



---

# Impuls

## Resiliente Lieferketten für eine starke Wirtschaft

Dr. Dina Barbian, Institut für Nachhaltigkeit  
22. Juni 2022, Berlin

Nationale Hafenstrategie  
Bundesministerium für Digitales und Verkehr

---



**Studium:** Wirtschaftsingenieurwesen

**Promotion:** Nachhaltigkeitsökonomie

**Seit 2012:** Leiterin & Geschäftsführerin,  
Institut für Nachhaltigkeit, Nürnberg

**Forschungs- und Geschäftsbereiche:**

Nachhaltigkeitsberichterstattung,  
CO<sub>2</sub>-Fußabdruck-Berechnungen,  
Digitalisierung & Nachhaltigkeit,  
Resilienzforschung, Systemische  
Risiken in weltweiten Netzen

**Vorlesungen:**

Nationale Nachhaltigkeitsstrategien,  
Digitalisierung & Nachhaltigkeit,  
Supply Chain Management



## Zwei Kernfragen

Wie können Lieferketten resilient(er) gestaltet werden, um weiterhin eine starke und leistungsfähige Wirtschaft in Deutschland aufrecht zu erhalten?

Welche Rolle spielt dabei die deutsche Hafenwirtschaft und vor allem wie kann deren Wettbewerbsfähigkeit gestärkt werden?

# Agenda

1. Gesellschaftliche Herausforderungen (Deutschland, weltweit)
2. Was heißt „Resilienz“? Was sind „resiliente Lieferketten“?
3. Warum brauchen wir „resiliente Lieferketten“?
4. Lösungsansätze für resiliente Lieferketten
5. Nutzeffekte

## Gesellschaftliche Herausforderungen

1. Zunehmende Alterung in der Bevölkerung, geringe Geburtenrate
2. Mangel an qualifiziertem Personal – „Krieg um Talente“ (60-70 % der Arbeit wird von weniger qualifizierten Personen erledigt)
3. Rohstoffarmut (Deutschland und EU), schwankende Weltmarktpreise für Rohstoffe, manchmal Abhängigkeit von einem oder nur wenigen Abbauländern
4. Versorgungsengpässe oder Störung der Lieferketten (aufgrund von Naturkatastrophen, Epidemien/Pandemien, anderen Krisen)
5. Wachsende Müllberge und Umweltverschmutzung, Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur, Klimawandel, Extremwetterereignisse
6. Zunehmende Vernetzung (vernetzte Containerschiffe und andere Fahrzeuge, vernetzte Güter) führt zu einer erhöhten Anfälligkeit für Cyberangriffe

## Was heißt „Resilienz“? Was sind „resiliente Lieferketten“?

### Definition „Resilienz“:

“Resilienz beschreibt im Allgemeinen die Fähigkeit mit Krisen umzugehen und sich schnell von deren Auswirkungen zu erholen.“

Quelle: Boos, W. et al., Studie „Wettbewerbsfaktor Resilienz – Gestärkt durch Krisen“, Aachen 2020.

### Definition „Resiliente Lieferketten“:

Resiliente Lieferketten zeichnen sich dadurch aus, dass diese bei Auftreten von Krisen (natürlicher und menschengemachter Art) sich schnell von deren Auswirkungen erholen bzw. kaum oder wenig beeinflusst werden.

Quelle: Institut für Nachhaltigkeit, Nürnberg 2022.

## Warum brauchen wir „resiliente Liefernetze“?

1. Sicherung der Versorgungssicherheit der Haushalte mit (lebens-) wichtigen Gütern (Lebensmittel, Energierohstoffe)
2. Sicherung der Versorgungssicherheit der Industrie und anderer Branchen mit wertschöpfungsrelevanten Rohstoffen, Halbfertig-gütern und anderen Materialien

## Kritische nichtenergetische Rohstoffe

Kritische Rohstoffe 2020 (neu gegenüber 2017 in Fettdruck)		
Antimon	Hafnium	Phosphor
Baryt	Schwere seltene Erden	Scandium
Beryllium	Leichte seltene Erden	Siliciummetall
Wismut	Indium	Tantal
Borat	Magnesium	Wolfram
Kobalt	Natürlicher Grafit	Vanadium
Kokskohle	Naturkautschuk	Bauxit
Flussspat	Niob	Lithium
Gallium	Metalle der Platingruppe	Titan
Germanium	Phosphorit	Strontium

Quelle: Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Widerstandsfähigkeit der EU bei kritischen Rohstoffen: Einen Pfad hin zu größerer Sicherheit und Nachhaltigkeit abstecken, Brüssel 2020

**Außerdem:**

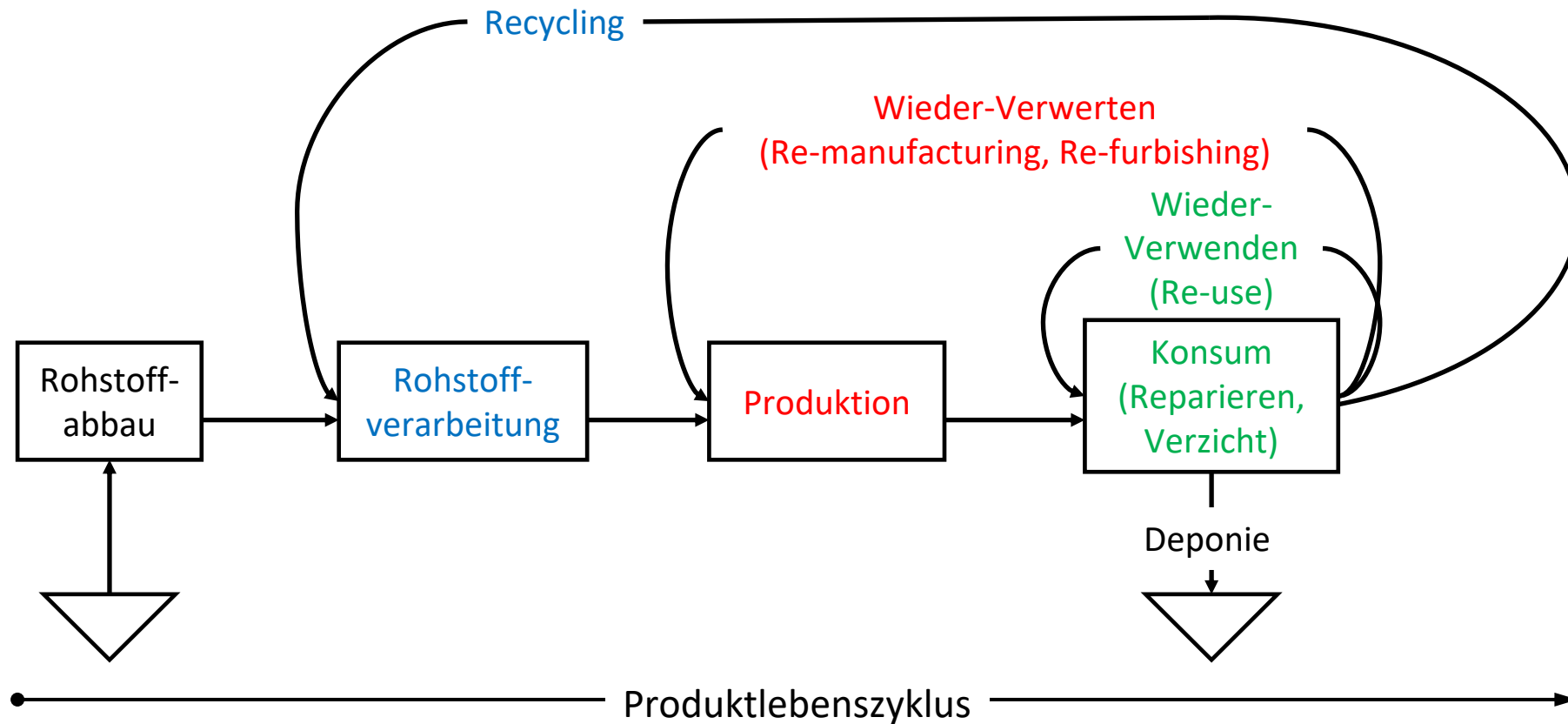
Importierte Primärrohstoffe (Erze, davon zwei Drittel Nichteisenmetallerze, fossile Energieträger (Steinkohle, Erdöl, Erdgas) und andere mineralische Rohstoffe)



## Lösungsansätze

1. Zunehmende Automatisierung
2. Einsatz von Robotik (z. B. für Routinearbeiten), autonome Fahrzeuge, Drohnen für die Ware Zustellung, Einsatz von Exoskeletten und Datenbrillen (VR/AR/MR/XR)
3. Unabhängigkeit von Energierohstoffen durch nationalen Ausbau der Erneuerbaren Energien, unterstützt durch eine Wasserstoffstrategie mit Sektorenkopplung und evtl. Wärmerückgewinnung aus Gewässern, Energieeinsparstrategien
4. Dekarbonisierungsstrategien, unterstützt durch Kompensationslösungen (z. B. CC(G)S, Aufforstung, Moorvernässungen)
5. Einsatz von 3D-Druck zur Einsparung von Ressourcen
6. Kreislaufwirtschaft (Design-to-Repair, Design-to-Recycle, Cradle-to-Cradle)

## Kreislaufwirtschaft – von linear zu zirkulär



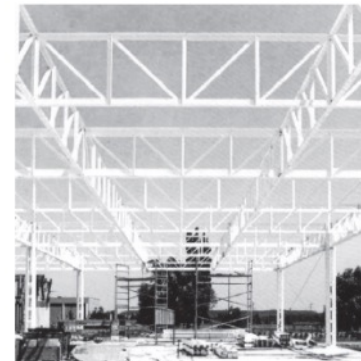
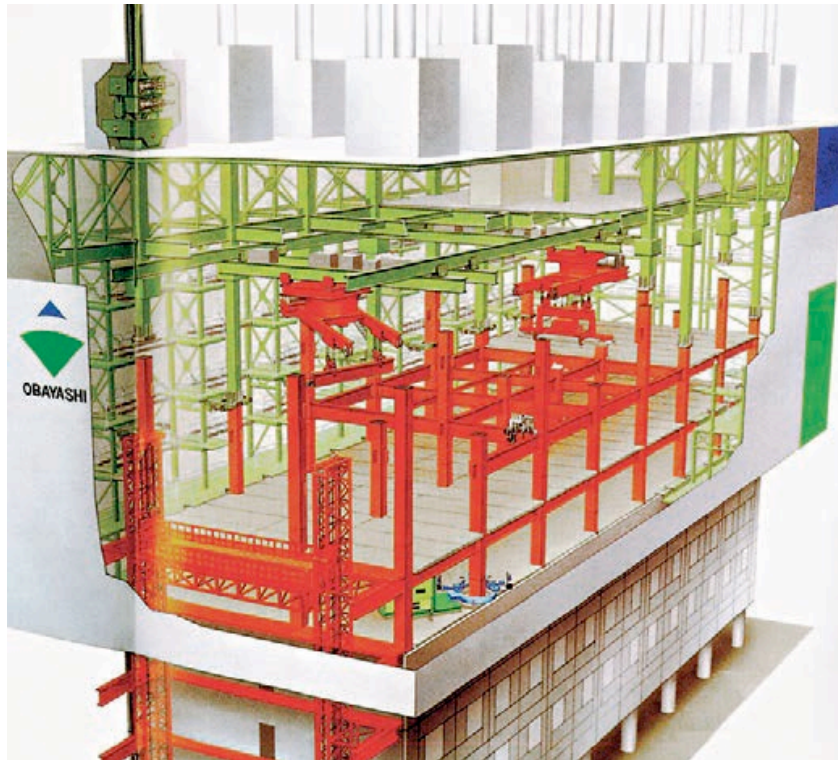
© Institut für Nachhaltigkeit, 2022

## Lösungsansätze

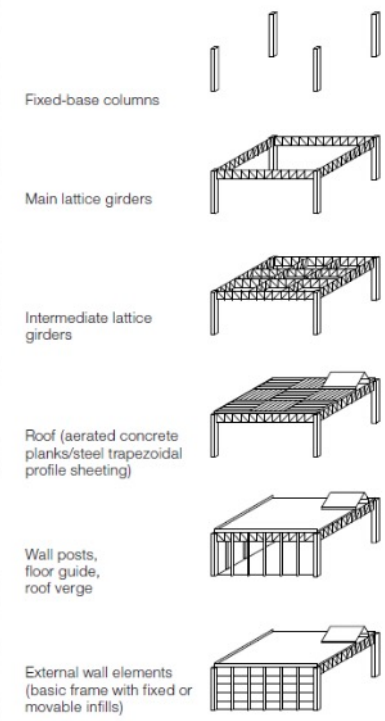
1. Zunehmende Automatisierung
2. Einsatz von Robotik (z. B. für Routinearbeiten), autonome Fahrzeuge, Drohnen für die Ware Zustellung, Einsatz von Exoskeletten und Datenbrillen (VR/AR/MR/XR)
3. Unabhängigkeit von Energierohstoffen durch nationalen Ausbau der Erneuerbaren Energien, unterstützt durch eine Wasserstoffstrategie mit Sektorenkopplung und evtl. Wärmerückgewinnung aus Gewässern, Energieeinsparstrategien
4. Dekarbonisierungsstrategien, unterstützt durch Kompensationslösungen (z. B. CC(G)S, Aufforstung, Moorvernässungen)
5. Einsatz von 3D-Druck zur Einsparung von Ressourcen
6. Kreislaufwirtschaft (Design-to-Repair, Design-to-Recycle, Cradle-to-Cradle)
7. Modularer Aufbau von Produkten, Anlagen, Produktionsstätten



# Modulare Fabrikkonzepte

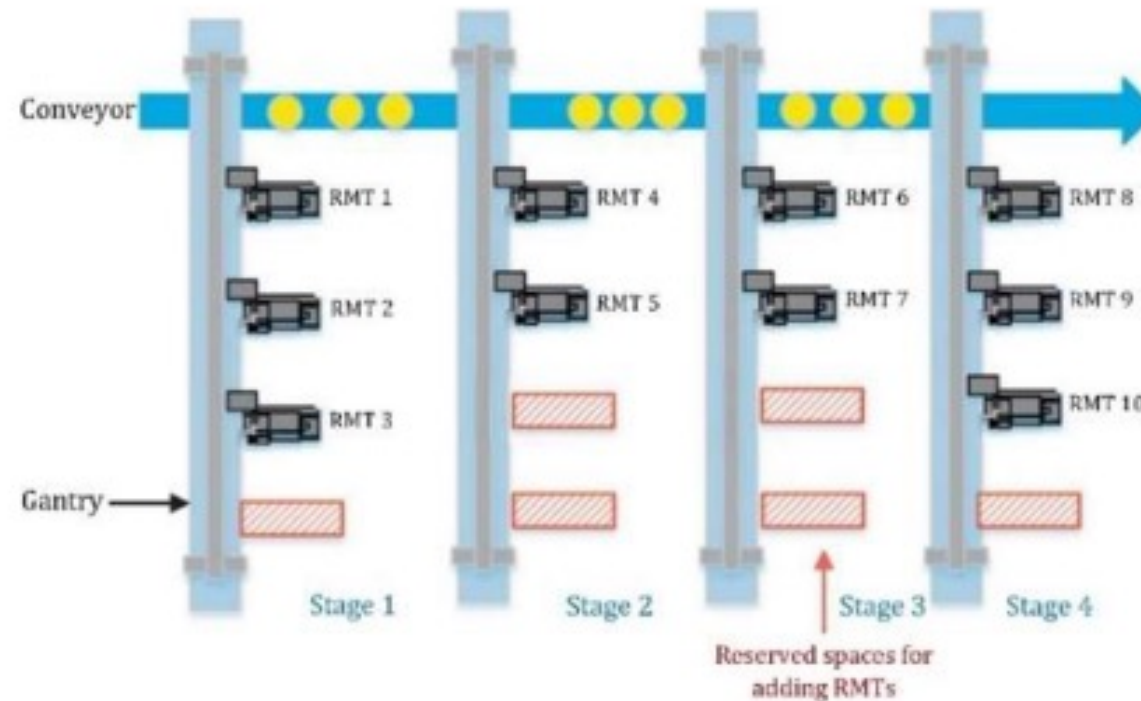


A 55



Quelle: Staib, Dörrhöfer, Rosenthal, 2008.

## Modularität – reconfigurable manufacturing Systems (RMS)



Quelle: Jamiri, A. et al., Developing a Bi-objective Model to Configure a Scalable Manufacturing Line Considering Energy Consumption, in: Dolgui, A. et al. (Eds.), Advances in Production Management Systems, APMS 2021, IFIP AICT 630, pp. 363–371 (revised from Koren, Y., Gu, X., Guo, W., Reconfigurable manufacturing systems: principles, design, and future trends, 2017, Front. Mech. Eng. 13(2), pp. 121-136)

## Lösungsansätze

1. Zunehmende Automatisierung
2. Einsatz von Robotik (z. B. für Routinearbeiten), autonome Fahrzeuge, Drohnen für die Ware Zustellung, Einsatz von Exoskeletten und Datenbrillen (VR/AR/MR/XR)
3. Unabhängigkeit von Energierohstoffen durch nationalen Ausbau der Erneuerbaren Energien, unterstützt durch eine Wasserstoffstrategie mit Sektorenkopplung und evtl. Wärmerückgewinnung aus Gewässern, Energieeinsparstrategien
4. Dekarbonisierungsstrategien, unterstützt durch Kompensationslösungen (z. B. CC(G)S, Aufforstung, Moorvernässungen)
5. Einsatz von 3D-Druck zur Einsparung von Ressourcen
6. Kreislaufwirtschaft (Design-to-Repair, Design-to-Recycle, Cradle-to-Cradle)
7. Modularer Aufbau von Produkten, Anlagen, Produktionsstätten
8. Substitution nicht-erneuerbarer und kritischer Rohstoffe
9. Sharing Economy: Job-Sharing, Anlagen-Sharing, Container-Sharing, etc.



## Lösungsansätze

10. Erhöhung der Transparenz in Lieferketten durch Einsatz von digitalen Lösungen (Blockchain z. B. mit Fokus auf Umweltschutz und Ethik in den Lieferketten, Digitaler Zwilling von Häfen und Routen)

## Rolle des Digitalen Zwillings für resiliente Lieferketten

Digital Product Twin (CAD, 3D modelling)

Digital Production Twin (Machines, Tools)

Digital Performance Twin (Productivity, Efficiency, Quality, Time, KPIs)



© iStockphoto



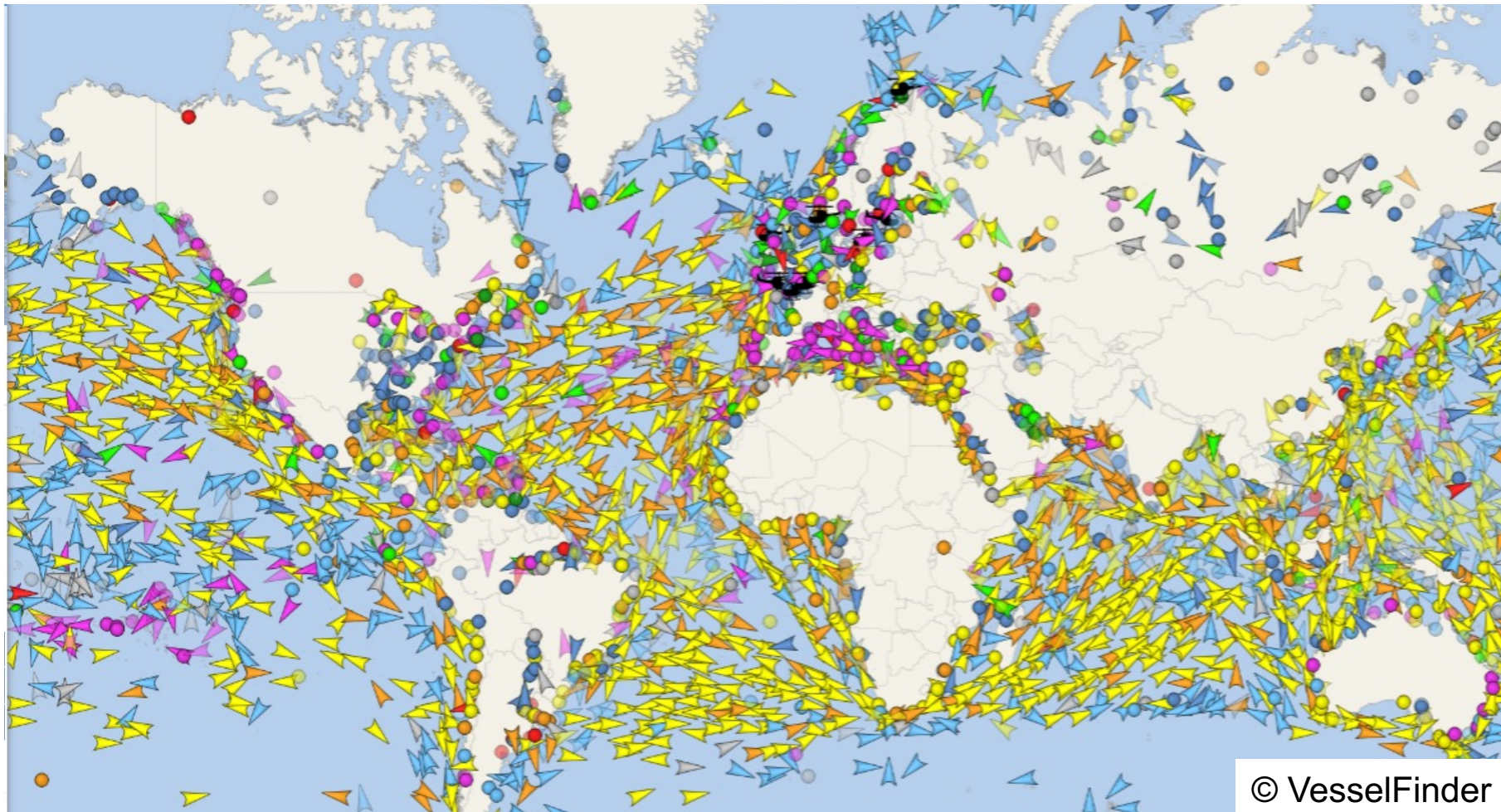


## Lösungsansätze

10. Erhöhung der Transparenz in Lieferketten durch Einsatz von digitalen Lösungen (Blockchain z. B. mit Fokus auf Umweltschutz und Ethik in den Lieferketten, Digitaler Zwilling von Häfen und Routen)
11. Just-in-Time-Tracking mit Verknüpfung von KI-basierten Modellen (z. B. Verknüpfung mit Wetterdaten, um über prädiktive Entscheidungsmethoden (predictive analytics) extreme Wetterlagen im Voraus vorherzusagen)

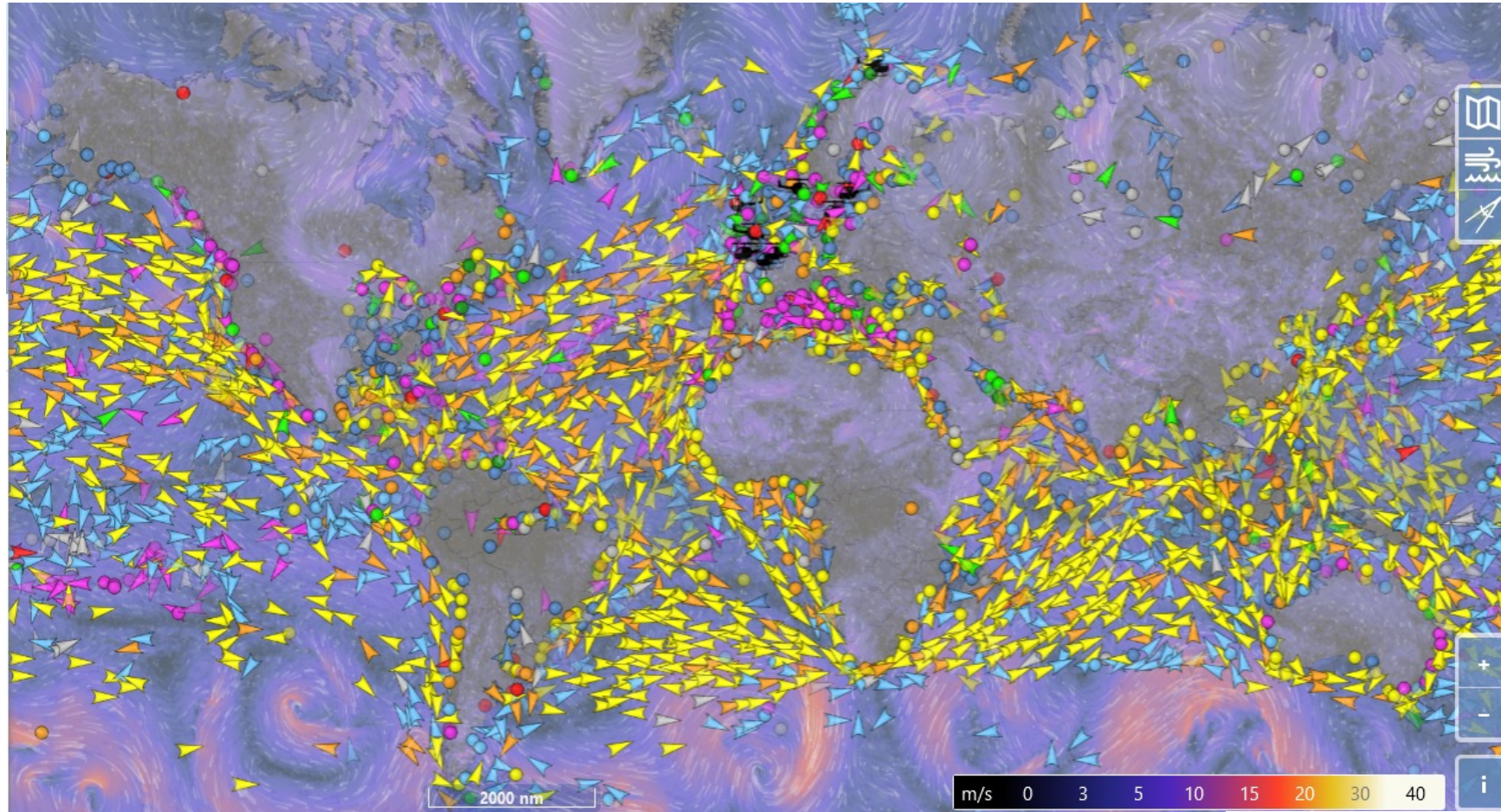


## Tracking von Containerschiffen





## Tracking und Verknüpfung mit Wetterdaten



© VesselFinder

## Lösungsansätze

10. Erhöhung der Transparenz in Lieferketten durch Einsatz von digitalen Lösungen (Blockchain z. B. mit Fokus auf Umweltschutz und Ethik in den Lieferketten, Digitaler Zwilling von Häfen und Routen)
11. Just-in-Time-Tracking mit Verknüpfung von KI-basierten Modellen (z. B. Verknüpfung mit Wetterdaten, um über prädiktive Entscheidungsmethoden (predictive analytics) extreme Wetterlagen im Voraus vorherzusagen)
12. Mustererkennung (durch Datenanalyse), um anhand von Vergangenheitsdaten festzustellen, wo mit hoher Wahrscheinlichkeit Lieferketten unterbrochen werden können
13. „Glokalisierung“ („Globalisierung“ plus „lokal“) beschreibt im Allgemeinen die Auswirkung globaler Effekte auf die regionale Ebene sowie deren Zusammenhänge („Zurück in die Regionen“, „Prinzip der kurzen Wege“)
14. Smarte Mobilität (synthetische Kraftstoffe, Brennstoffzelle, intelligente Steuerungen, Lastenfahrräder)
15. Nachhaltiges Wassermanagement (Grauwassernutzung, Wassereinsparungen)

## Nutzeffekte

1. Erhöhung der Material- und Energieeffizienz
2. Assistenzen zur Unterstützung der Arbeitenden
3. Einsparung von Arbeitskräften, Rohstoffen und Zeit
4. Innovationsschub für die wirtschaftliche Entwicklung
5. Frühere Fehlererkennung, reduzierte Ausfallzeiten
6. JIT-Entscheidungen und -Anpassungen sind möglich
7. Optimierung von Sharing-Management-Systemen
8. Verwaltung von EOL-Ressourcen: Aufarbeitung/Wiederaufbereitung, Wiederverwendung/Wiederverteilung, Recycling

## Fazit – Resiliente Lieferketten für eine starke Wirtschaft



**ZUKUNFTS-  
HAFEN**

*Auftaktveranstaltung zur  
Nationalen Hafenstrategie*



---

**Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Für Fragen:  
[barbian@nachhaltigkeit2050.de](mailto:barbian@nachhaltigkeit2050.de)**

## Literatur

- Barbian, D.: Ökonomie und Sustainable Development – Entwicklung eines Ansatzes zur Umsetzung von Nachhaltigkeit, Dissertation, Aachen 2001.
- Barbian, D. und Spiegel, G.: CO<sub>2</sub> als Rohstoff zur Nutzung in zirkulären Prozessen, in: Jeschke, B.G. und Heupel, T. (Hrsg.), Bioökonomie, Wiesbaden 2022, S. 177-199.
- Barbian, D.: Digitale Transformationsprozesse in der Lagerlogistik - Möglichkeiten und Grenzen durch den Einsatz von Exoskeletten, in: Praxishandbuch Logistik, 2019.
- Barbian, D.: Industrie 4.0 in der Lagerlogistik – Überblick, aktuelle Trends und Folgen für eine nachhaltige Entwicklung, in: Glock, C. and Grosse, E. (Hrsg.), Warehousing 4.0 – Technische Lösungen und Managementkonzepte für die Lagerlogistik der Zukunft, Lauda-Königshofen 2017, S. 17-36.
- Barbian, D.: Our common WASTE – solutions for a sustainable society, in: Plöhn, J. and Chobanov, G. (eds.), Sustainability and Welfare Policy in European Market Economies, Frankfurt am Main 2017, S. 127-145.
- Barbian, D.: Cyber-physical Systems - Can they contribute to more sustainability? in: Herzog, M., ICT driven fairness and sustainability, Berlin 2015, S. 29-44.
- Mertens, P. und Barbian, D.: Beherrschung systemischer Risiken in weltweiten Netzen, Informatik Spektrum 38 (2015) 4, S. 283-289.



## Was heißt „Nachhaltigkeit“?

Dauerhafte Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.

*WCED (Brundtland-Report), Unsere gemeinsame Zukunft, 1987*

