Länder mit gewissen bzw. hohem Risiko indirekt zu den wichtigsten Lieferanten Österreichs zählen.

Abbildung 5 zeigt den gesamten Datensatz der Jahre 2000 bis 2021, also eine Zeitreihe. Die gezeigte Entwicklung basiert auf der Analyse des jährlichen globalen Handelsnetzwerks, von welchem bereits ein Ausschnitt für das Jahr 2021 in Abbildung 4 dargestellt wurde. Die Linien geben an, wie diversifiziert die Herkunftsländer sind, aus denen Österreich Stickstoffdünger bezieht. Je höher der so genannte Hub Score ist, umso diversifizierter sind die Bezugsquellen. Die strichlierte Linie zeigt, dass der Grad der Diversifizierung Österreichs während der meisten Jahre sehr gering war und vor allem während des letzten Jahrzehnts deutlich unter der

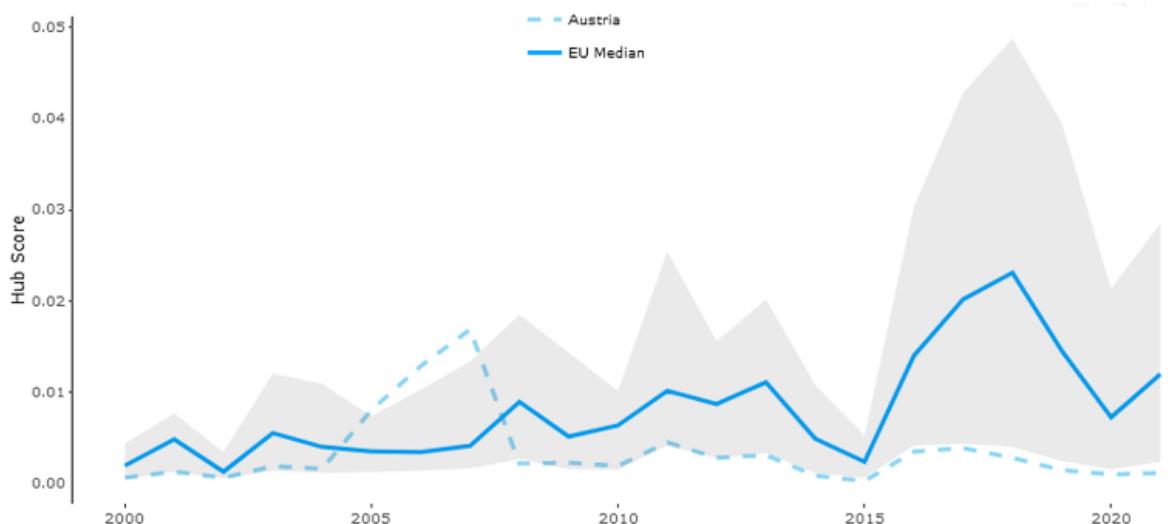
durchgezogenen Referenzlinie, jener der EU insgesamt, lag. Die graue Fläche stellt denn Bandbreite der Diversifizierung in den übrigen EU-Mitgliedsländern dar. Mehr Bezugsquellen verringern die Abhängigkeit von wenigen Quellen und sind daher mit geringerem Ausfallrisiko behaftet. Diese Grafik zeigt also in Verbindung mit den übrigen, ob die Versorgung eher sicherer oder risikobehafteter wurde.

Abbildung 4: **Das Netzwerk der Länder aus denen Österreich 2021 Stickstoffdünger direkt und indirekt bezogen hat**



Q: WIFO Berechnungen auf der Grundlage von BACI-Daten 2023.

Abbildung 5: **Der Grad der Diversifizierung der Herkünfte im globalen Netzwerk des Handels mit Stickstoffdünger zwischen 2000 und 2021**



Q: WIFO Berechnungen auf der Grundlage von BACI-Daten 2023

4. Ein interaktives Dashboard zur Dokumentation der internationalen Abhängigkeit von Vorleistungen für die Agrarproduktion in Österreich

Die im vorigen Abschnitt beschriebenen Darstellungen sind der vom WIFO entwickelten Website https://supplychain.wifo.ac.at/Handel_DuengerN entnommen worden. Dies ist die Internet-Adresse des Dashboards zur Dokumentation der internationalen Abhängigkeit von Vorleistungen für die Agrarproduktion in Österreich.

Die interaktiven Grafiken stellen folgende Sachverhalte dar:

- Direkte Lieferbeziehungen, also Exporte und Importe von relevanten Gütern.
- Indirekte Lieferbeziehungen, also das ganze Netzwerk von Lieferungen auf verschiedenen Ebenen.
- Das Netzwerk-Maß Page-Rank, also die bedeutendsten Quellen von denen Güter bezogen wurden und deren Änderung im Zeitverlauf (wurde im vorigen Abschnitt nicht gezeigt).
- Das Netzwerk-Maß Hub-Score, eine weitere Kennzahl mit dem der Grad der Diversifizierung bestimmt werden kann und das ebenfalls die Veränderung im Verlauf der Zeit anzeigt.

Das Dashboard <https://supplychain.wifo.ac.at/> zeigt nicht bloß die Handelsbeziehungen mit Stickstoffdünger, sondern eine Reihe weiterer für die Landwirtschaft wichtige Inputs. Die Güter bzw. relevanten Nährstoffkomponenten sind:

- Mineraldünger insgesamt (Fertilizer).
- Die Komponenten Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) der Mineraldünger.

- Aminosäuren, die für die Fütterung von Hühnern und Schweinen als Ergänzungsfutter benötigt werden.
- Antibiotika und deren wichtigste Wirkstoffe, die zur Behandlung kranker Tiere (und Menschen) eingesetzt werden.
- Die Lebens- bzw. Futtermittel Sonnenblumen (Sunflower seeds), Mais (Maize), Sojabohnen (Soya beans);
- Der in pflanzlichen Produkten enthaltenen Makronährstoff Rohprotein (Crude protein), der Energiegehalt (Gross Energy in J) und das Mineral Phosphor (Phosphorus). Der Zweck dieser Darstellung ist, sichtbar zu machen wie viele elementare Nährstoffe importiert werden ungeachtet der vielfältigen Agrargüter in denen sie enthalten sind.

Obwohl Österreich im Mittelpunkt des Interesses steht und die interaktiven Darstellungen auf dieses Land zentriert sind, können auch andere Länder in ähnlicher Weise analysiert werden. Somit kann die gesamte Datenbasis des Welthandels genutzt werden, um gut verständliche und leicht einprägsame Maße der Abhängigkeit und Diversifizierung zu einem bestimmten Zeitpunkt und im Verlauf der beiden letzten Jahrzehnte aufzuzeigen. In Verbindung mit den Bedarfen verschiedener Mineralien oder anderen Inputs für die Produktion von Lebensmitteln im Kontext der österreichischen Produktionsregionen gewinnt man damit ein ausgezeichnetes Bild über die Lage während des Beobachtungszeitraums und ihre Veränderung im Verlauf der Zeit.

5. Schlussfolgerungen und Ausblick

In dieser Analyse wurden elementare Kennzahlen vorgestellt, die einerseits zeigen, wie hoch der Bedarf essenzieller Inputs für die landwirtschaftliche Produktion ist, und zwar im regionalen Kontext. Das Beispiel ist Mineraldünger insgesamt bzw. mineralischer Stickstoffdünger. Diese Analyse lässt sich auf weitere Inputs wie Nährstoffe für Tier und Mensch oder Antibiotika ausweiten. Obgleich der Fokus der Darstellung auf Österreich liegt, kann jedes beliebige Land in gleicher Weise analysiert werden, wenn Daten zum regionalen Bedarf verfügbar sind.

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen andererseits, wie sich Daten zum Außenhandel mit Methoden der Netzwerkanalyse nutzen lassen, um Abhängigkeiten wesentlicher Inputs von ausländischen Bezugsquellen aufzuzeigen. Die netzwerkanalytische Aufbereitung von Handelsdaten erweitert die Beurteilung der Abhängigkeit von Lieferungen vom Weltmarkt um mehrere Dimensionen. Zusammenhänge, die allein aus der Betrachtung von bilateralen Handelsdaten nicht sichtbar sind, werden augenfällig und nachvollziehbar und somit besser beurteilbar im Hinblick darauf, ob und inwieweit sich die Versorgungssicherheit verändert hat.

Ergebnisse in dem Detail wie sie hier vorgestellt wurden, waren bisher nicht verfügbar, obwohl die zugrundeliegenden Daten seit Jahrzehnten erhoben werden. Mit den Methoden der Netzwerkanalyse und der kleinräumigen Darstellung der Agrarproduktion sind faktenbasierte Beurteilungen besser möglich als bisher. Der Nutzen dieser Herangehensweise liegt darin, dass die Komplexität der zugrundeliegenden Daten genutzt werden kann, um praktische Fragen der Agrar- und Wirtschaftspolitik zu beantworten.

Für zeitnahe und zeitkritische Analysen ist der gewählte Zugang eine notwendige Voraussetzung. Für die Anpassung der Methoden, den Aufbau von Datenbeständen und für die

Bereitstellung der Informationssysteme muss schließlich Entwicklungsarbeit geleistet werden. Die Erweiterung des gewählten Zugangs, um weitere Vorleistungsgüter zu integrieren – etwa Energieträger oder Saatgut – ist mit relativ geringem Aufwand zu bewerkstelligen. Auch die Aktualisierung der Daten, sobald neue Jahresdaten verfügbar sind, ist einfach zu bewältigen.

Die Werkzeuge, die hier vorgestellt wurden, sind im Wesentlichen neue Zugänge der deskriptiven Statistik, vergleichbar etwa mit Versorgungsbilanzen. Ihr Nutzen und ihr Wert erschließt sich erst, wenn sie in ein laufendes Monitoring integriert sind. Aus den Kennzahlen können Benchmarks abgeleitet werden, die für ein laufendes Monitoring eingesetzt werden sollten. Auf diese Weise kann geprüft werden, ob sich Abhängigkeiten von wenigen, eventuell noch dazu risikobehafteten Quellen verstärken oder ob sie sich verringern. Die zugrundeliegenden Datenquellen können weiters genutzt werden, dem Nutzen der Diversifizierung auch die damit verbundenen Kosten gegenüberzustellen. Auf diese Weise kann die Entwicklung von Strategien unterstützt werden, um Instrumente zu entwickeln, die zur Stärkung der Versorgungssicherheit geeignet sind.

In weiterer Folge sollten die hier vorgestellten Ansätze genutzt werden, um in Szenarien verschiedene Situationen zu evaluieren, mit denen die Robustheit von Lieferketten bestimmt werden kann. Dazu ist es nötig, Modelle zu entwickeln, in denen aus den Netzwerken abgeleitete Parameter für kausalanalytische Fragestellungen herangezogen werden. Damit kann es gelingen, Was-Wäre-Wenn Fragestellungen zu beantworten, etwa die Blockade bedeutsamer Handelsrouten.