



Transport und Lagerung von Ammoniak

Philipp Müller (Fraunhofer IML)

Mitwirkende Institute: IML, ICT, IGB, IKTS, IML, IMM, IMW, ITWM, UMSICHT

Transport und Lagerung von Ammoniak

Von der Erzeugung bis zur Anwendung: Transport, Lagerung und sichere Versorgungsstrukturen



1

Transport- und Speicherstrukturen planen

Standorte, Wege und Mengen gemeinsam betrachten.

2

Versorgungsketten optimieren und simulieren

Strategische Planung mit dynamischem Betrieb verknüpfen.

3

Sicherheit und Anwendungsszenarien bewerten

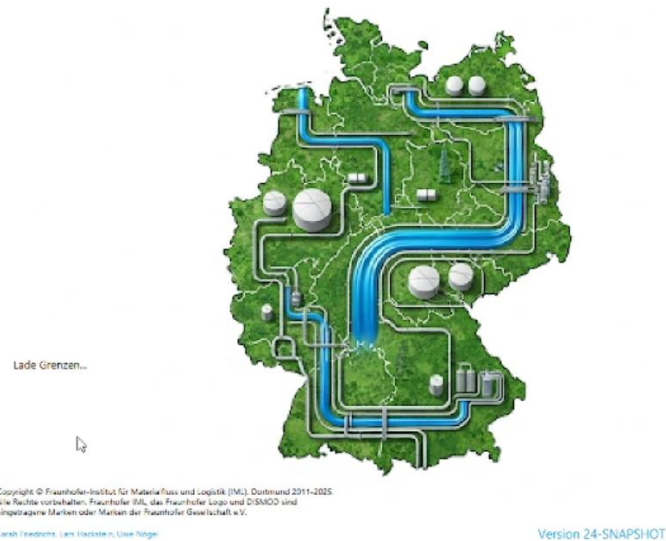
Logistik, Sicherheit und Standortumfeld zusammendenken.

» AmmoniaFlow « | Fraunhofer-Leitprojekt » AmmonVektor «

Logistische Verknüpfung von Verbrauchern, Speicheroptionen und Infrastruktur

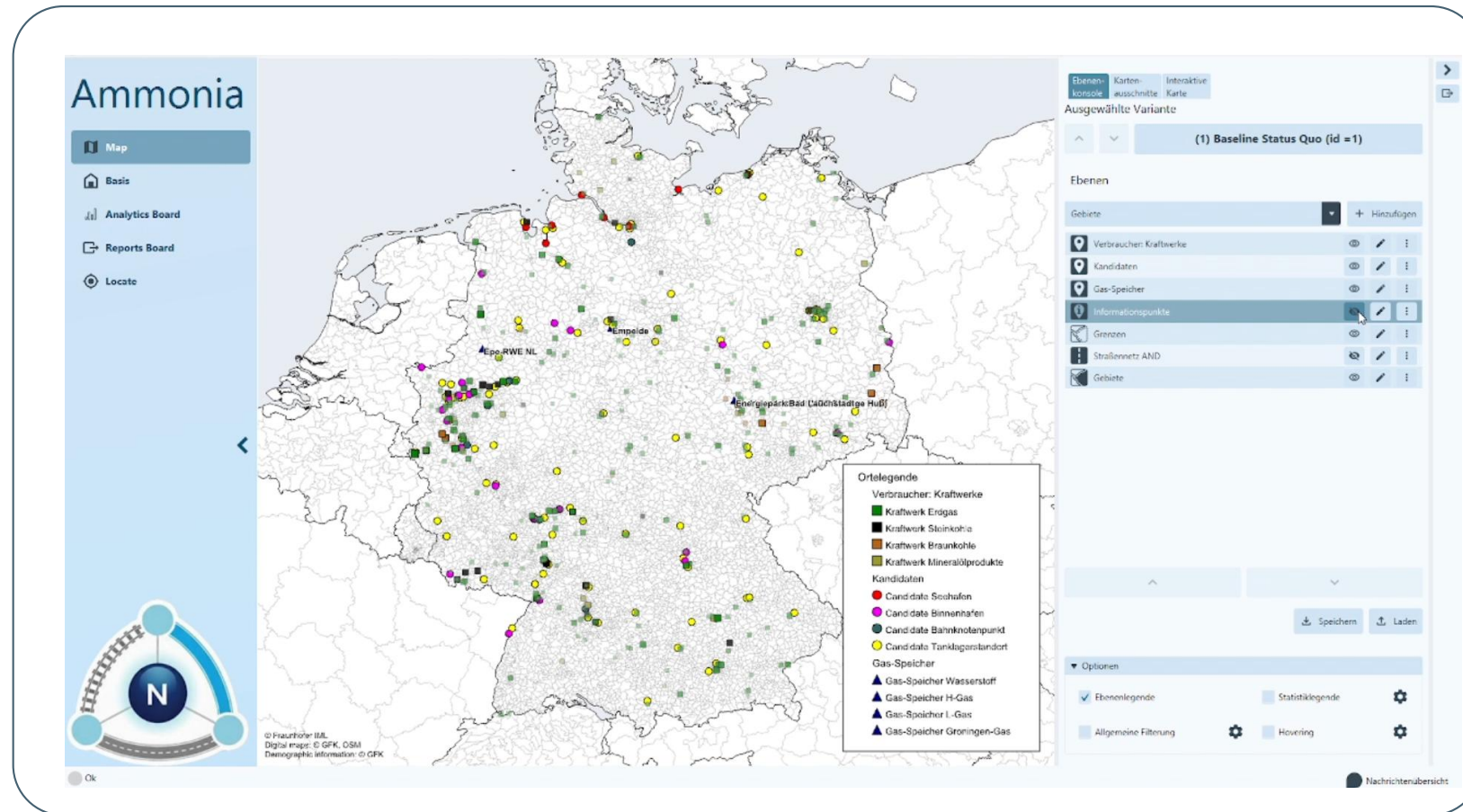
AmmoniaFlow

Germany's Network Planner



» AmmoniaFlow « | Fraunhofer-Leitprojekt »AmmonVektor «

Logistische Verknüpfung von Verbrauchern, Speicheroptionen und Infrastruktur



Industrielle Verbraucher

Potenzielle Abnehmer liegen über Deutschland verteilt.

Speicher- und Hubstandorte

Regionale Knoten verbinden große Mengenströme mit lokaler Nachfrage.

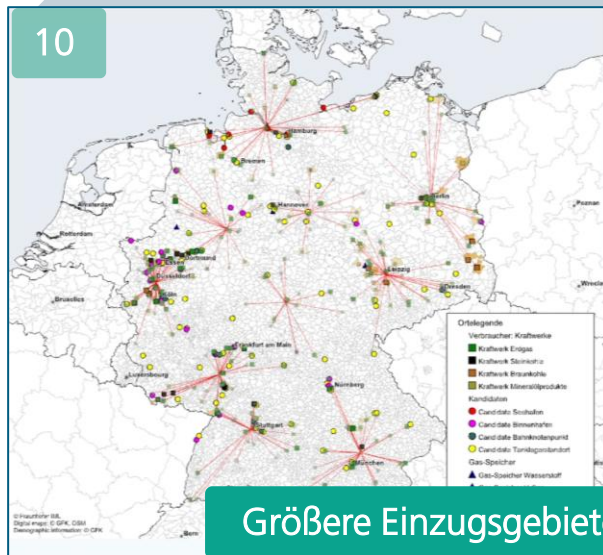
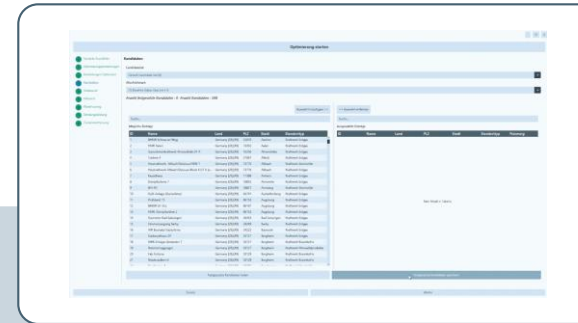
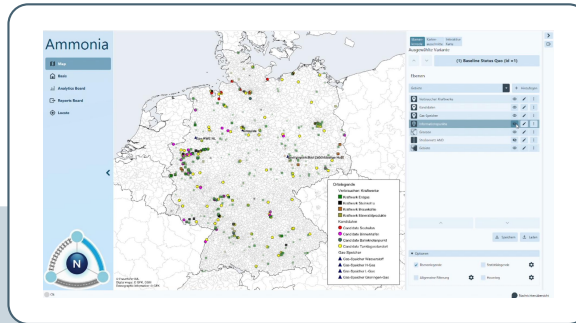
Netzwerk statt Einzeltransport

Entscheidend ist die Struktur der gesamten Versorgungskette.

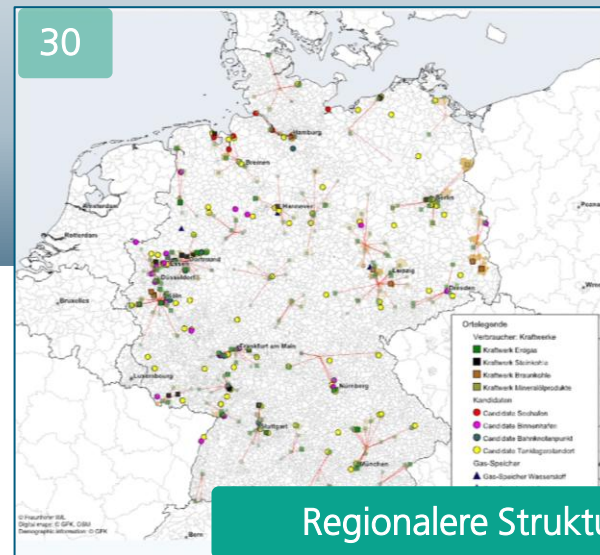
Leitfrage: zentral oder dezentral?

Zentral oder dezentral?

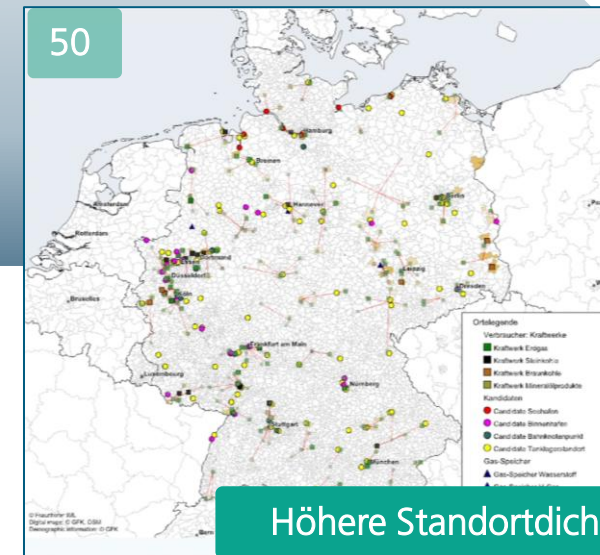
Beispielhafte Netzwerkoptimierung mit 10, 30 und 50 regionalen Speichern



Größere Einzugsgebiete



Regionalere Struktur



Höhere Standortdichte

Optimierung unter Gesichtspunkten von

- Kosten,
- Transportwegen und
- Nachfrage

Gewährleistung der Netzwerkfunktion unter Störungen

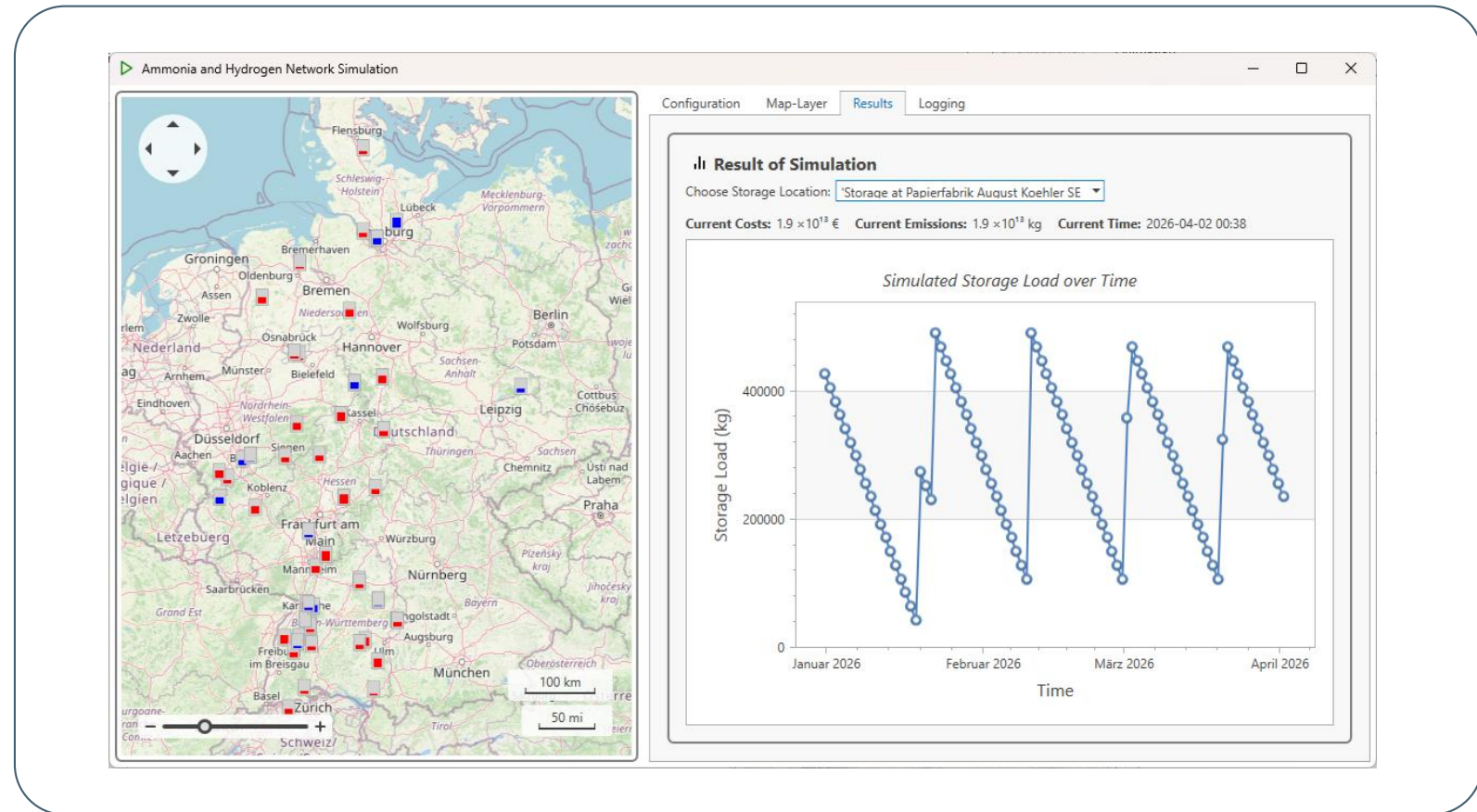
Discrete Event Simulation ergänzt die strategische Konfigurationsplanung

Zielsetzung für Nutzenden

- Bewertung einer Konfigurationsplanung für unterschiedliche Nachfrage- und Kostenszenarien
- Discrete Event Simulation mit interaktiver UI

Funktionsweise

- Auswahl unterschiedlicher Transport- und Steuerungsstrategien
 - Distanzbasiert
 - Kostenbasiert
 - Kosten und Emission, vorausschauend über mehrere Perioden (neu)
- Erweiterung der Nutzerinteraktion / UI
 - Auswahl der Algorithmik
 - Granularität und Zeitlimits
 - Schieberegler: Störung des Verbraucherbedarfs
 - Anzeige Speicherfüllstände und KPIs in Echtzeit
 - Abbruch mit Ergebnisauswertung



Transport oder Lagerung?

Sicherheitsaspekte und Rechtsfolgen von wasserfreiem NH₃ in Transportbehältern

Beispiel Tankcontainer T50

- 20 ft-Container für intermodalen Verkehr
- $V = 24,6 \text{ m}^3$, **Masse NH₃ = 13 t**
- Abstellen eines vollen Tankcontainers (> 24 h):
 - »genehmigungsbedürftige Lagerung« (4. BImSchV, vereinfachtes Verfahren)



[Quelle: www.seaco.com]

Beispiel Eisenbahnkesselwagen P26BH

- Flüssiggas-Kesselwagen für Ammoniak, G86.104D (VTG)
- $V = 104 \text{ m}^3$, **Masse NH₃ = 55 t**
- Abstellen eines vollen Kesselwagens (> 24 h):
 - »genehmigungsbedürftige Lagerung« (4. BImSchV, förmliches Verfahren)
 - »Betriebsbereich der unteren Klasse« (StörfallV)



[Quelle: VTG Rail Europe GmbH, www.vtg.com]

Technisches Regelwerk für reines Ammoniak

Bedeutung für Transport, Lagerung und Standortplanung

1

Unmittelbar relevante Regeln



Technische Regeln für Gefahrstoff (TRGS) 407, 745 und 746 bilden die praktische Grundlage für den sicheren Umgang mit NH_3 .

- **TRGS 407:** Gefährdungsbeurteilung bei Gasen
- **TRGS 745:** mobile / ortsbewegliche Druckbehälter
- **TRGS 746:** stationäre Druckanlagen

3

Ausbreitungsbetrachtung



Auch kleinere Freisetzungen sollten betrachtet werden (Szenarioanalyse)

→ Entscheidend nicht nur Lagermenge, sondern

- konkretes Freisetzungsszenario inkl. externer Einflussfaktoren (bspw. Wind)
- Auswirkungen auf Umgebung

Sicherheit

Planungsparameter für Lager-, Umschlag- und Distributionsstandorte.

2

TRAS 110 als Orientierungsrahmen



- Die Technische Regel für Anlagensicherheit (TRAS) 110 gilt formal für Ammoniak-Kälteanlagen ab 3 t NH_3 .
- Nahe Schutzobjekten wird ihre Anwendung bereits **ab 300 kg** empfohlen.
- Für neue NH_3 -Anwendungen ist sie ein wichtiger sicherheitstechnischer Maßstab.

4

KAS-18 und Abstände für Neuplanungen

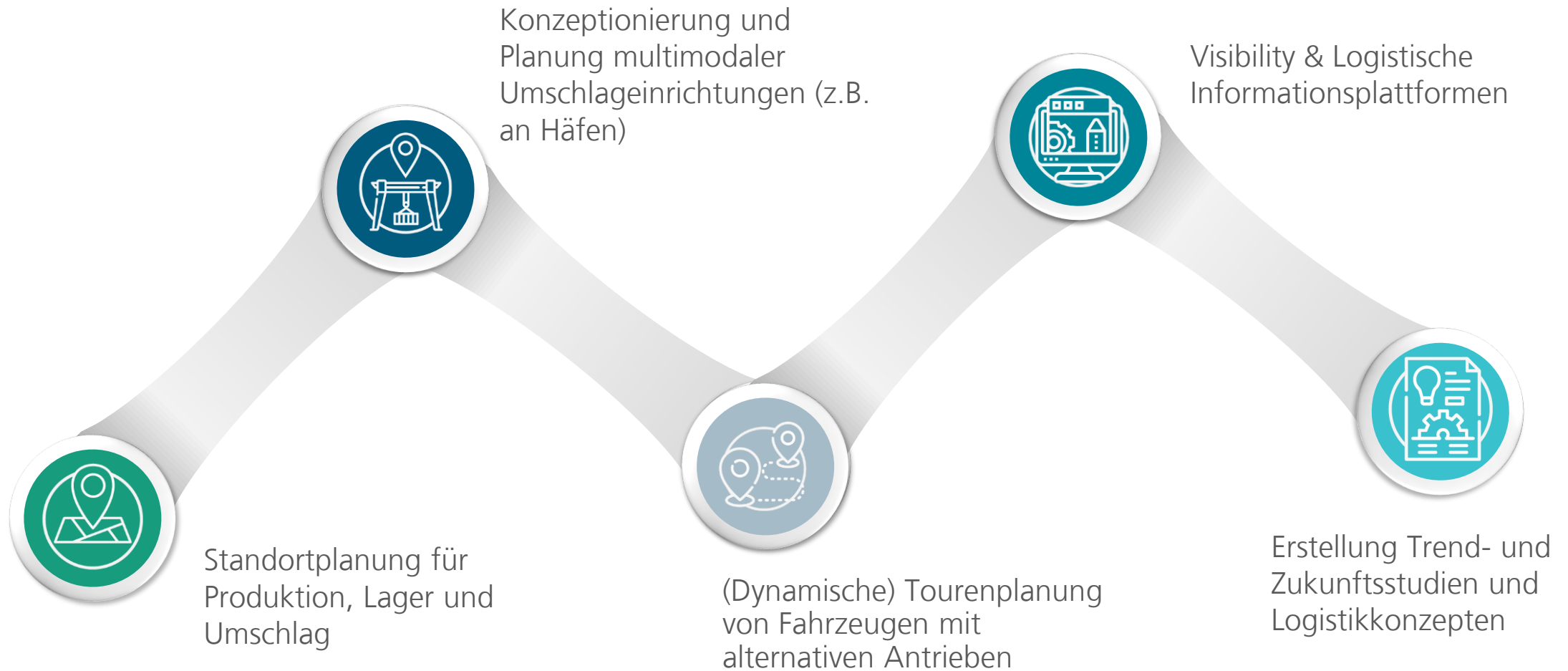


Für Betriebsbereiche nennt die Kommission für Anlagensicherheit (KAS) KAS-18 bei fehlenden Detailkenntnissen für Ammoniak einen planerischen Achtungsabstand der Klasse II von **500 m**.

Wichtig: Das ist kein pauschaler Mindestabstand; die konkrete Bewertung ist anlagen- und szenarienspezifisch.

Themenfeld Dekarbonisierung und Wasserstoff

Dienstleistungsportfolio „Verkehrslogistik“



EastGateH2V

Aufbau eines H₂-Valleys in Kosice (Slowakei)



Hintergrund

- Entwicklung eines H₂-Valleys in der Region Kosice (Ostslowakei) mit Schwerpunkt auf Anwendungen im Mobilitätssektor, insbesondere Busse und ein Müllfahrzeug, ein H₂-betriebenes Touristenboot und VTOL-Fahrzeuge für die Luftfahrt sowie die Versorgung bestehender industrieller Anwendungen mit H₂.

Scope IML

- Standortplanung für Produktion, Lager und Umschlag von H₂
- (Dynamische) Tourenplanung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben
- Dauer: 04/2025 - 03/2031**



Quintessenz aus logistischer Perspektive

Transport und Lagerung integraler Bestandteil eines möglichen Ammoniak-Hochlaufs



Produktion allein schafft noch keine Versorgung

Transport, Speicher und Umschlag sind Teil des Energiesystems und bestimmen, welche Verbraucher auf welche Art erreicht werden.

Zentral oder dezentral ist kein Entweder-oder

Die geeignete Distribution hängt von Nachfrage, Mengen, Verkehrsträgern und vorhandener Infrastruktur ab.

Sicherheit und Resilienz von Beginn an mitplanen

Sie beeinflussen Standorte, Speichergrößen und die Ausgestaltung der gesamten Versorgungskette.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Philipp Müller, M.Sc.
Abteilung Verkehrslogistik
Tel. +49 231 9743 363
philipp.mueller@iml.fraunhofer.de



Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4
44227 Dortmund
www.iml.fraunhofer.de