

## Wasserstoffstudie mit Roadmap Rheinland–Pfalz.

Dr. Martin Robinius, umlaut energy GmbH  
1. Wasserstofftagung Rheinland–Pfalz, 17. November 2022

Im Auftrag des Ministerium für Klimaschutz,  
Umwelt, Energie und Mobilität



RheinlandPfalz

MINISTERIUM FÜR  
KLIMASCHUTZ, UMWELT,  
ENERGIE UND MOBILITÄT

# Wer wir sind.

## Konsortium mit jahrzehntelanger Erfahrungen in der Energiebranche.

**umlaut**

umlaut energy GmbH

Auftragnehmer (Projektleitung)

Beratung, Projektmanagement, Energiewirtschaft und – technologie, Wasserstofftechnologie– und märkte, Ingenieur– und IT–Dienstleistungen

**Kompetenzzentrum Brennstoffzelle Rheinland-Pfalz**

Kompetenzzentrum Brennstoffzelle Rheinland-Pfalz

Unterauftragnehmer bei umlaut und ETC

Brennstoffzellen– und Brennstoffzellen– Systemtechnik; PEM–Elektrolyse; Wasserstoffspeicherung; Sensorik

**EMCEL**

EMCEL GmbH

Unterauftragnehmer bei umlaut

Beratungen zu Wasserstofftechnologie, Aufbau von regionalen Wasserstoff– infrastrukturen, Umsetzung und Finanzierung von Wasserstofftankstellen

**KLN**  
Karpenstein Longo Nübel

Karpenstein Longo Nübel Rechtsanwälte Partnerschaft mbB

Unterauftragnehmer bei umlaut

Rechtsberatung Energie– und Verwaltungsrecht

**TENERGY Transition CONSULTING**

Energy Transition Consulting GmbH

Unterauftragnehmer bei umlaut

Beratung zu elektrochemischer Energietechnik, H<sub>2</sub> von der Erzeugung bis zum Verbrauch, Energietransport & Verteilung, Analyse von Energie–systemen, Energiesystemtechnik mit Schwerpunkt Sektorkopplung

**JÜLICH**  
Forschungszentrum

Forschungszentrum Jülich (IEK–3)

Unterauftragnehmer bei umlaut

Energiesystemforschung, techno–ökonomische Systemanalyse

**BKE**  
CONSULTING

BKE–Consulting

Unterauftragnehmer bei der ETC

Netzwerkarbeit  
Datenerhebung  
Umfeld–Betrachtung

# Disclaimer

Die vorliegende Präsentation spiegelt ausschließlich die Empfehlungen und Einschätzungen der an der Studie beteiligten Autorinnen und Autoren wider und repräsentiert nicht notwendigerweise die Meinung der beteiligten Ministerien oder der Mitglieder des Projektbeirats.

Die Rahmendaten für die Szenariorechnungen wurden vor dem russischen Angriffskrieg auf die Ukraine festgelegt. Aufgrund dessen sind Folgen, wie die drohende Gasmangellage oder gestiegene fossile Energiepreise, nicht bei den Rechnungen berücksichtigt worden.



# Ein breit aufgestellter Projektbeirat begleitete die Wasserstoffstudie. Vertreter aus Industrie, Politik, Gewerkschaften und Gesellschaft.



DAIMLER TRUCK



Neben dem federführenden Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität (MKUEM) wird die Wasserstoffstudie durch das Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau (MWVLW) und das Ministerium für Wissenschaft und Gesundheit (MWG) begleitet.

# Hervorgehobene Stellung der rheinland-pfälzischen Wasserstoff-Roadmap im Ländervergleich – Alleinstellungsmerkmale



## Ausführliche Bearbeitungszeit von einem Jahr.

Bearbeitungszeit sichert die Integration der Stakeholder in den Prozess und ermöglicht eine detaillierte Bearbeitung.



## Dezidierte Stakeholderbeteiligung durch breit aufgestellten Projektbeirat.

Mehr als 30 Mitglieder aus der Industrie, Stadtwerken, Gewerkschaften, Unternehmensverbänden, Politik und Forschung begleiten die Erstellung der Wasserstoffstrategie.



## Projektkonsortium vereint vielseitige Kompetenzen und jahrelange Erfahrungen entlang der gesamten Wasserstoffwertschöpfungskette.

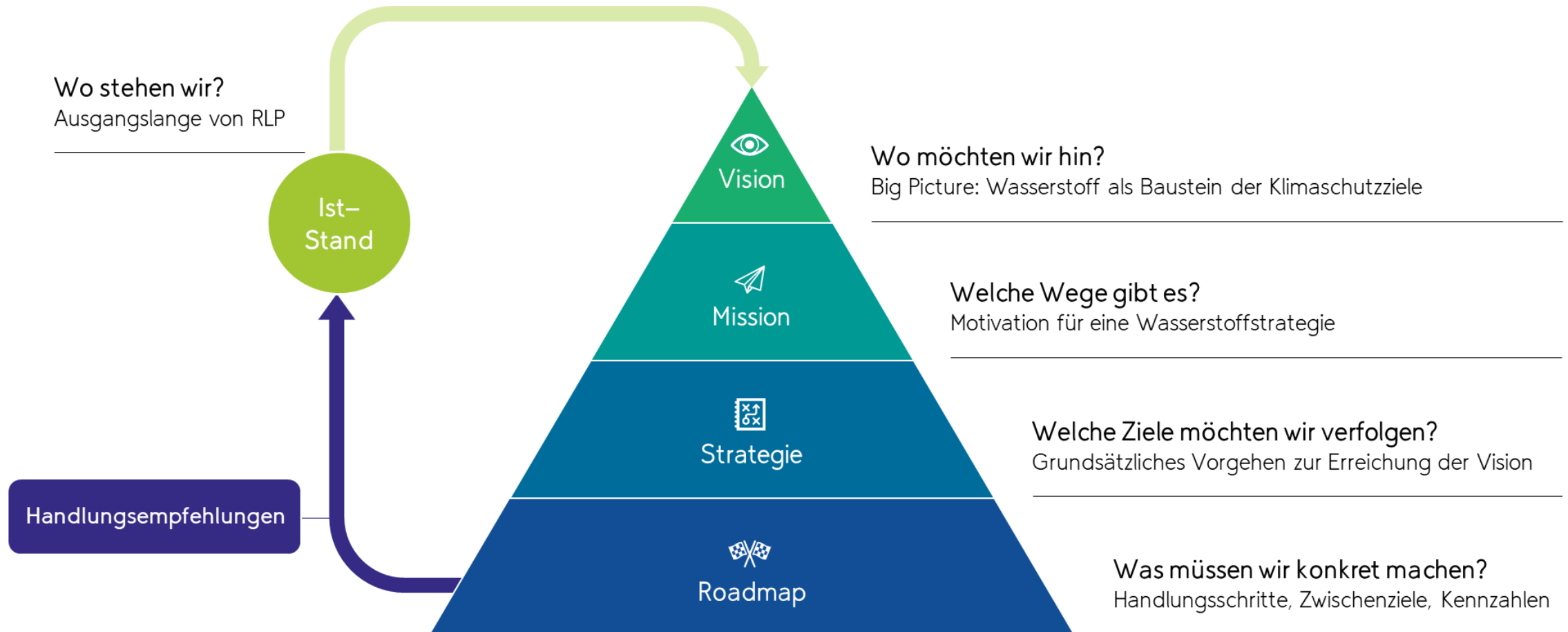
Rechtliche Fragestellungen, techno-ökonomische Analyse, Ingenieurdienstleistungen, Forschungsexpertise, Energiesystemmodellierung, politisch-wirtschaftliches Netzwerken.



## Erhebung der Wasserstoffakzeptanz der rheinland-pfälzischen Bevölkerung.

Erste Befragungswelle liefen vor und nach dem Beginn des Ukraine-Kriegs. Bisher einzigartige Aussagen über die Einstellungsveränderung gegenüber Wasserstoff in der Bevölkerung möglich.

# Dezierte Wasserstoffroadmap für Rheinland-Pfalz wurde erstellt. Vorgehen während des Roadmappingprozesses.



# Vielversprechende Ausgangslage von Rheinland-Pfalz

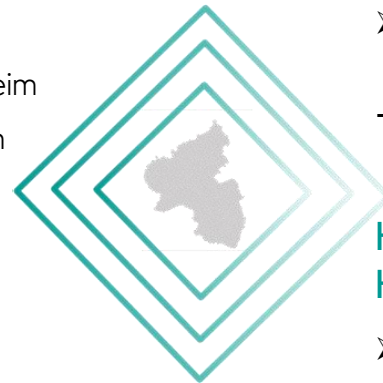
## Zentrale Lage von Rheinland-Pfalz.

### Bereits grüne H<sub>2</sub>-Erzeugung in Rheinland-Pfalz z. B.:

- H<sub>2</sub>-Erzeugung im Energiepark Mainz seit 2015 (PEM-Elektrolyse; 6 MW)
  - Erweiterung der Anlage im Rahmen des HyExperts Mainz
- IPCEI-Projekt „Hy4Chem“ am BASF-Standort Ludwigshafen (Produktion von 8.000 t<sub>H2</sub>/a ab dem Jahr 2024 per Wasserelektrolyse)
- SmartQuart Kaisersesch
- Pfalzwerke und KST planen Bau eines Elektrolyseurs in Bad Dürkheim
- Bendorf (HyStarter-Region) plant H<sub>2</sub>-Produktion am Binnenhafen

### Initial punktuelle H<sub>2</sub>-Nachfrage.

- BASF mit Abstand größter derzeitiger und zukünftiger Abnehmer von Wasserstoff in RLP und einer der größten H<sub>2</sub>-Nutzer weltweit
- Versorgung von konzentrierten H<sub>2</sub>-Nachfragen einfacher zu gewährleisten als H<sub>2</sub>-Verteilung in die Fläche
- Zunächst Konzentration auf H<sub>2</sub>-Verbrauchsschwerpunkte beim Aufbau der H<sub>2</sub>-Infrastruktur legen



### Zentrale Lage von Rheinland-Pfalz und günstige Rahmenbedingungen für den H<sub>2</sub>-Transport.

- Gut ausgebautes 600 km langes Wasserstraßennetz
  - 12 Binnenhäfen und Anbindung an Schwerpunkthäfen des zukünftigen H<sub>2</sub>-Imports (Rotterdam, Amsterdam)
  - Zentrale Lage und gemeinsame Grenze mit Frankreich und Luxemburg vielversprechend für leitungsgebunden H<sub>2</sub>-Transport
- **Hervorragende Möglichkeiten für H<sub>2</sub>-Transport und -Verteilung**

### H<sub>2</sub>-Forschung in Rheinland-Pfalz gut aufgestellt, v.a. in der H<sub>2</sub>-Verbrennungsmotorenforschung

- Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (Leibniz-Gemeinschaft, Fraunhofer-Gesellschaft)
- Private H<sub>2</sub>-Forschung (KST-Motorenversuch, BASF, CVC, ...)
- Universitäten und Fachhochschulen mit Grundlagenvorlesungen zur H<sub>2</sub>-Technologie jedoch verfügt nur eine Hochschule über eine dezidierte Professur für H<sub>2</sub>-Technologie und Brennstoffzellen

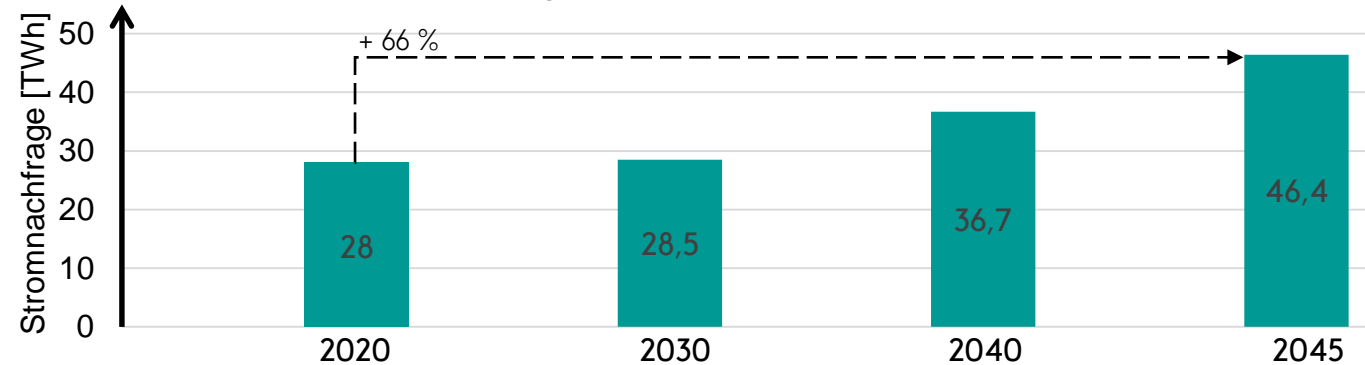
# Kostenoptimale Ergebnisse zur Entwicklung der Stromnachfrage

## Beinahe Verdopplung der Stromnachfrage in RLP bis zum Jahr 2045.

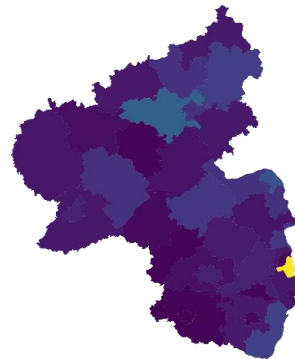
### Nachfrageentwicklung

- In den kommenden zehn Jahren verbleibt die Stromnachfrage in RLP auf einem ähnlichen Niveau wie heute
  - Einspar- und Effizienzmaßnahmen bei gleichzeitig beginnender Elektrifizierung gleichen sich gegenseitig aus
- Bis 2045 steigt die Stromnachfrage der Endverbrauchersektoren in RLP um 66 % an.  
Von heute ca. 28 TWh auf 46 TWh
- Landkreise mit größter Nachfrage: Ludwigshafen, Mayen-Koblenz, Germersheim, Mainz
- **Durch Ausbau der Erneuerbaren bilanzielle Deckung des Strombedarfs durch EE ab dem Jahr 2030 erreichbar**

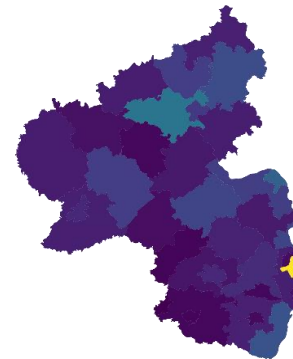
Stromnachfrage der Endverbrauchersektoren in RLP



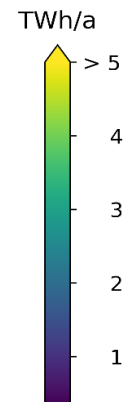
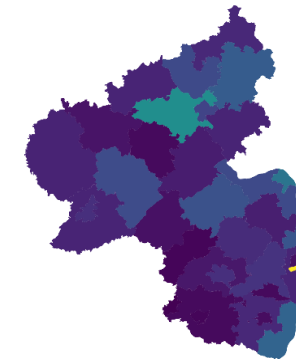
Strom 2030 (28.5 TWh)



Strom 2040 (36.7 TWh)



Strom 2045 (46.4 TWh)



Entwicklung der Stromnachfragen der Endverbrauchersektoren zwischen 2030 und 2045.

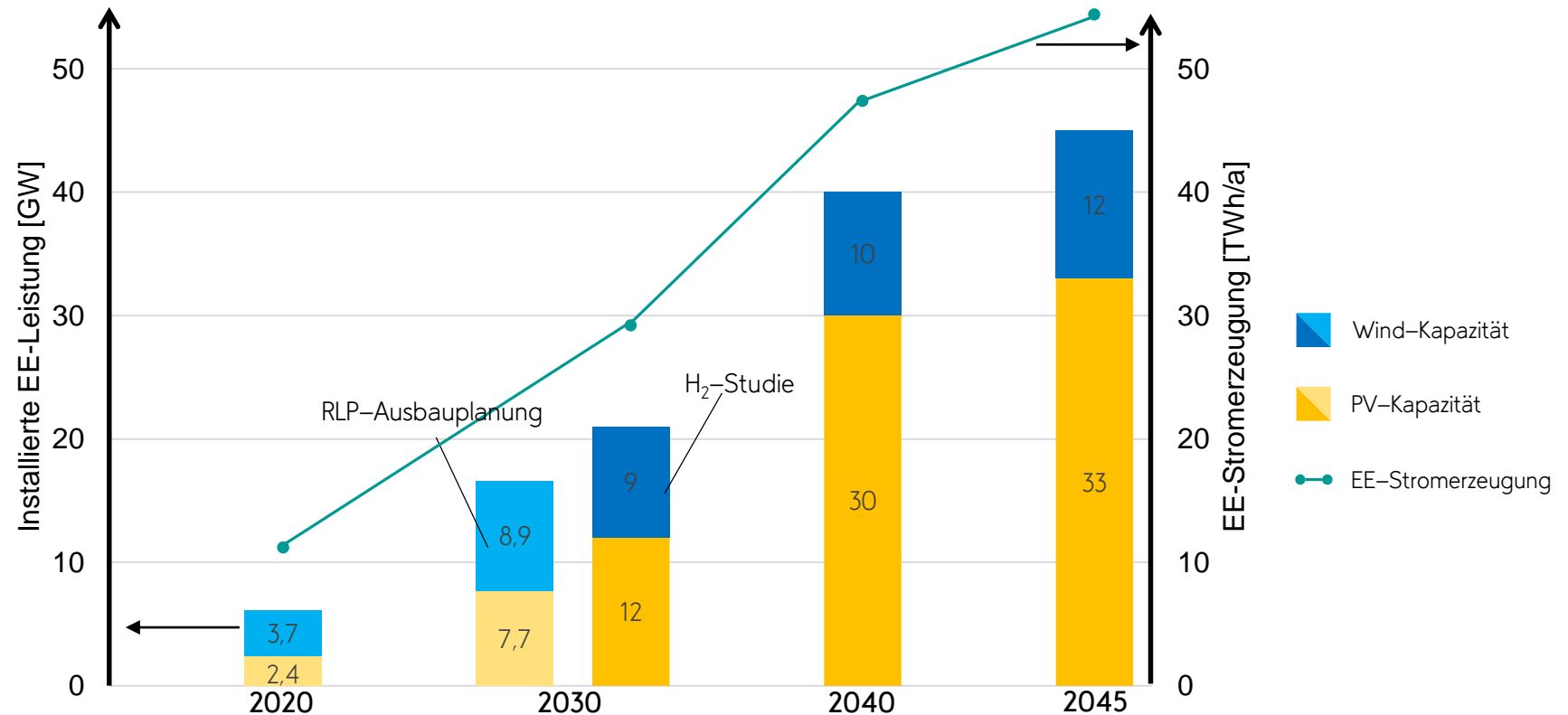


# Kostenoptimale Ergebnisse zum Ausbau der Erneuerbaren Energien. Deutlich beschleunigter EE-Ausbau zur Zielerreichung notwendig.

## EE-Ausbau

- EE-Ausbau übersteigt für das Jahr 2030 sogar die ambitionierten bisherigen Ausbaupläne
- Mehr als eine Verdopplung der Windkraft im Vergleich zu 2020
- Mehr als eine Vervielfachung der Photovoltaik (PV) zu 2020
- EE-Stromerzeugung von knapp 30 TWh ausreichend zur bilanziellen Eigenstromversorgung ab 2030
- Nach dem Jahr 2030 vor allem Ausbau der PV in RLP im kostenoptimalen Fall

**Deutliche Beschleunigung beim EE-Ausbau notwendig als Grundlage der Dekarbonisierung in allen Sektoren!**

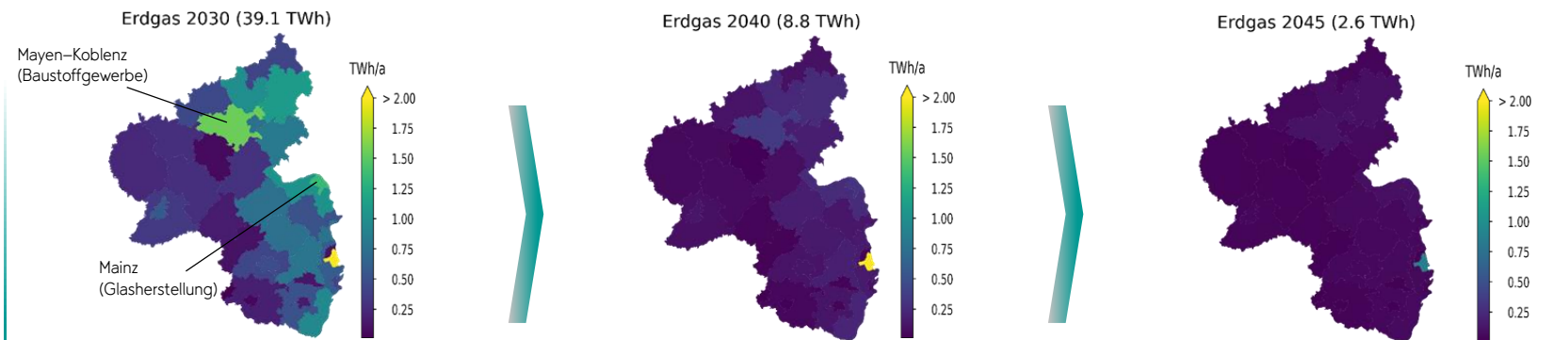


# Kostenoptimale Ergebnisse zur Gasentwicklung

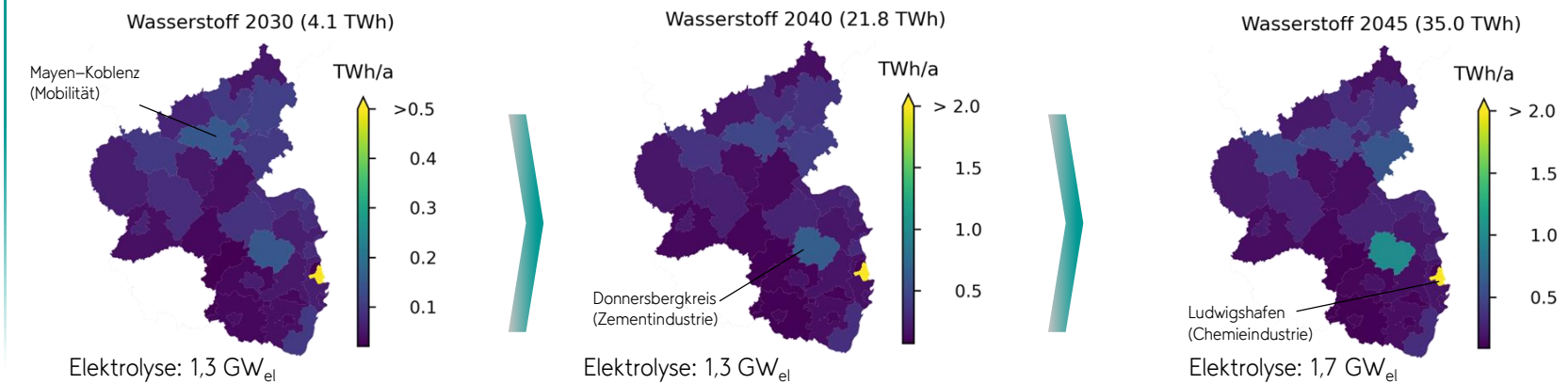
## Ludwigshafen mit Abstand größter zukünftiger Wasserstoffnachfrager.

### Erdgas- / H<sub>2</sub>-Nachfrage

- Erdgasnachfrage (Methan) reduziert sich bis zum Jahr 2045 um über 90 %
- Verbleibende Nachfrage kann über Biogas gedeckt werden
- H<sub>2</sub>-Nachfrage stark ansteigend
- Erreicht im Jahr 2045 fast das heutige Nachfrageniveau von Erdgas
- H<sub>2</sub>-Nachfrage deutlich konzentrierter als derzeitige Erdgasnachfrage
- Landkreise mit größter H<sub>2</sub>-Nachfrage: Ludwigshafen, Donnersbergkreis, Vulkan-Eifel, Mayen-Koblenz, Rhein-Lahn-Kreis



Entwicklung der Erdgasnachfrage der Endverbrauchersektoren zwischen 2030 und 2045



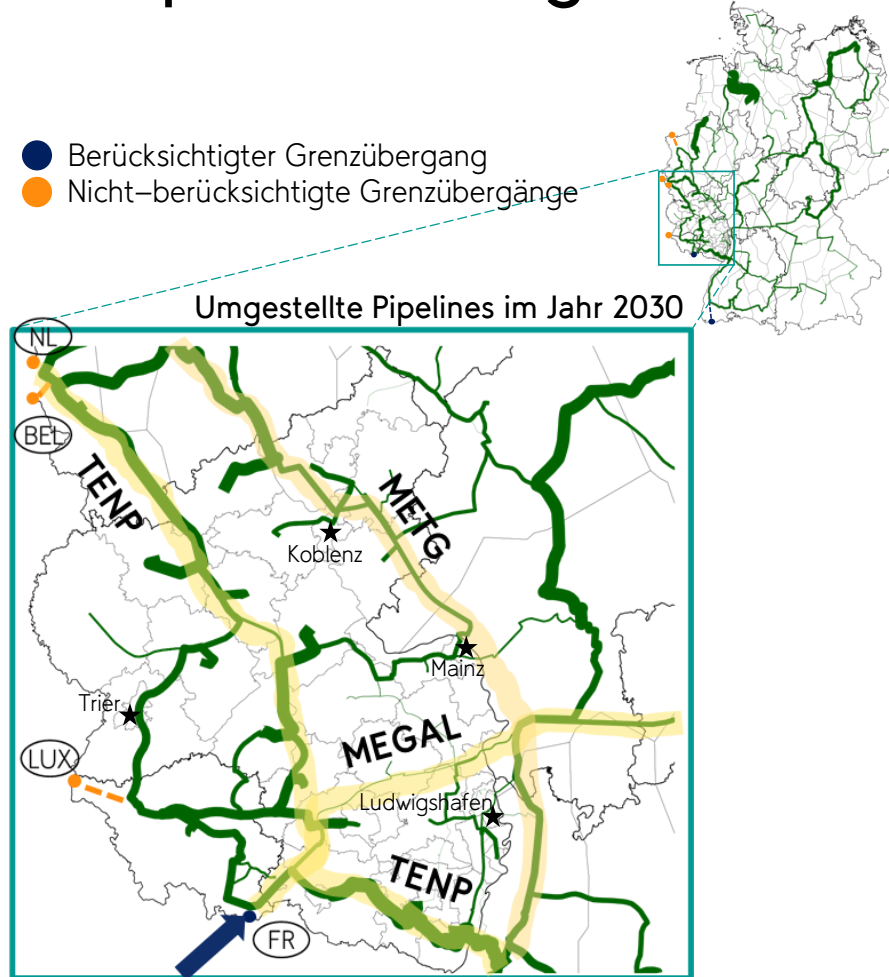
Entwicklung der H<sub>2</sub>-Nachfrage der Endverbrauchersektoren zwischen 2030 und 2045

# Kostenoptimale Ergebnisse des Gasnetzausbaus

## Wegen H<sub>2</sub>-Transit wird Großteil der neugebauten Pipelines in RLP benötigt.

### Gasnetzausbau

- Zentrale Lage von RLP in Mitteleuropa
  - Wichtige Funktion als H<sub>2</sub>-Transitland zur H<sub>2</sub>-Versorgung von D & Mitteleuropa
  - Großteil der neugebauten Pipelines liegen in RLP
- Großteil der bestehenden Pipelines kann für H<sub>2</sub>-Transport umgestellt werden
- Mehrsträngigkeit vieler Gas-Pipelines ermöglicht parallelen Erdgas- und H<sub>2</sub>-Transport bis zuletzt
- Umstellung der TENP, METG und MEGAL-Pipeline zur flächendeckenden H<sub>2</sub>-Versorgung von RLP notwendig
  - Partielle Umstellung bereits bis zum Jahr 2030 kostenoptimal



### TENP – Trans Europa Naturgas Pipeline

- Verbindet Deutschland mit Belgien, der Niederlande und der Schweiz
- Bedeutendste Nord-Süd-Achse in Europa
- Anschluss an Transitgas-Pipeline nach Italien
- Seit 2018 bidirektionaler Fluss von Süd- nach Nordeuropa möglich

### MEGAL – Mittel-Europäische-Gasleitung

- Verbindet die Tschechische Republik und Frankreich über Deutschland
- Grenzübergangspunkte in Waidhaus (Bayern) und Medelsheim (Saarland)

### METG – Mittelrheinische Erdgastransportleitung

- Verbindet das Rheinland (Porz) mit Südwestdeutschland (Gernsheim)
- Verbindet die NETG (in Richtung Niederlande) und die MEGAL

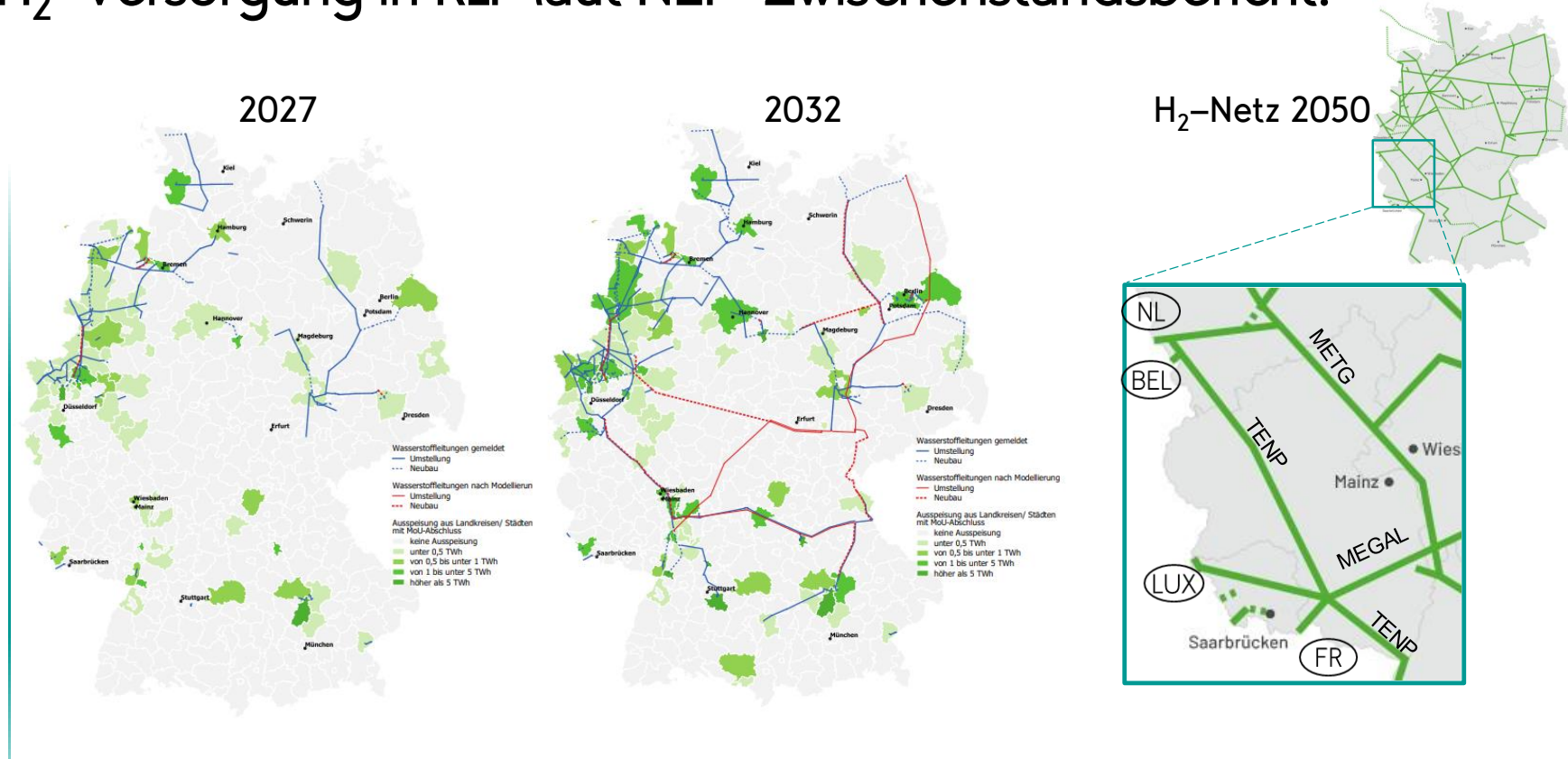
# Vergleich zum Netzentwicklungsplan (NEP) 2022–2032 – Zwischenstandsbericht

## Keine flächendeckende H<sub>2</sub>-Versorgung in RLP laut NEP-Zwischenstandsbericht.



### Netzentwicklungsplan

- Netzplanung sieht deutlich langsameren Ausbau der H<sub>2</sub>-Infrastruktur vor
- Bis zum Jahr 2027 noch kein Anschluss RLP ans H<sub>2</sub>-Teilnetz in NRW
- Erst bis zum Jahr 2032 Anbindung der großen Verbrauchszentren in RLP jedoch keine flächendeckende H<sub>2</sub>-Versorgung
- Fernleitungsnetzbetreiber sehen erst im Jahr 2050 ein ähnlich ausgebautes H<sub>2</sub>-Netz
- Infrastrukturnetzausbau obliegt mehr als 750 privaten Netzbetreibern
- Der Staat kann nicht eigenständig neue Pipelines legen, sondern ist ggf. nur in der Lage Akteure durch Anreizsysteme zu gesamtplanerisch sinnvollen Entscheidungen zu motivieren



Umstellung der TENP, METG & MEGAL kann als no-regret Investition angesehen werden.  
Herausforderung: Wer trägt das Finanzierungsrisiko des Infrastrukturaufbaus in der Initialisierungsphase?

# Vorteilhafte Geschäftsmodelle zum Einsatz von Grünem Wasserstoff

Grüner H<sub>2</sub> bei geeigneten Randbedingungen bereits heute wettbewerbsfähig.

## Stromspeicherung – Umwandlungssektor



- Durch EEG 2023 eingeführte Förderung der Produktion, Speicherung und Rückverstromung von H<sub>2</sub>
- Bundesförderung sorgt für gesicherte Investitions- und Wirtschaftlichkeitsbedingungen
- Erste Ausschreibungsrunde Ende 2023 → Unterstützung der Energiewirtschaft bei Wettbewerb um Förderprojekte

## (Stoffliche) Nutzung von H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> und Wärme



- Nutzung von H<sub>2</sub> in Industrieprozessen sowie Nutzung der Nebenprodukte: Elektrolysesauerstoff und Wärme
- Befreiung von Stromnebenkosten (Umlagen, Stromsteuer, Netzentgelten bei Eigenversorgung) zur wirtschaftlichen Nutzung erforderlich

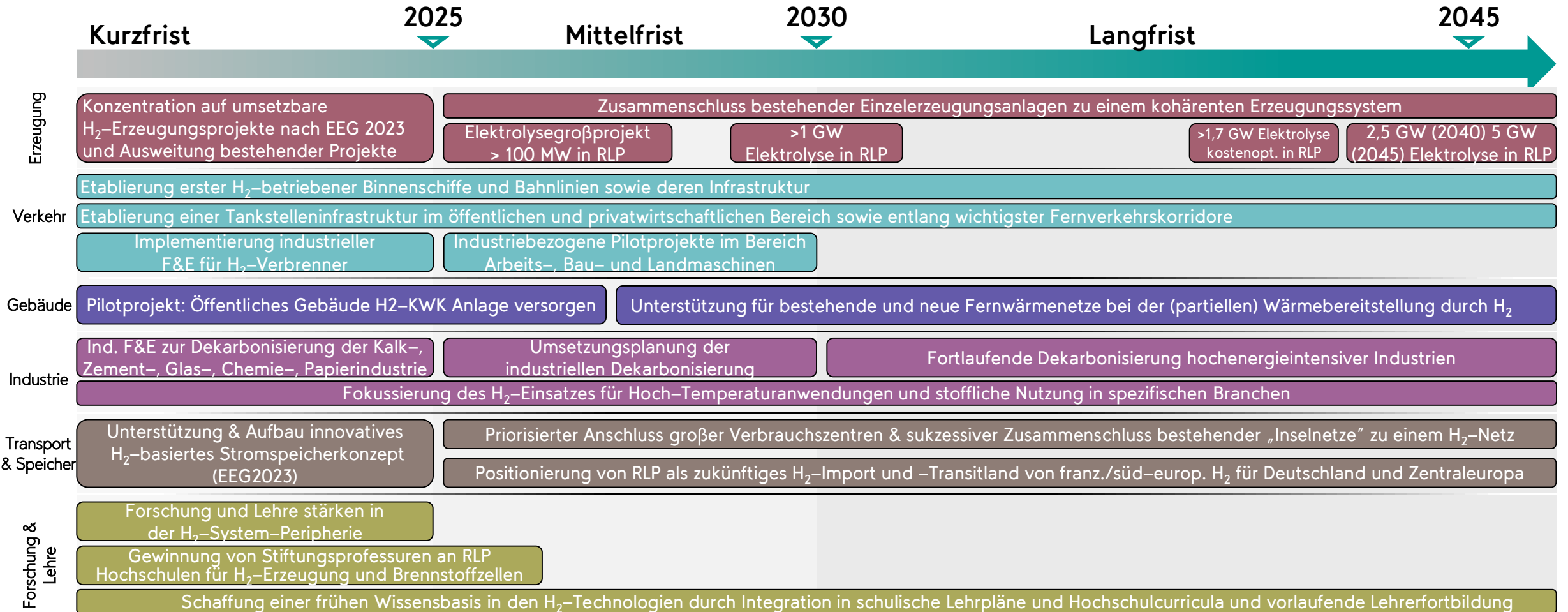
## H<sub>2</sub>-Tankstelle für kommunale Flotten Mobilität



- Hoher Druck zur CO<sub>2</sub>-Reduktion im Verkehrssektor
- Hohe fossile Vergleichskosten und Erlöse durch THG-Quotenhandel machen H<sub>2</sub> bereits jetzt wettbewerbsfähig

# Von der Strategie zur Roadmap

## Überblick der Einzelroadmaps in den Sektoren.



# Abgeleitete Handlungsempfehlungen

## Auswahl konkreter Handlungsempfehlungen für die Sektoren.

### Querschnittshandlungsempfehlungen

- Ausbau der EE-Erzeugungsanlagen und der Stromleitungsinfrastruktur beschleunigen
- Ausreichend Fachkräfte aus- und weiterbilden

### Erzeugung

- Konzentration in der Kurzfrist auf Projekte mit hoher Investitionssicherheit (Ausschreibungen nach EEG 2023)
- Ausarbeitung eines zusätzlichen RLP-Förderkorridor für Elektrolysekapazitäten zur Erreichung der Ziele

### Verkehr

- Fokussierung auf (kommunale) Nutzfahrzeug-Flotten, die schwieriger elektrifiziert werden können
- Aufbau eines strategischen H<sub>2</sub>-Tankstellennetzes & Hochlauf von H<sub>2</sub>-betriebenen schweren Nutzfahrzeugen unterstützen

### Gebäude

- Verpflichtung der größten Kommunen zur Erstellung treibhausgasneutraler Wärmeversorgungskonzepte
- Identifizierung von H<sub>2</sub>-Nutzungsmöglichkeiten in KWK-Kraftwerken von Wärmenetzen

### Industrie

- Gewährleistung der sicheren H<sub>2</sub>-Versorgung aller industriellen Abnehmer
- Förderung von CO<sub>2</sub> aus konzentrierten Quellen als Kohlenstoffquelle

### Transport & Speicherung





- Positionierung von RLP als Transportkorridor für grüne H<sub>2</sub>-Importe aus Südeuropa/MENA-Region
- Einseitige Versorgungsquellen vermeiden: Diversifizierung auf unters. Herkunftsländer und Transportformen

### Forschung & Lehre





- Angewandte Forschung von industriellen Forschungsverbänden und forschenden Einrichtungen stärken
- Prüfung einer ressortübergreifenden Koordinierungsstelle für Unternehmen und Kommunen und weitere Akteure

# Mögliche Potenziale und Risiken der Wasserstoffoffensive

## Potenziale für Rheinland-Pfalz

-  Einzigartige Ausgangsposition, um als H<sub>2</sub>-Import-Hub für Deutschland und Mitteleuropa zu fungieren.
-  H<sub>2</sub>-Offensive führt zum Aufbau von 1.800 zusätzlichen Arbeitsplätzen nur in der H<sub>2</sub>-Wirtschaft. Indirekte Arbeitsplatzeffekte bspw. durch den Ausbau der Erneuerbaren nicht miteingerechnet.
-  Bereits H<sub>2</sub>-Know-how in RLP durch existierende H<sub>2</sub>-Erzeugung vorhanden und weitere Entwicklung durch mindestens zwei IPCEI-Großprojekte (Hy4Chem (BASF) und Pegasus (Daimler)).
-  BASF als größtes Chemieunternehmen der Welt setzt Rheinland-Pfalz auf die H<sub>2</sub>-Landkarte in Deutschland.

## Mögliche Risiken für Rheinland-Pfalz

-  Hoher EE-Ausbaubedarf, oberhalb der Ziele aus dem Koalitionsvertrag, v.a. bei der Photovoltaik.
-  Gefahr der Abwanderung wichtiger Teile der industriellen Wertschöpfung und der damit einhergehenden Arbeitsplätze, falls nicht ausreichend Wasserstoff zu marktfähigen Preisen in RLP zur Verfügung steht.
-  Abhängigkeit von Energieimporten bei keiner eigenen H<sub>2</sub>-Produktion oder nicht ausreichender Diversifizierung der Exportländer.
-  Verlust der guten Ausgangsposition als möglicher H<sub>2</sub>-Import-Hub für Deutschland und Mitteleuropa bei verzögerter Positionierung.



**umlaut energy GmbH**  
Ihr Ansprechpartner.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



**Dr. Martin Robinius**

Head of Energy Policy and Systems

✉ [Martin.Robinius@umlaut.com](mailto:Martin.Robinius@umlaut.com)

☎ +49 170 3482917



**umlaut**

Part of **Accenture**

umlaut energy GmbH

Am Kraftversorgungsturm 3, 52070 Aachen, Germany

Büro Berlin: Leipziger Platz 16, 10117 Berlin

Büro Hamburg: Glockengießerwall 26, 20095 Hamburg

Büro München: Wilhelm-Wagenfeld-Straße 26-30, 80807 München

Test Zentrum: Hüttenstraße 5, 52068 Aachen

**Wir sind ISO 9001:2015 und ISO 27001:2013 zertifiziert.**