



Ausschuss für Umwelt, Klima, Nachhaltigkeit und Landwirtschaft der Stadt Krefeld

F&E-Projekt:

Wasserstoffaktivitäten in Krefeld – eine **Datengrundlage** zur Entwicklung einer Wasserstoffstrategie für Krefeld

SWK E² - Institut für Energietechnik und Energiemanagement

Prof. Dr.-Ing. Jörg Meyer, Marius Madsen, Lukas Saars



Agenda

1

Projektinhalte und Grundlagen

2

Priorisierung der Wasserstoffnutzung

3

Analyse der Wasserstoffnutzung in Krefeld

4

Förderprogramme

5

Fazit & Diskussion

Projekthalte und Grundlagen

Arbeitspakete im Projekt

Laufzeit: April bis Oktober 2022

Ergebnisdarstellung:
Vorschläge für weiteres
Vorgehen

3



Analyse der ermittelten
Wasserstoffaktivitäten und
Übersicht zu
Preisentwicklungen

2



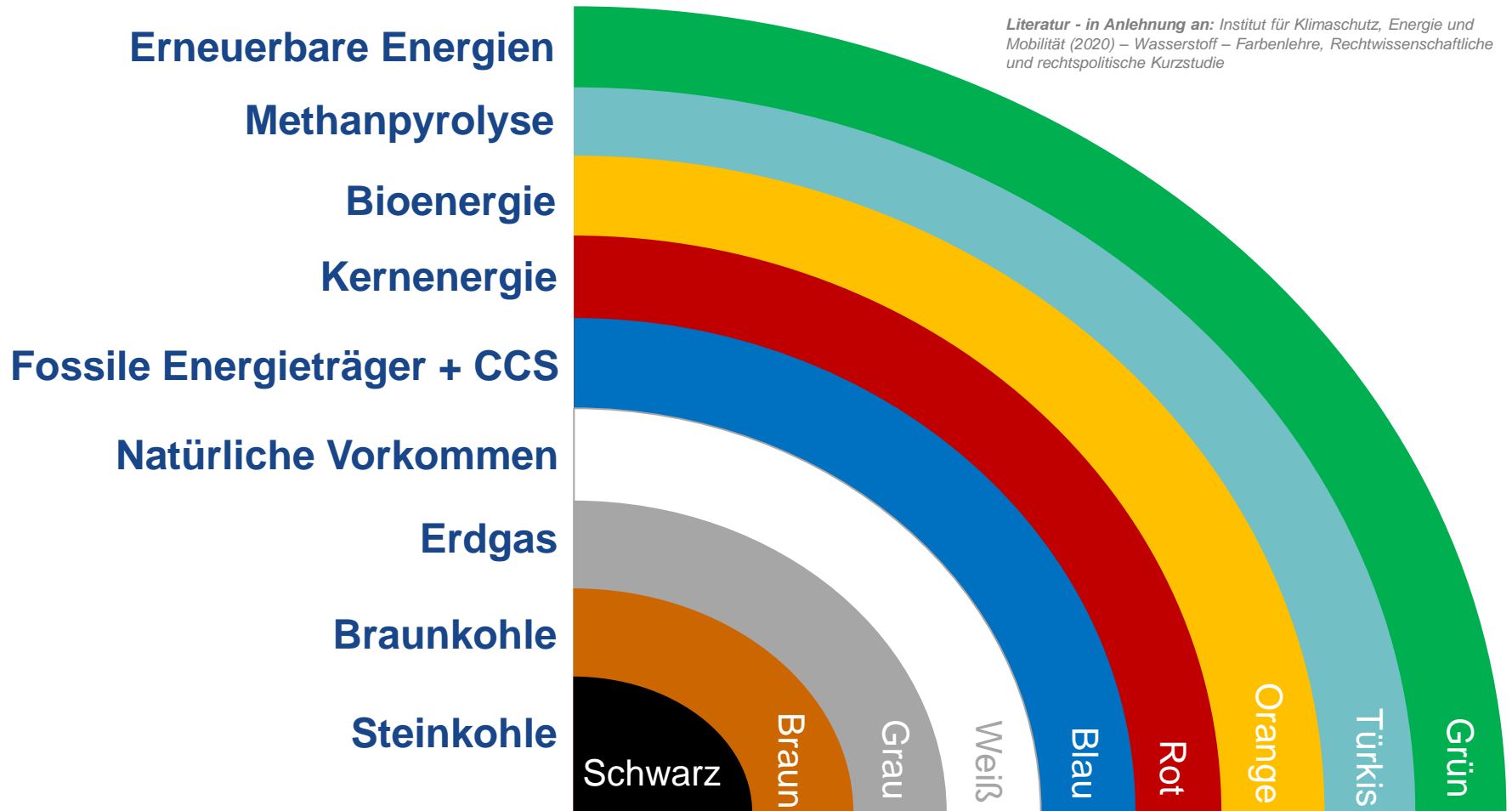
Recherche vorhandener
Wasserstoffaktivitäten in Krefeld

1



Projekthalte und Grundlagen

Schwarz, Braun, Grau, Weiß, Blau, Rot, Orange, Türkis, Grün



Projekthalte und Grundlagen

Chem. Eigenschaften des Energieträgers Wasserstoff



Definition: Wasserstoff ist das **1. Element** des Periodensystems der Elemente und unter Normalbedingungen ein **farbloses, geschmack- und geruchloses Gas**.

<i>Literatur: Institut für Energietechnik – HSR Hochschule für Technik Rapperswil</i>	Wasserstoff (H ₂)	Methan (CH ₄)
Massebezogener Heizwert	33,33 kWh/kg	13,90 kWh/kg
Volumenbezogener Heizwert (bei 1,013 bar und 25 ° C)	3,00 kWh/m ³	9,94 kWh/m ³



Bedeutung am Beispiel Krefeld: Welche Wasserstoffmenge wird bei einer **Beimischung** benötigt? (Annahme: Erdgasverbrauch in Krefeld → **2.388 GWh/a**)

Anteil	Vol. %-Beimischung	Energieanteil %-Beimischung
10%	24 Mio. m ³ (oder 72 GWh)	80 Mio. m ³ (oder 240 GWh)
100%	240 Mio. m ³ (oder 720 GWh)	796 Mio. m ³ (oder 2.388 GWh)

auf den Heizwert bezogen

Agenda

1

Projektinhalte und Grundlagen

2

Priorisierung der Wasserstoffnutzung

3

Analyse der Wasserstoffnutzung in Krefeld

4

Förderprogramme

5

Fazit & Diskussion

Priorisierung der Wasserstoffnutzung

Wieso ist die strukturierte Priorisierung entscheidend?



Ziel: Mit der **objektiven** und **begründeten Priorisierung** sollen die **Anwendungsmöglichkeiten** identifiziert werden, die bei dem **Einstieg** in die **Wasserstoffwirtschaft zu Beginn** betrachtet werden sollten!



Herausforderung: Die Abgabe einer **belastbaren Einschätzung ohne** die Erstellung **umfangreicher Business-Cases** ist sehr schwierig. Es kann nur eine **qualitative Bewertung** vorgenommen werden.

Vorgehensweise

1. **Identifizierung** der **potentiellen Anwendungsmöglichkeiten** und verschiedener **Kriterien** zur **objektiven Bewertung** (Berücksichtigung der Aktivitäten der Nachbarkommunen)
2. **Nutzung** geeigneter **Literatur** und **Studien** von **etablierten Institutionen**, um eine **literaturbasierte Bewertung** mithilfe eines **Notensystems** vorzunehmen
3. **Erstellung** einer **Rangliste**, die bei den **Kontaktanfragen** und der **Auswertung** der **Rückmeldungen berücksichtigt** wird

Priorisierung der Wasserstoffnutzung

Bewertungskriterien

Komplexität	Ist bereits Infrastruktur vorhanden? Welchen Umfang haben die notwendigen Umstellungen/Umrüstungen ? Sind diese mit bereits etablierten Technologien möglich oder ist größerer Forschungsaufwand notwendig?
Kosten	Welche Kosten würde eine Umstellung/Umrüstung verursachen? Rechnet sich der Betrieb mit Wasserstoff im Vergleich zu alternativen klimaneutralen Technologien ?
Zeit	Welcher Zeitraumen ist für eine Umstellung/Umrüstung realistisch? Ist Wasserstoff für die Erreichung der Klimaziele und der damit festgelegten Zielmarken eine geeignete Lösung?
THG-Reduktion	Welchen Einfluss hat die Maßnahme (Gesamtprozessumstellung) auf die Emissionen von Treibhausgasen des Prozesses?
Substituierbarkeit	Lässt sich der Einsatz von Wasserstoff durch andere Technologien substituieren ? Sind diese effizienter (weniger Wirkungsgradverluste) als die Anwendung von Wasserstofftechnologien?

Priorisierung der Wasserstoffnutzung

Einschätzung auf Grundlage der Literatur

<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #002060; margin-right: 5px;"></div> Breite Verwendung von Wasserstoff </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #0070C0; margin-right: 5px;"></div> Erprobung in Form von Modellprojekten </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #00B0F0; margin-right: 5px;"></div> Bisher keine Verwendung von Wasserstoff </div>	Komplexität	Kosten	Zeit	THG-Reduktion	Substituierbarkeit
Chemische Industrie inkl. Düngemittelherstellung	2	2	1	2	1
Petrochemische Industrie	2	2	1	2	1
Stahlherstellung	4	3	1	2	1
Zementherstellung	2	2	3	4	4
Flug-, Zug- und Schiffverkehr	4	3	4	2	2
Schwerlastverkehr	3	2	3	2	3
Stromerzeugung	3	4	3	5	4
Motorisierter Individualverkehr	3	3	2	2	5
Dezentrale Wärmeerzeugung	3	5	3	3	5
Zentrale Wärmeerzeugung	3	5	5	3	5

Priorisierung der Wasserstoffnutzung

Ergebnis: Rangfolge der Anwendungsmöglichkeiten

1	Chemische Industrie inkl. Düngerherstellung
2	Petrochemische Industrie
3	Stahlherstellung und -verarbeitung
4	Schwerlastverkehr
5	Flug- und Zugverkehr, Schifffahrt
6	Zementherstellung
7	Motorisierter Individualverkehr
8	Stromerzeugung
9	Dezentrale Wärmeerzeugung
10	Zentrale Wärmeerzeugung

Agenda

- 1 Projektinhalte und Grundlagen
- 2 Priorisierung der Wasserstoffnutzung
- 3 **Analyse der Wasserstoffnutzung in Krefeld**
- 4 Förderprogramme
- 5 Fazit & Diskussion

Analyse der Wasserstoffnutzung in Krefeld

Kontaktanfragen

Wasserstoff	Kontaktaufnahme status	
Covestro	noch kein Kontakt	Hydrierung von Polymeren
Lanxess	In Kontakt	Hydrierung zur Herstellung von Hexandiol u.a.
Outokumpu	noch kein Kontakt	Wärmebehandlung von Stahlerzeugnissen
Siemens	noch kein Kontakt	Wasserstoffzüge
Rheinhafen	In Kontakt	Betankung von Schiffen mit alternativen Kraftstoffen
DHL Paketzentrum	In Kontakt	Wasserstofftankstelle für LKW
Logistikzentrum Netto	noch kein Kontakt	Wasserstofftankstelle für LKW
Air Liquide	noch kein Kontakt	Weltmarktführer bei Gasen
Stadtwerke Krefeld AG	In Kontakt	Mobilität
Milchviehhof Schleupen	noch kein Kontakt	Produktion von Wasserstoff direkt aus Biogas
Laufenberg GmbH	In Kontakt	Verpackungsindustrie

Wärmeenergie / gr. Ammoniak	Kontaktaufnahme status	
thyssenkrupp	noch kein Kontakt	Herstellung
Compo Expert	noch kein Kontakt	Herstellung von Ammoniak als Düngemittel
Schmolz und Siempelkamp		
Cargill		

Kontaktanfragen durch Frau Blaszczyk. Rückmeldungen wurden ausgewertet.
Gespräche wurden geführt mit:

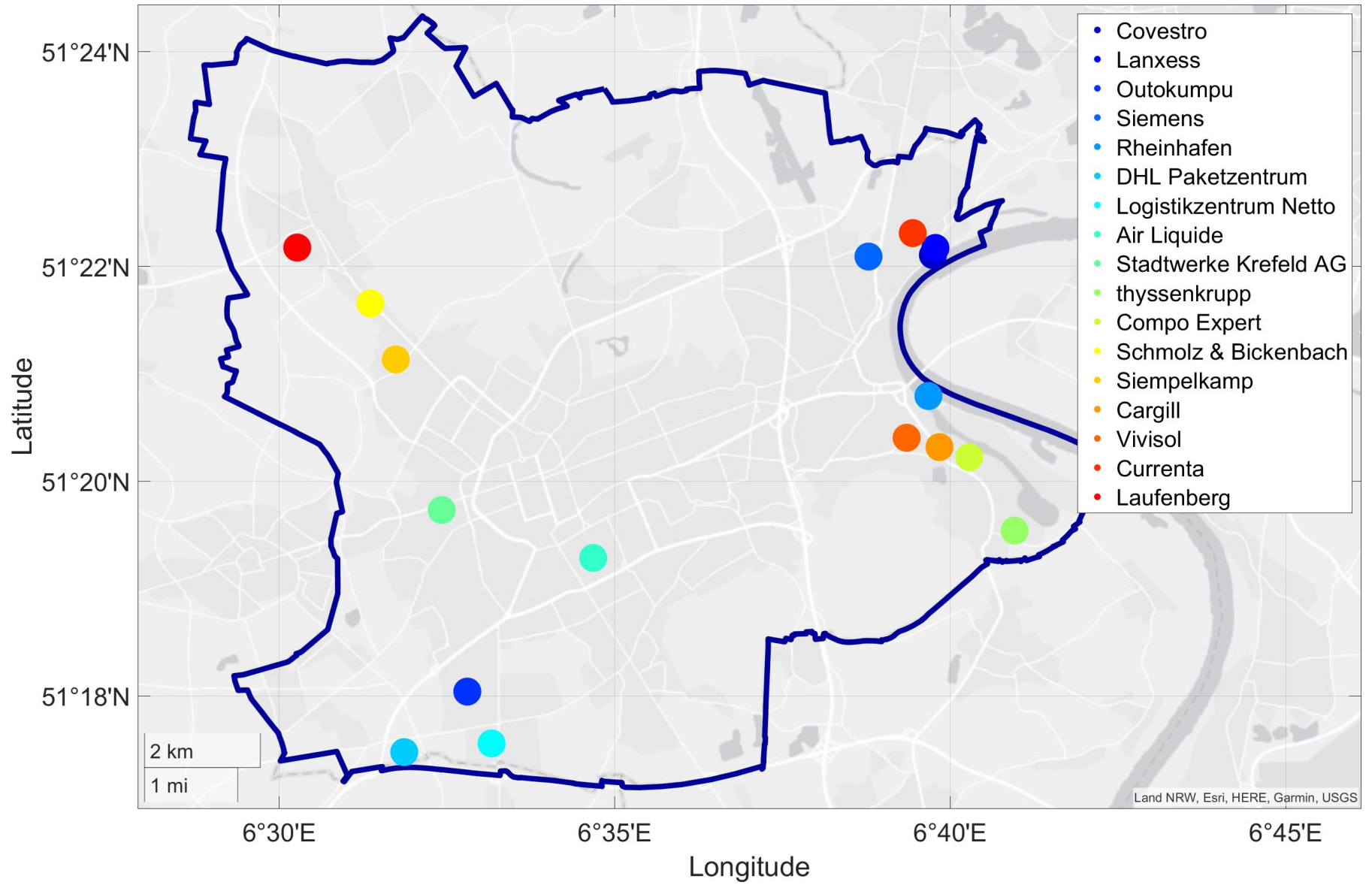
- Laufenberg GmbH
- Schmolz und Bickenbach Guss
- Rheinhafen
- Cargill
- Lanxess
- DHL Paketzentrum
- Stadtwerke Krefeld

Ausgefüllter Fragenkatalog



Sauerstoff
[Air Liquide](#)
[Vivisol](#)

Angesprochene Unternehmen, Stand: 09.09.2022



Analyse der Wasserstoffnutzung in Krefeld

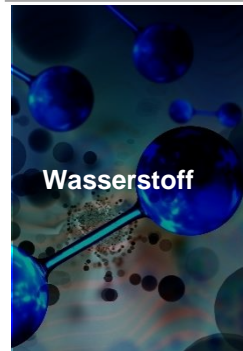
Kontaktanfragen – Auswertung Fragekatalog

Unternehmensumfrage (Ausschnitt):



Besteht in naher Zukunft die Überlegung in Erneuerbare Energien zu investieren?

Wird derzeit überschüssige elektrische Energie erzeugt?



Werden in Ihrem Unternehmen Produkte für die Wasserstoffwirtschaft hergestellt?

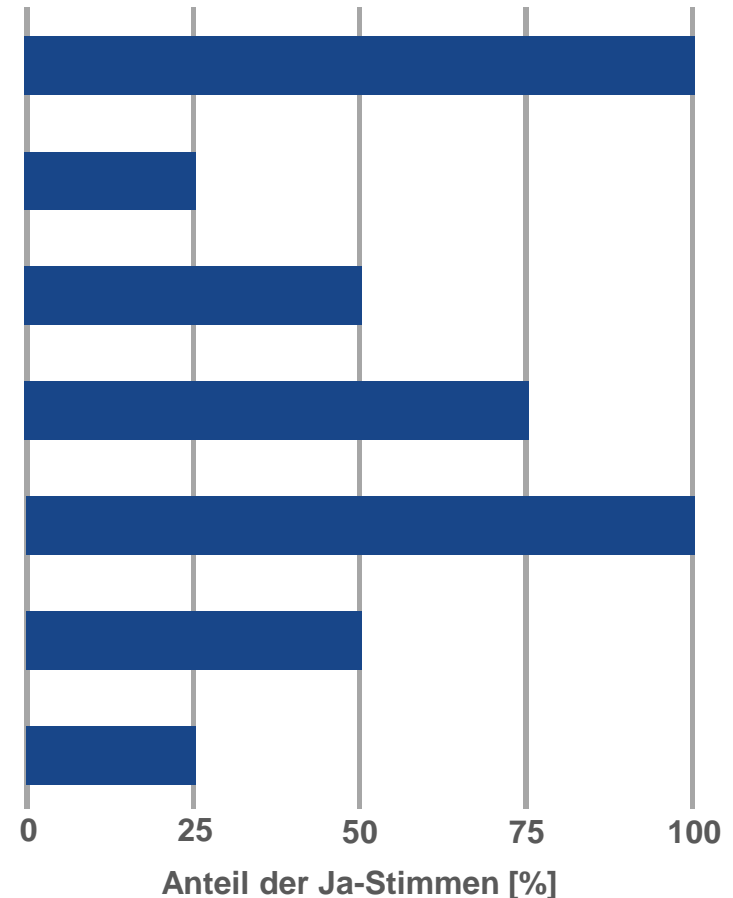
Besteht Interesse an einem möglichen Anschluss an das derzeitige Wasserstoffnetz in NRW?

Wurde das Thema Wasserstoff schon einmal im Unternehmen angesprochen? Gibt es potentielle Projektideen?



Hat Ihr Unternehmen Bedarf an Sauerstoff?

Hat Ihr Unternehmen Bedarf an Wärme mit einem Temperaturniveau von etwa 60 Grad Celcius?



Analyse der Wasserstoffnutzung in Krefeld

Kontaktanfragen – eine der potentiellen Projektideen



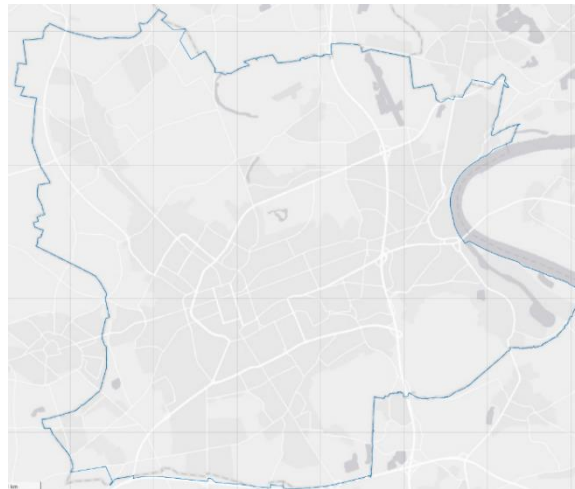
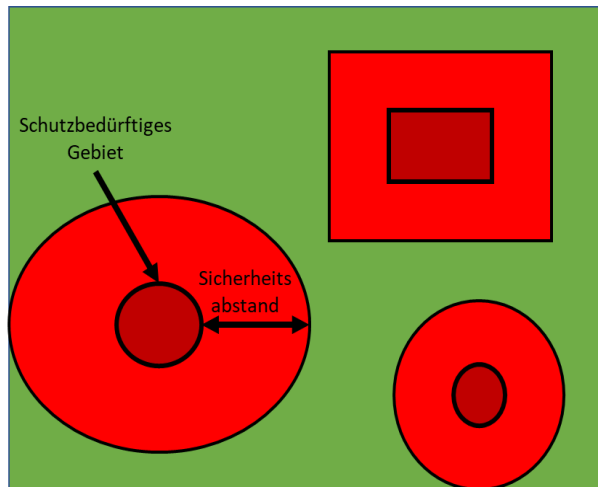
Problematik:

Es wird als ineffizient angesehen, dass sich jedes Unternehmen in Abstandsregeln etc. einarbeiten muss.



Empfehlung:

Die Stadt Krefeld erstellt eine interaktive Online-Karte mit Bereichen, in denen Wasserstoffprojekte (vermutlich) möglich sind.



Datengrundlage:

- Alkis
- KAS18
- Ggf. weitere

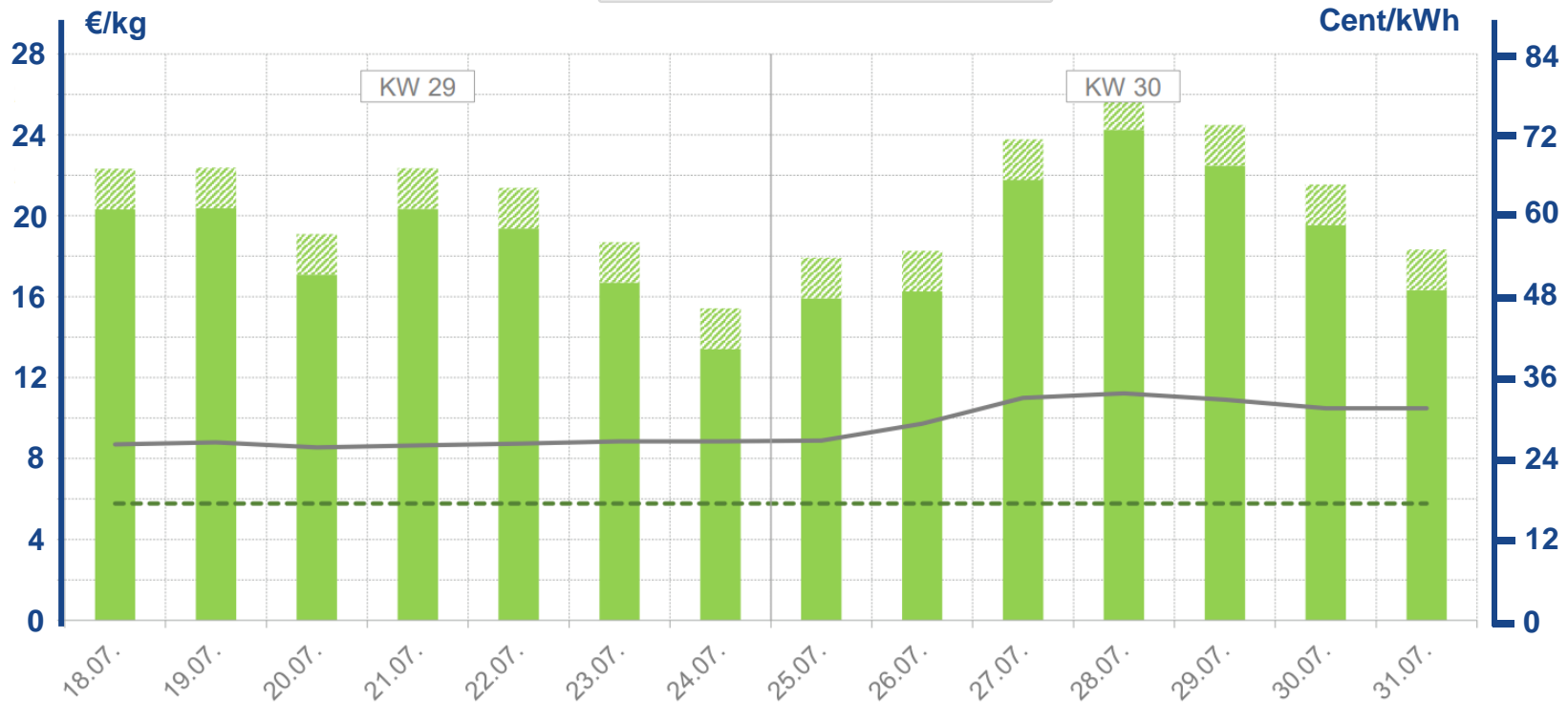
Ergebnis:

- Interaktive Karte
- Veröffentlichung im Geoportal NRW

Analyse der Wasserstoffnutzung in Krefeld

Gestehungskosten für Grünen Wasserstoff

Stand: 09.08.2022



■ Grüner Wasserstoff - Strombezug
 - - - Grüner Wasserstoff (Direktverbindung)

▨ Grüner Wasserstoff - Capex/Opex
 — Gruer Wasserstoff

CAPEX =
Investitionen
 OPEX =
Betriebskosten

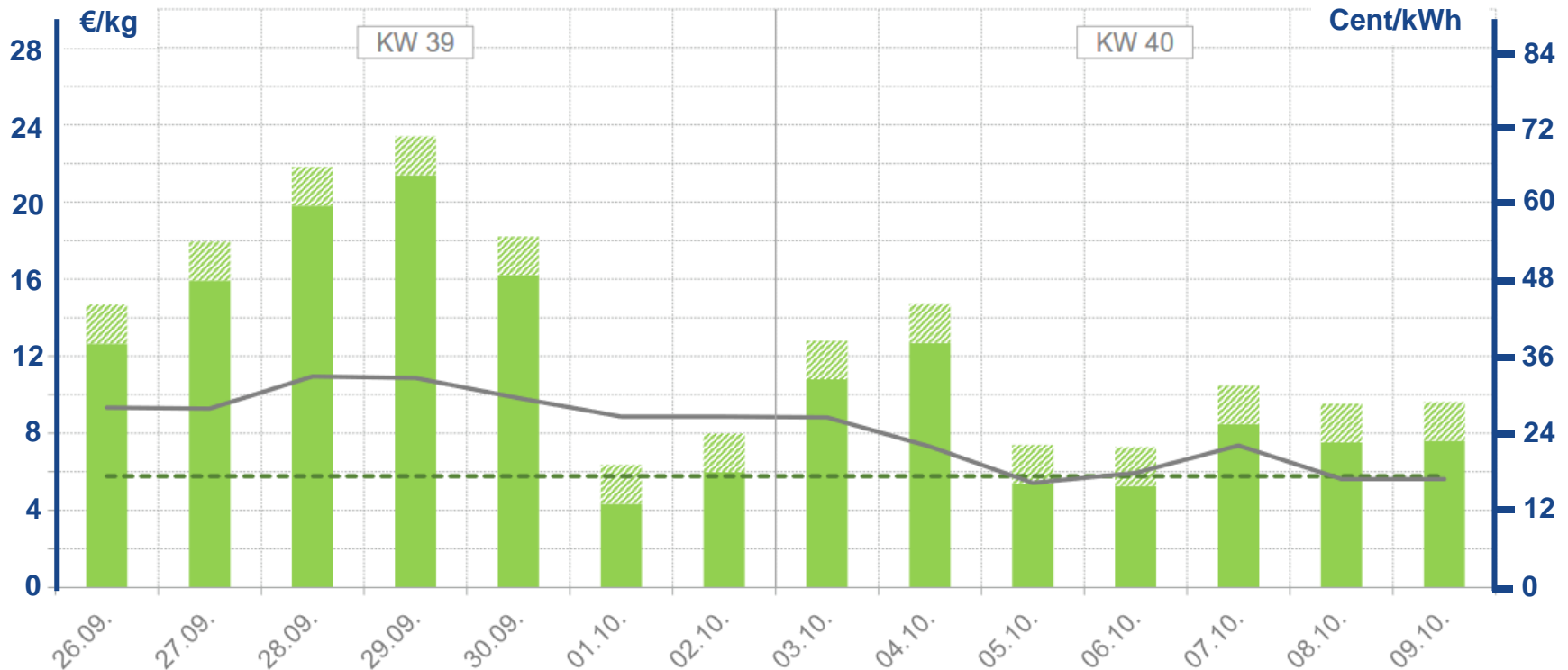
Literatur: E&M-Newsletter (2022)

H2-Preisindex (Datenquellen: EEX, enervis)

Analyse der Wasserstoffnutzung in Krefeld

Gestehungskosten für Grünen Wasserstoff

Stand: 11.10.2022



■ Grüner Wasserstoff - Strombezug
▨ Grüner Wasserstoff - Capex/Opex
- - - Grüner Wasserstoff (Direktverbindung)

— Grauer Wasserstoff

CAPEX =
 Investitionen
 OPEX =
 Betriebskosten

Literatur: E&M-Newsletter (2022)

H2-Preisindex (Datenquellen: EEX, enervis)

Agenda

1

Projektinhalte und Grundlagen

2

Priorisierung der Wasserstoffnutzung

3

Analyse der Wasserstoffnutzung in Krefeld

4

Förderprogramme

5

Fazit & Diskussion

Förderprogramme

Übersicht, Stand: 10.08.2022

Name der Förderung	Fördergeber	Hochschulen	Unternehmen	Kommunen	Start der Förderungsrichtlinie	Antragsfrist	Ende der Laufzeit	Förderbereich
<u>Energieforschungsprogramm – Angewandte nichtnukleare Forschungsförderung</u>	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)	x	x	x	18. Jun 21	unbefristet	30. Jun 24	Forschung & Innovation Energieeff. & Erneuerbare Energien
<u>NIP II – Maßnahmen der Forschung, Entwicklung und Innovation – Schwerpunkt nachhaltige Mobilität</u>	Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)	x	x	x	05. Jul 21	Zum 31.3./30.9 Eines Jahres	30. Jun 24	Forschung & Innovation Energieeff. & Erneuerbare Energien
<u>Förderung von Elektrolyseuren und Wasserstoffspeichern</u>	MWIDE NRW progres.nrw	x	x	x	22. Mrz 22	unbefristet	30. Jun 24	Mobilität Förderung von Ladeinfrastruktur
<u>Klimaschonende Nutzfahrzeuge und Infrastruktur (KsNI) (2. Förderaufruf)</u>	Bundesamt für Güterverkehr (BAG)		x	x	21. Mrz 22	10. Aug 22	31. Dez 24	Energieeff. & Erneuerbare Energien Umwelt- & Naturschutz
<u>Förderung von Batterieelektrofahrzeugen und Brennstoffzellenfahrzeugen</u>	MWIDE NRW progres.nrw	x	x	x	22. Mrz 22	unbefristet	30. Jun 24	Mobilität Förderung der Anschaffung von Fahrzeugen
<u>Förderung von kommunalen Konzepten für öffentlich zugängliche Ladeinfrastrukturen</u>	MWIDE NRW progres.nrw			x	22. Mrz 22	unbefristet	30. Jun 24	Mobilität Förderung von öffentlicher Ladeinfrastruktur
<u>Entwicklung regenerativer Kraftstoffe</u>	Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)	x	x	x	03. Mrz 22	Zum 31.3./30.9 Eines Jahres	30. Jul 24	Forschung & Innovation Energieeff. & Erneuerbare Energien
<u>Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative</u>	BMUV	x	x	x	01. Sep 21	1.3.-30.4. 1.9.-31.10. 2022-2024	30. Jun 24	Umwelt- & Naturschutz Smart Cities Infrastruktur

Förderprogramme

Beispiel: 7. Energieforschungsprogramm (BMWK)

Wer ist förderfähig?	<ul style="list-style-type: none">▪ Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft▪ Hochschulen▪ Kommunen
Was? (Themenschwerpunkte)	<ul style="list-style-type: none">▪ U.a. Energiewende in den Verbrauchssektoren, Verkehr oder Brennstoffzellen▪ Systemintegration: Stromnetze, Stromspeicher, Sektorenkopplung und Wasserstofftechnologien▪ Systemübergreifende Forschungsthemen: Technologieorientierte Systemanalyse; Technologien für die CO₂-Kreislaufwirtschaft; Ressourceneffizienz im Kontext der Energiewende; Energiewende und Gesellschaft
Wie?	<ul style="list-style-type: none">▪ Antrag im zweistufigen Förderverfahren. 1. Stufe: Einreichen der Projektskizze beim Projektträger, 2. Stufe: förmlicher Förderantrag über das elektronische Antragssystem
Förderhöhe?	<ul style="list-style-type: none">▪ Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft mit wirtschaftlichen Vorhaben bis zu 50 Prozent der förderfähigen Kosten▪ KMU nicht näher definierter Bonus▪ Hochschulen bis zu 100 Prozent der förderfähigen Kosten
Bedingungen	<ul style="list-style-type: none">▪ Stand der Technik wird fortentwickelt▪ Das Vorhaben ist mit einem hohen technischen und wirtschaftlichen Risiko verbunden▪ Weitere Voraussetzungen müssen individuell geklärt werden <p>Einreichen von Skizzen jederzeit möglich ohne Abschlussfrist Skizzeneinreichung bis 30. Juni 2024</p>

Agenda

1

Projektinhalte und Grundlagen

2

Priorisierung der Wasserstoffnutzung

3

Analyse der Wasserstoffnutzung in Krefeld

4

Förderprogramme

5

Fazit & Diskussion

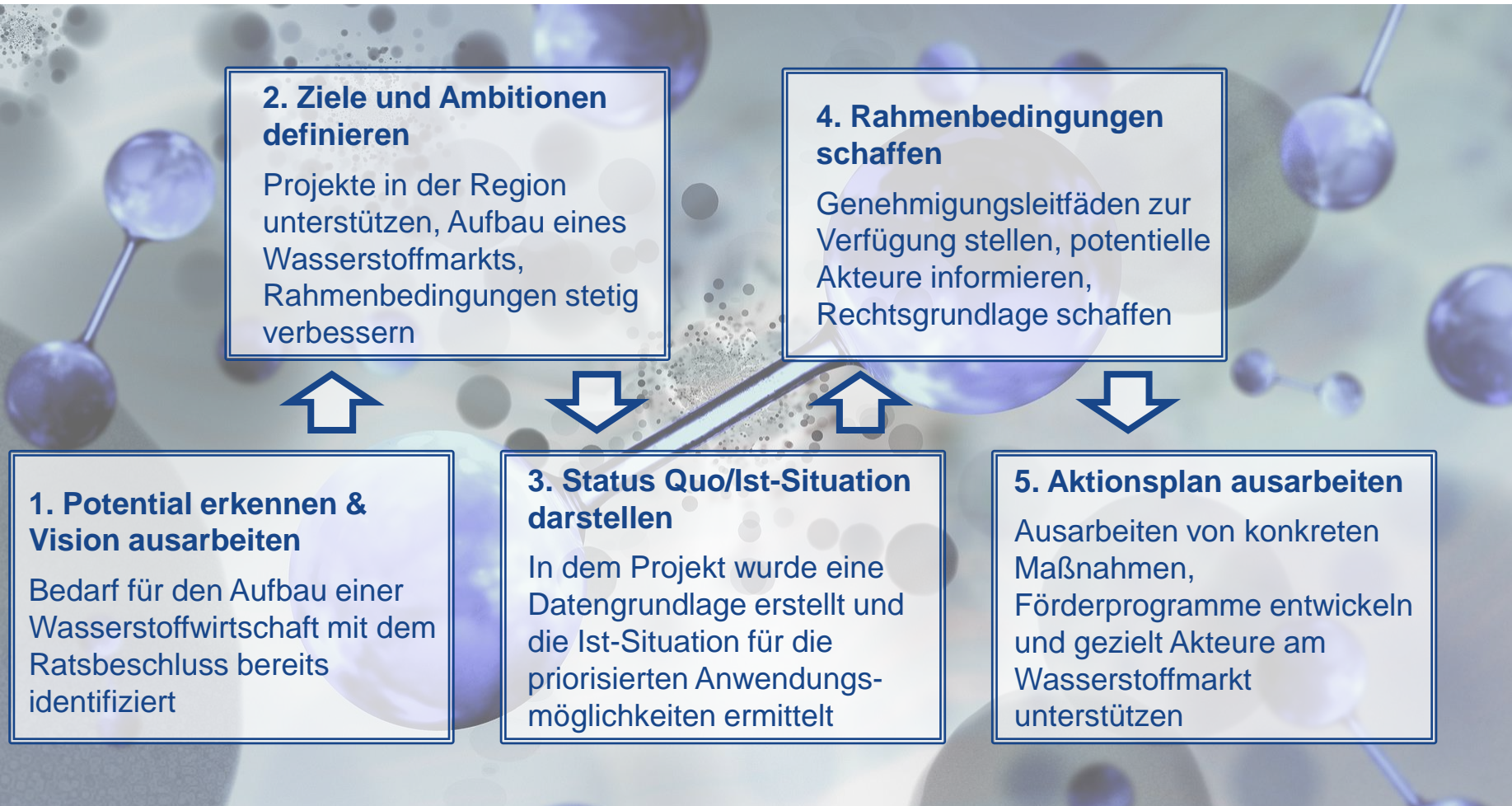
Fazit & Diskussion

Datengrundlage für Wasserstoffstrategie erarbeitet

Potentiale in Krefeld	Krefeld bietet mit der Chemie- und Stahlindustrie und seiner Anbindung zum Rheinhafen Standorte mit trimodalen Infrastrukturen, die für den Einsatz der Wasserstofftechnologie geeignet sind.
H₂-Aktivitäten in Krefeld	Die im Projektverlauf priorisierten Unternehmen in Krefeld beschäftigen sich bereits mit der Wasserstofftechnologie.
Unternehmen	Unternehmen entwickeln ihre Wasserstoffstrategien auf Unternehmensebene. Städte und Regionen werden in Entscheidungsfindungen oft nicht eingebunden.
Wasserstoffpreis	Kaum prognostizierbar und stark abhängig von der Strompreisentwicklung.
Ausblick	In den Gesprächen mit den Unternehmen konnten potentielle Projektideen ausgearbeitet werden. Die konkrete Umsetzung der Projektideen muss im nächsten Schritt diskutiert werden.

Fazit & Diskussion

Weg zum „Masterplan grüner Wasserstoff“



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Hochschule Niederrhein
SWK E²

Gibt es Fragen? Oder
Anmerkungen?



Prof. Dr.-Ing. Jörg Meyer
joerg.meyer@hs-niederrhein.de
Tel: +49 (0)2151 822-6674

Marius Madsen, M.Eng.
marius.madsen@hs-niederrhein.de
Tel: +49 (0)2151 822-6697

Lukas Saars, M.Eng.
lukas.saars@hs-niederrhein.de
Tel: +49 (0)2151 822-6676



Hochschule Niederrhein

University of Applied Sciences

SWK E²

**Institut für Energietechnik und
Energiemanagement**

Institute of Energy Technology and
Energy Management



Hochschule Niederrhein
University of Applied Sciences

SWK E²