

HYWHEELS

Wasserstoffbasierter (Hy) Wirtschaftsverkehr in Osthessen zur Einsparung von Emissionen in der Logistik und im Straßenverkehr

Fulda | 19.01.2022

Zielsetzung des Projektes HYWHEELS

- › Im Feinkonzept wird **geprüft**, wie **Brennstoffzellen-Fahrzeuge zeitnah** und **wirtschaftlich beschafft werden können** und wie eine **Wasserstoff-Infrastruktur** in Osthessen aufgebaut werden kann. Ein Fokus liegt auf der Einführung von schweren Nutzfahrzeugen.

Gefördert durch:



Koordiniert durch:



Projektträger:



Vorstellung der Konsortien

Konsortium für die Themen H₂-Produktion H₂-Verteilung Infrastruktur



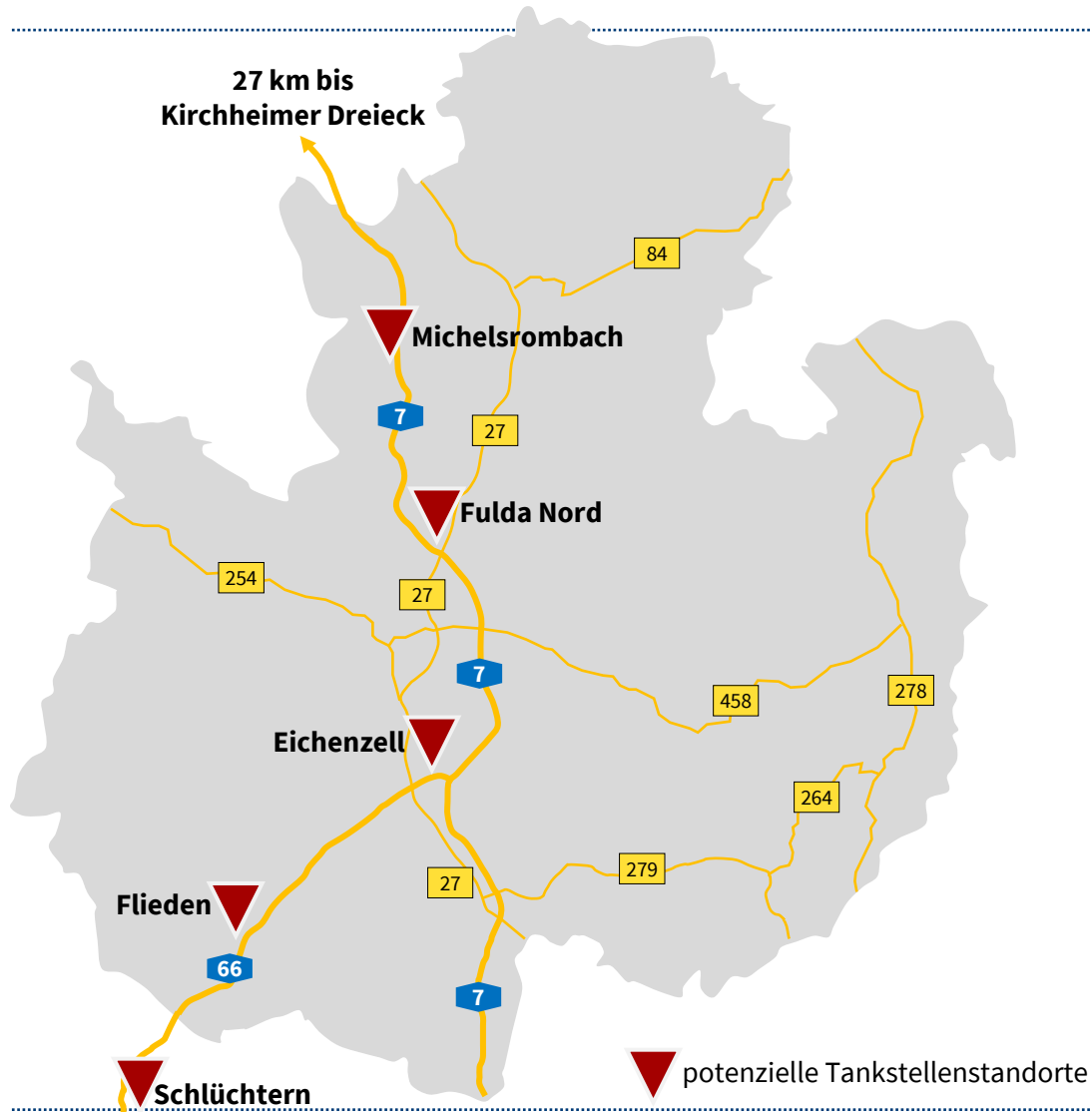
Konsortium für das Thema H₂-Nutzung



-
- 1. Standortanalyse für Tankstellen in Osthessen**
 - 2. Kernergebnisse zur H₂-Infrastruktur in Osthessen**
 - 3. Kernergebnisse im Bereich H₂-Nutzung und CO₂-Emissionen im Projekt HYWHEELS**
 - 4. Umsetzungsfahrplan für HYWHEELS**
 - 5. Handlungsempfehlungen für die Umsetzung von HYWHEELS**
 - 6. HYWHEELS – Wie geht es weiter?**

1. Standortanalyse für Tankstellen in Osthessen

Übersicht potenzielle Orte für Tankstellen



Auswahl der Standorte

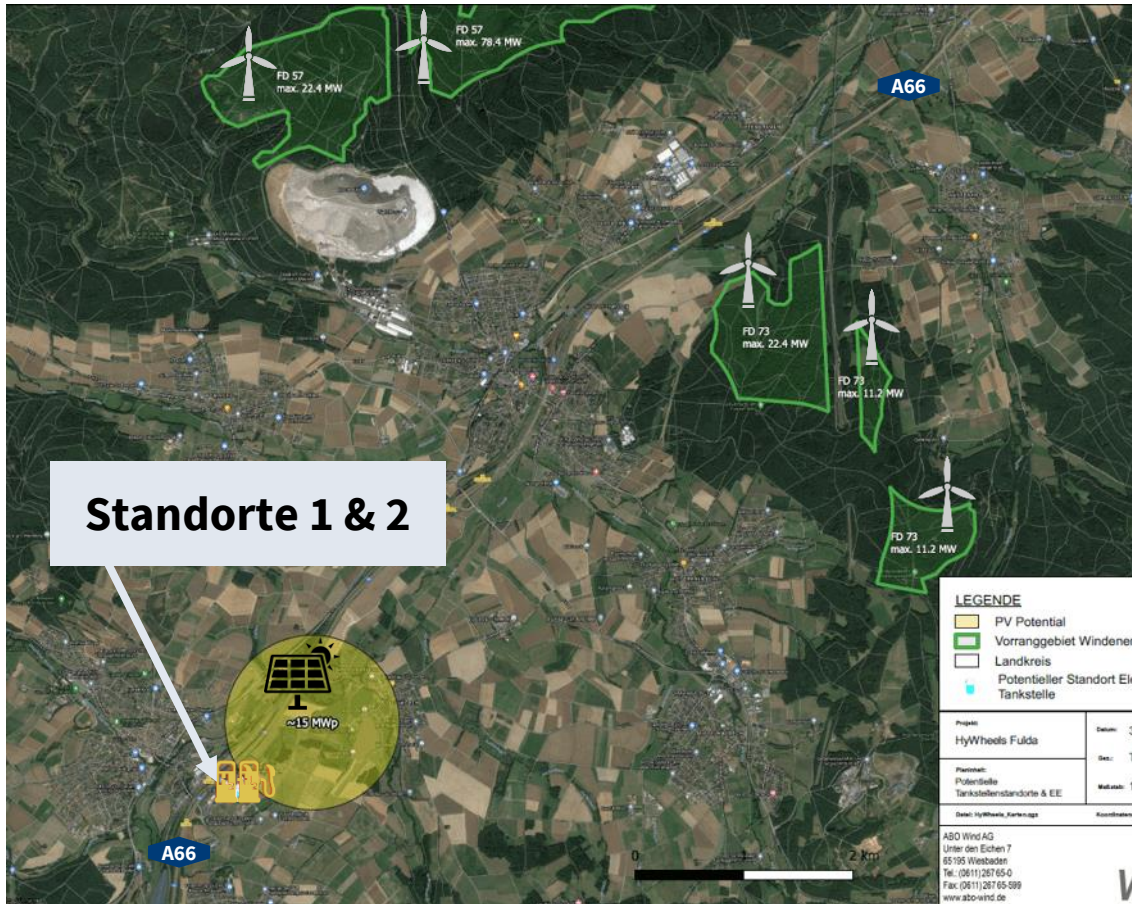
- › Abfrage von Standorten bei Akteuren über Fragebogen
- › Priorisierung der Standorte in Workshop 2 über Umfrage
- › Standorte in der Nähe von Hauptverkehrsrouten bzw. Logistik- / Speditionsstandorten

Potenzial Erneuerbare Energien

- › Mit den Windvorranggebieten sowie Freiflächen-Photovoltaik zusammen, besteht das theoretische Potenzial zur Wasserstoffbetankung von 1.515 Lkw

1. Standortanalyse für Tankstellen in Osthessen

Potenzial PV und Wind für Flieden



 ca. 15 MW PV

 ca. 145 MW Wind (bei Maximalplanung)

1. Standortanalyse für Tankstellen in Osthessen

Kriterien zur Standortbewertung

1. Platzverhältnisse
2. Erweiterungsmöglichkeiten
3. An- / Abfahrtmöglichkeiten
4. Verkehrsanbindung
5. Erwartete Auslastung
6. Auslastung durch weitere Nutzer
7. Elektrische Anschlussleistung
8. Bautechnische Restriktionen
9. Anbindung zu H₂-Erzeugung / H₂-Versorgung
10. Verfügbarkeit Wasser / Abwasser
11. Lokale Nutzungsmöglichkeit von Nebenprodukten der Elektrolyse

1. Standortanalyse für Tankstellen in Osthessen

Ergebnis Standortbewertung

- › Bewertung entsprechend eines Farbschemas (geeignet – bedingt geeignet – nicht geeignet)
- › die Standorte in Fliesen, Eichenzell und Fulda Nord haben sich als besonders geeignet herausgestellt.

	Standort 1 Fliesen Fa. Sostmeier	Standort 2 Fliesen Tankstelle RHV	Standort 3 Eichenzell an L3307	Standort 4 Eichenzell Euro Rastpark	Standort 5 Eichenzell Eichenzell- Welkers Industriegeb iet	Standort 6 Michels- rom bach A7 Abfahrt Hünfeld Schlitz	Standort 7 Schlüchtern A 66 A bfahrt Schlüchtern Nord	Standort 8 Fulda A7 Abfahrt Fulda Nord
Platzverhältnisse								
Erweiterungsmöglichkeiten								
An- / Abfahrtmöglichkeiten								
Verkehrsanbindung								
Erwartete Auslastung								
Auslastung durch weitere Nutzer								
Elektrische Anschlussleistung							in Klärung	
Bautechnische Restriktionen	in Klärung	in Klärung				in Klärung	in Klärung	
Anbindung zu H2-Erzeugung / H2-Versorgung								
Verfügbarkeit Wasser / Abwasser	in Klärung		in Klärung			in Klärung	in Klärung	in Klärung
Lokale Nutzungsmöglichkeit von Nebenprodukten der								

2. Kernergebnisse zur H₂-Infrastruktur in Osthessen

Bewertung der Standorte hinsichtlich Tankstellengröße

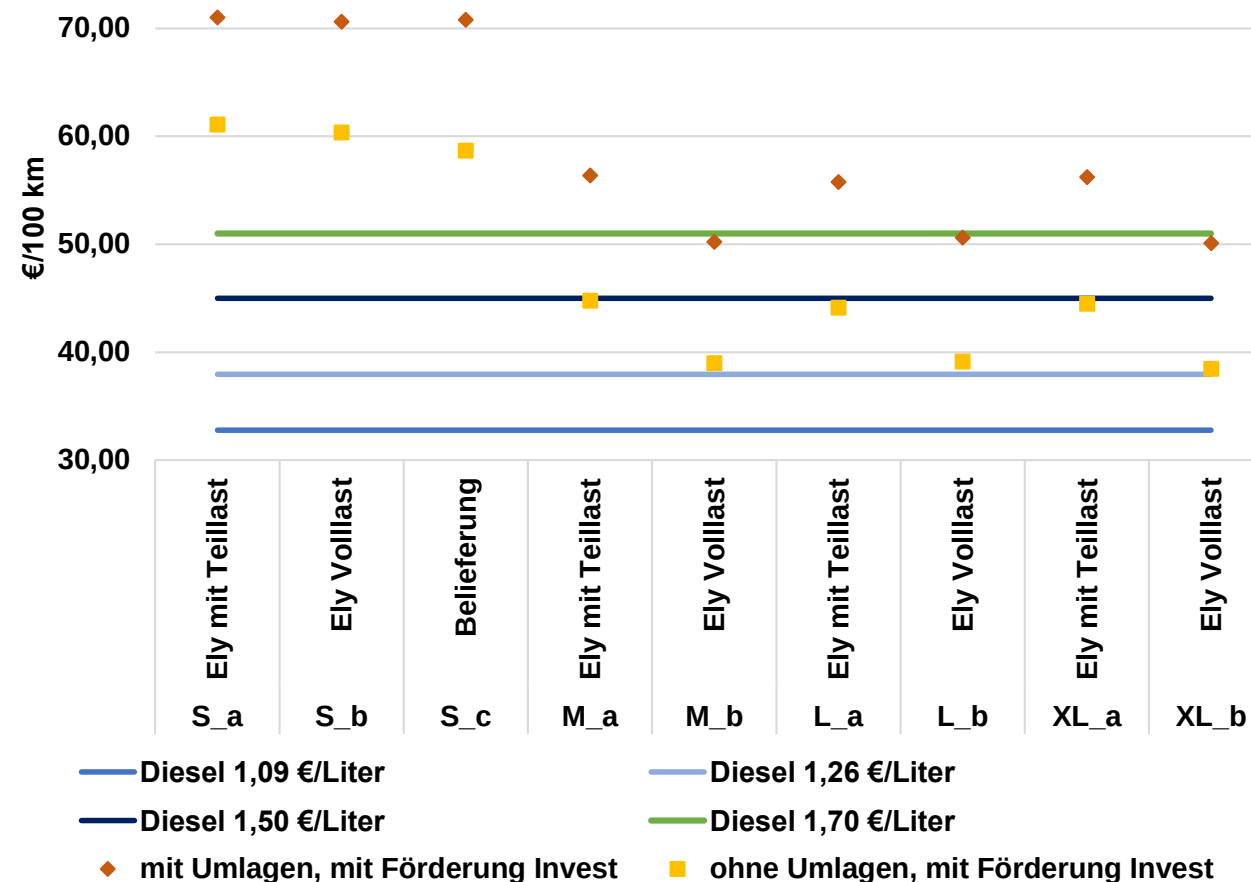
	Standort 1	Standort 2	Standort 3	Standort 4	Standort 5	Standort 6	Standort 7	Standort 8
Ort	Flieden	Flieden	Eichenzell	Eichenzell	Eichenzell	Michelsrombach	Schlüchtern	Fulda
Bezeichnung	Fa. Sostmeier	Tankstelle RHV	An L3307	Euro Rastpark	Eichenzell-Welkers Industriegebiet	A7 Abfahrt Hünfeld Schlitz	A66 Abfahrt Schlüchtern Nord	A7 Abfahrt Fulda Nord
Fläche m ²	ca. 13.000	ca. 3.300	ca. 14.600	ca. 3.000	ca. 6.500	unbekannt	ca. 18.000	ca. 14.300
Tankstellen-größe	S – XL	S – XL	S – XL	S – XL	S – XL	-	S – XL	S – XL

	S	M	L	XL
Betankungsmenge kg/d	500	1.500	2.500	3.500
Anzahl Lkw pro Tag	15	46	78	109
Flächenbedarf m ²	~900	~1.400	~2.600	~3.300

2. Kernergebnisse zur H₂-Infrastruktur in Osthessen

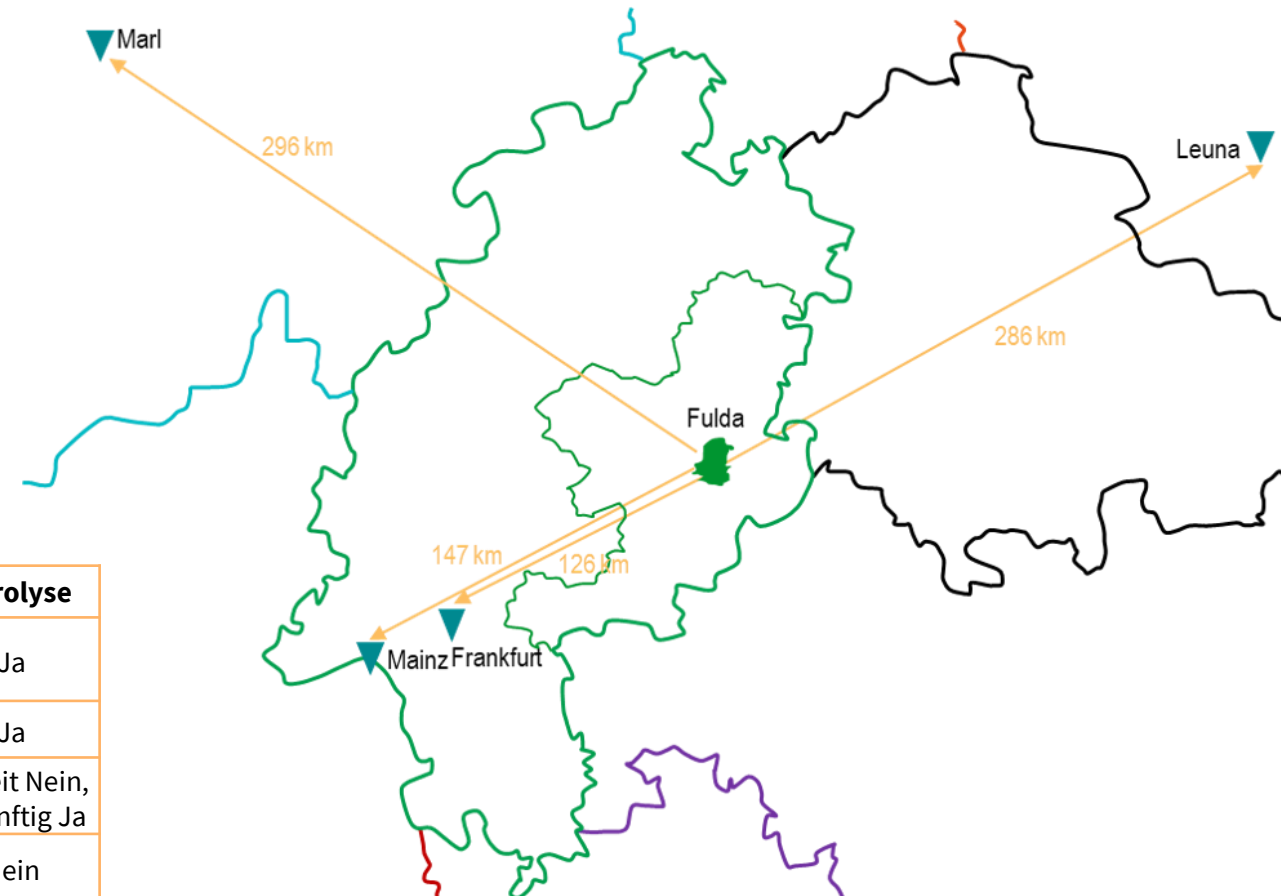
Ergebnisse H₂-Kosten von Primärenergie bis zum nutzbaren H₂

- › H₂-Lkw mit 8,75 kg/100 km (292 kWh/100 km)
- › Diesel-Lkw mit 30 l/100 km (294 kWh/100 km)
- › Diesel 2021: 1,09 €/l (ohne MwSt.)
- › Diesel 2026: 1,26 €/l (ohne MwSt., 65 €/t CO₂, kein Anstieg Rohölpreis zu 2021)
- › Diesel 1,50 €/l (ohne MwSt., Anstieg Rohölpreis)
- › Diesel 1,70 €/l (ohne MwSt., Anstieg Rohölpreis)



2. Kernergebnisse zur H₂-Infrastruktur in Ostthessen

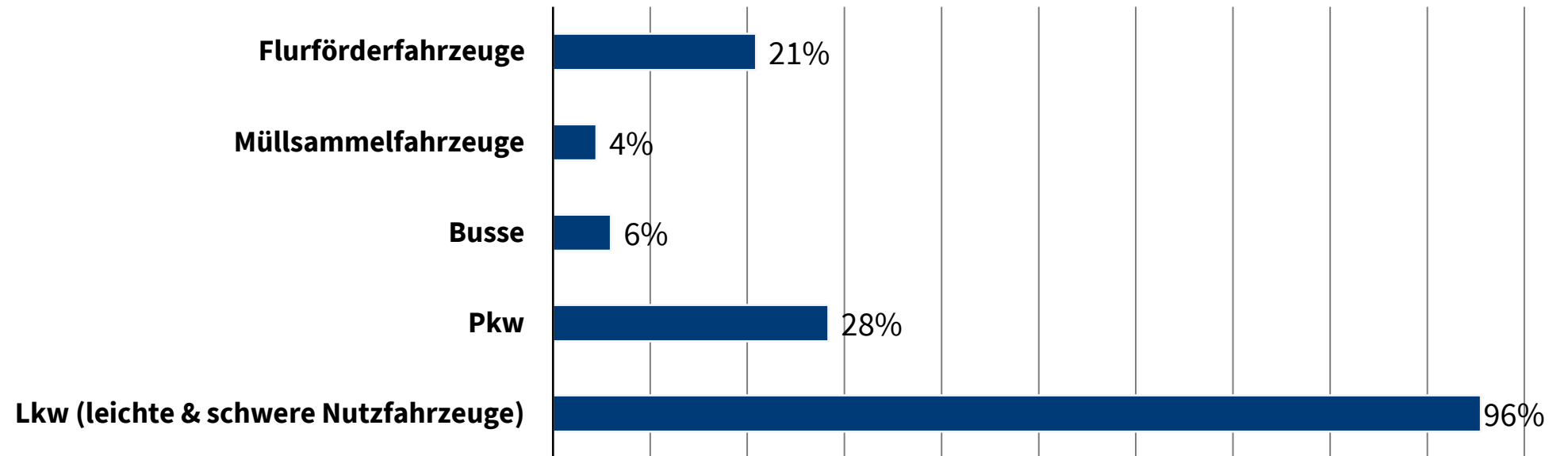
- › Anlieferung in flüssigem Zustand bei -253°C oder gasförmig bei 200 bzw. 300 bar (auch 500 bar möglich)
- › Anlieferung gasförmig via Trailer in der Regel bei kleinen und mittleren Verbräuchen und Strecken bis 300 km sinnvoll
- › Anlieferung über Pipeline und Schienennetz möglich



	Beschreibung	Abfüllung	Elektrolyse
Frankfurt	Nebenproduktwasserstoff	200 & 300 bar, 500 bar i.P.	Ja
Mainz	Elektrolyse, Netzstrom/Windpark	200 bar	Ja
Leuna	Dampfreformierung	200 & 300 & 500 bar, flüssig	derzeit Nein, zukünftig Ja
Marl	Dampfreformierung	200 & 300 bar	Nein

3. Kernergebnisse H₂-Nutzung

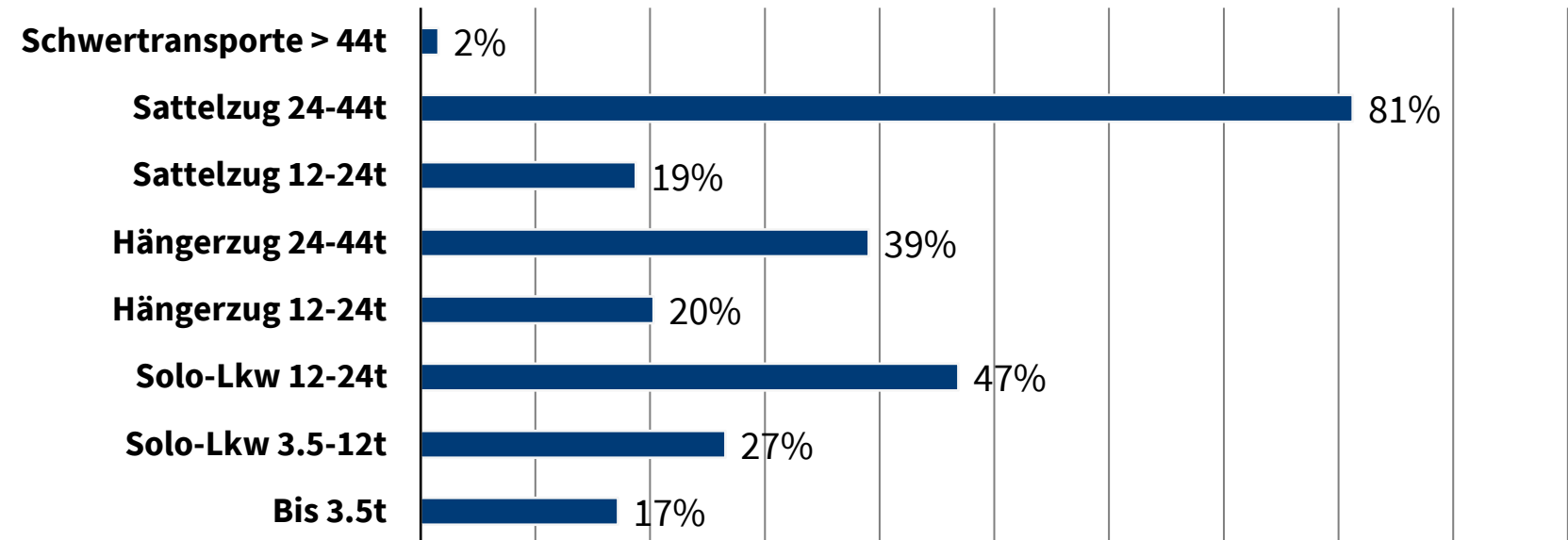
An welchen Fahrzeugklassen besteht Interesse?



Interesse an BZ-Fahrzeugen	Mehrfachauswahl	Lkw (leichte & schwere Nutzfahrzeuge)	Pkw	Busse	Müllsammelfahrzeuge	Flurförderfahrzeuge
67	Anzahl	64	19	4	3	14

3. Kernergebnisse H₂-Nutzung

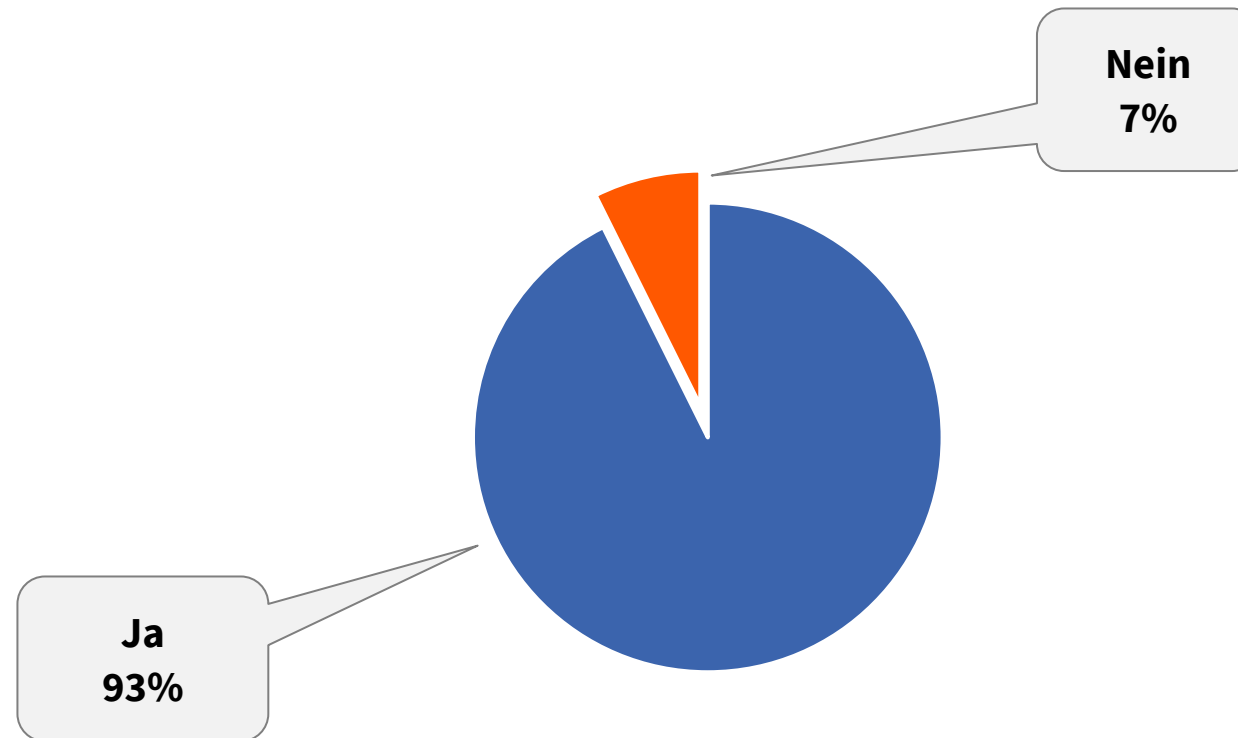
Welche Gesamtgewichtsklassen von BZ-LKW sind relevant für die Akteure?



Interesse an BZ-LKW	Mehrfach- auswahl	Bis 3.5t	Solo-Lkw 3.5-12t	Solo-Lkw 12-24t	Hängerzug 12-24t	Hängerzug 24-44t	Sattelzug 12-24t	Sattelzug 24-44t	Schwertransporte > 44t
64	Anzahl	11	17	30	13	25	12	52	1

3. Kernergebnisse H₂-Nutzung

Interesse an gemeinschaftlicher Beschaffungsinitiative



3. Kernergebnisse H₂-Nutzung

Technologie

- › Die Technologie ist marktreif
 - › Immer mehr BZ-Fahrzeuge werden in Serie hergestellt
 - › Wichtigsten Vorteile der BZ-Technologie:
 - + Hohe Reichweiten
 - + kurze Betankungsdauern
 - + wesentlich höheren Nutzlasten (als batterie-elektrische Fahrzeuge)
- **Einsatz häufig dort sinnvoll, wo hohe Fahrleistungen und ein hohes Fahrzeuggewicht ausschlaggebend sind.**



3. Kernergebnisse H₂-Nutzung

Bestand & Potenzialanalyse Osthessen

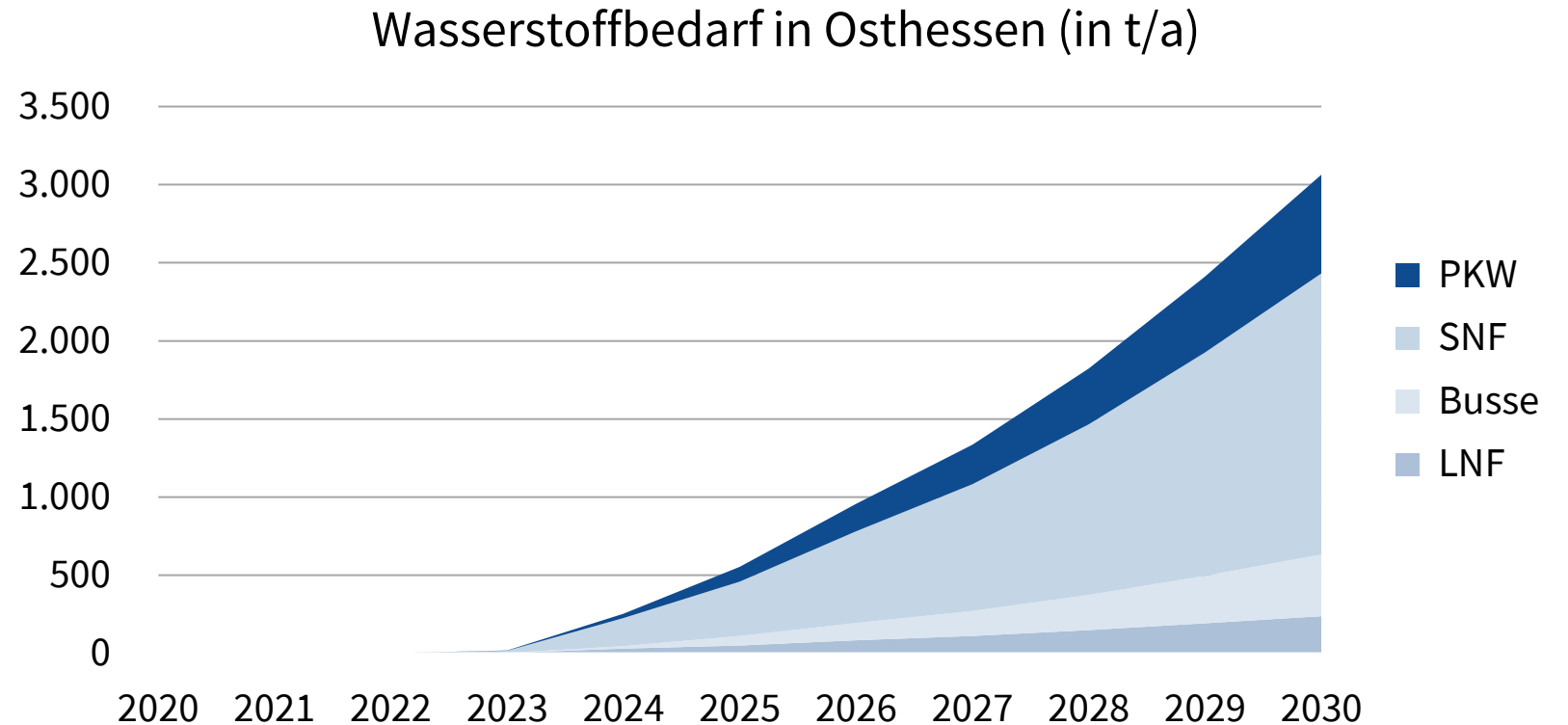
- › Knapp 600.000 konventionelle Fahrzeuge
- › Bis 2030:
 - Ca. 13.000 BZ-Fahrzeuge
- › Bis 2050:
 - Ca. 150.000 BZ-Fahrzeuge
- › Knapp 1.200 konventionelle Fahrzeuge können dem Durchgangsverkehr zugerechnet werden
 - Zusätzlich ca. 200 – 400 BZ-Fahrzeuge in 2030

	Osthessen		
	Aktueller Fahrzeugbestand	Potenzial BZ-Fahrzeuge 2030	Potenzial BZ-Fahrzeuge 2050
Pkw	550.000	5.600	139.000 ca. 30 %
LNF (bis 3,5 t)	31.000	1.100	8.000 ca. 30 %
Lkw & SNF (3,5 bis 40 t)	9.280	600	3.440 ca. 30 – 50 %
Busse	790	90	470 ca. 60 %
Gesamt Fahrzeuge Region Osthessen	595.000	13.000	150.000
Durchgangsverkehr in Osthessen (Lkw)	1200	200 – 400 ca. 30 - 60 %	500 – 1.000 ca. 30 - 60%

3. Kernergebnisse H₂-Nutzung

Potenzieller Wasserstoffbedarf bis 2030

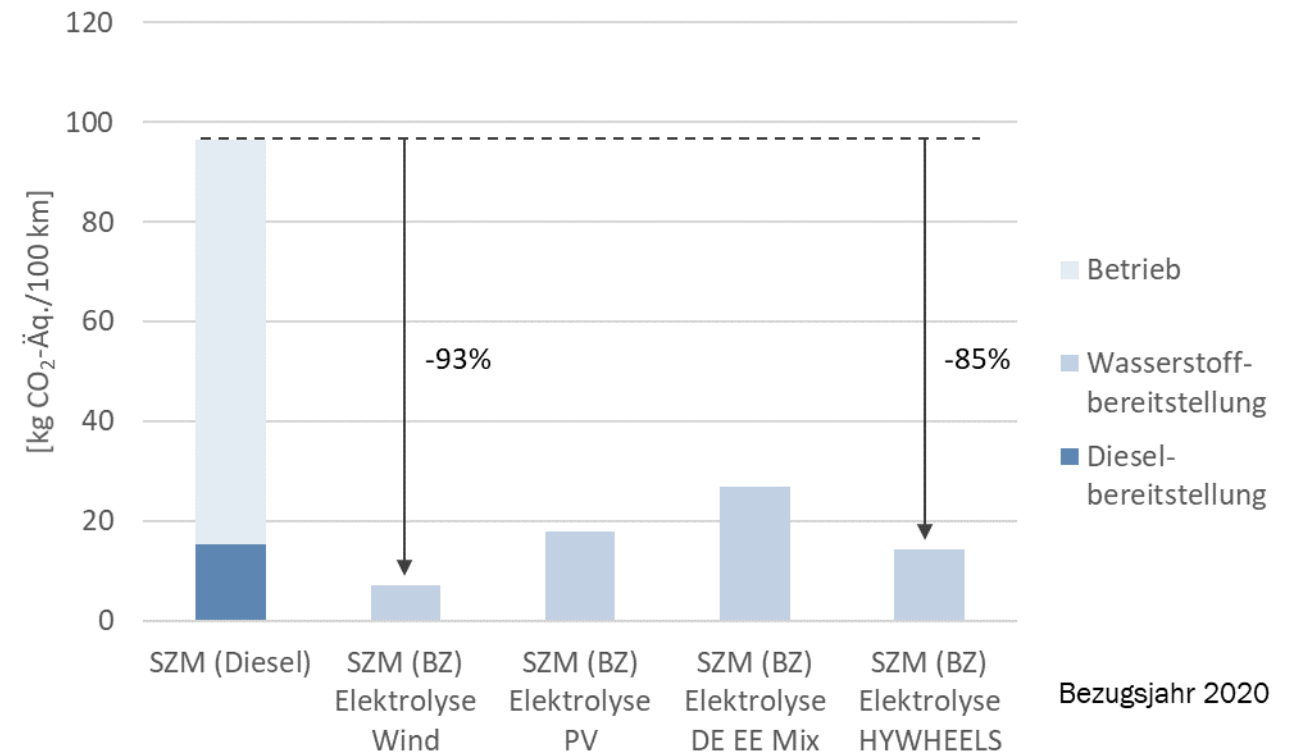
- › Ca. 3.000 t Wasserstoff im Jahr 2030 (verursacht durch ca. 13.000 BZ-Fahrzeuge)
- › Bis zum Jahr 2050 steigt der Wasserstoffbedarf auf ca. 25.000 t (ca. 150.000 BZ-Fahrzeuge)
- › Durchgangsverkehr entspricht einem Wasserstoffbedarf von ca. 1.500 – 3.000 t in 2030



3. CO₂-Emissionen im Projekt HYWHEELS

THG Emissionen pro 100 km (SZM) – WtW

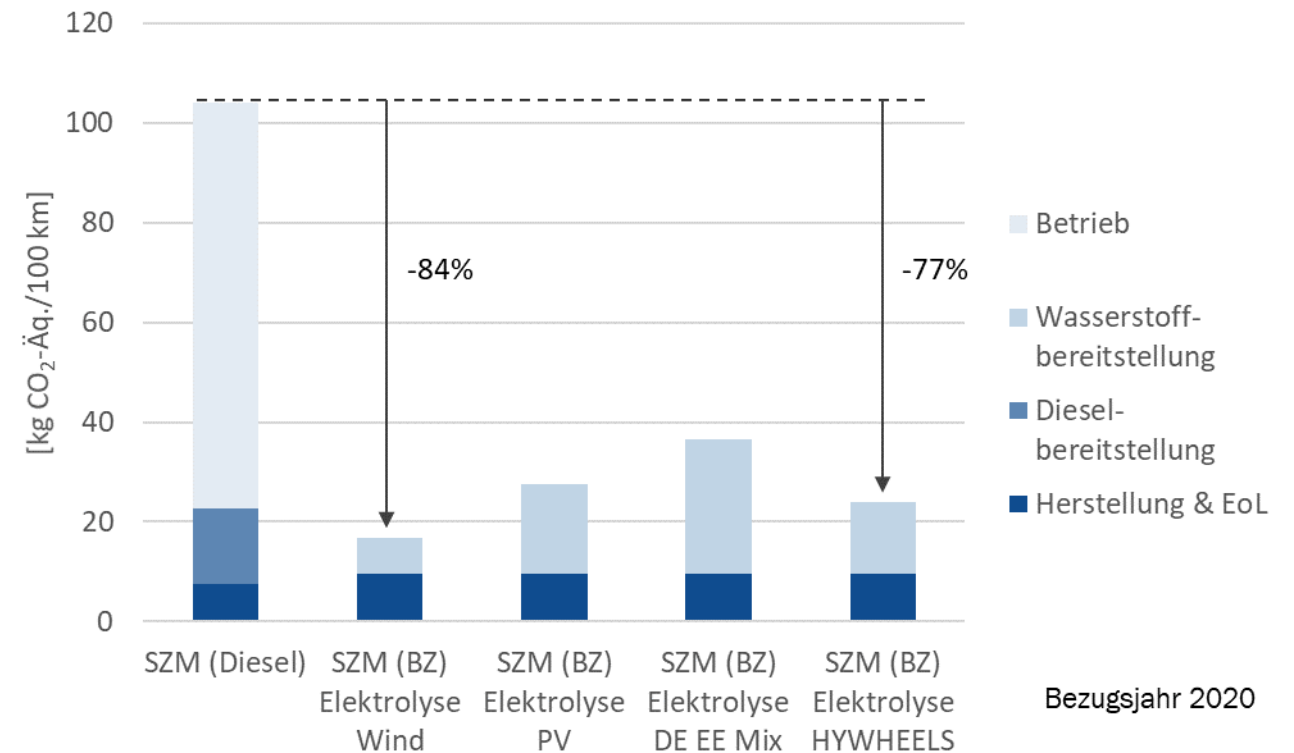
- › Well-to-Wheel: Energieträgerbereitstellung und -nutzung im Betrieb der Sattelzugmaschine (SZM)
- › exklusive Fahrzeugherstellung und EoL
- › Direkte Emissionen entfallen bei BZ-Fahrzeugen
- › THG-Intensität H₂-Bereitstellung (HYWHEELS) vergleichbar zu Dieselpbereitung



3. CO₂-Emissionen im Projekt HYWHEELS

THG Emissionen pro 100 km (SZM) – Lebenszyklus

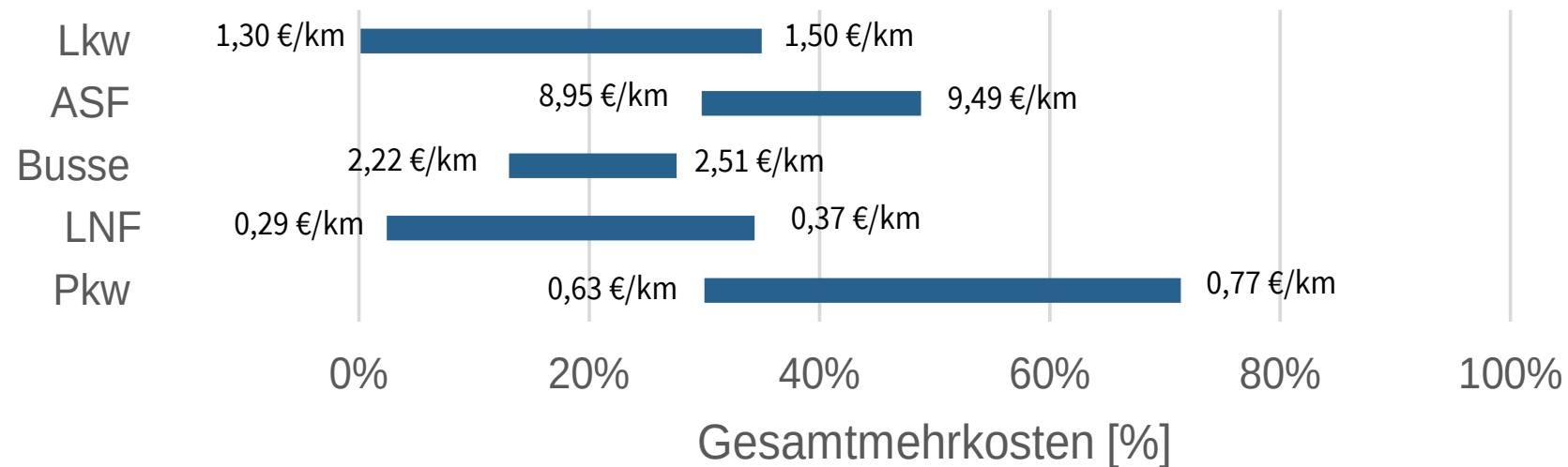
- › Herstellung der BZ-SZM ca. 30 % THG-intensiver
- › Einsparung unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus niedriger im Vergleich zur Betrachtung nur des Energieträgers



3. Kernergebnisse im Bereich H₂-Nutzung

TCO-Kosten

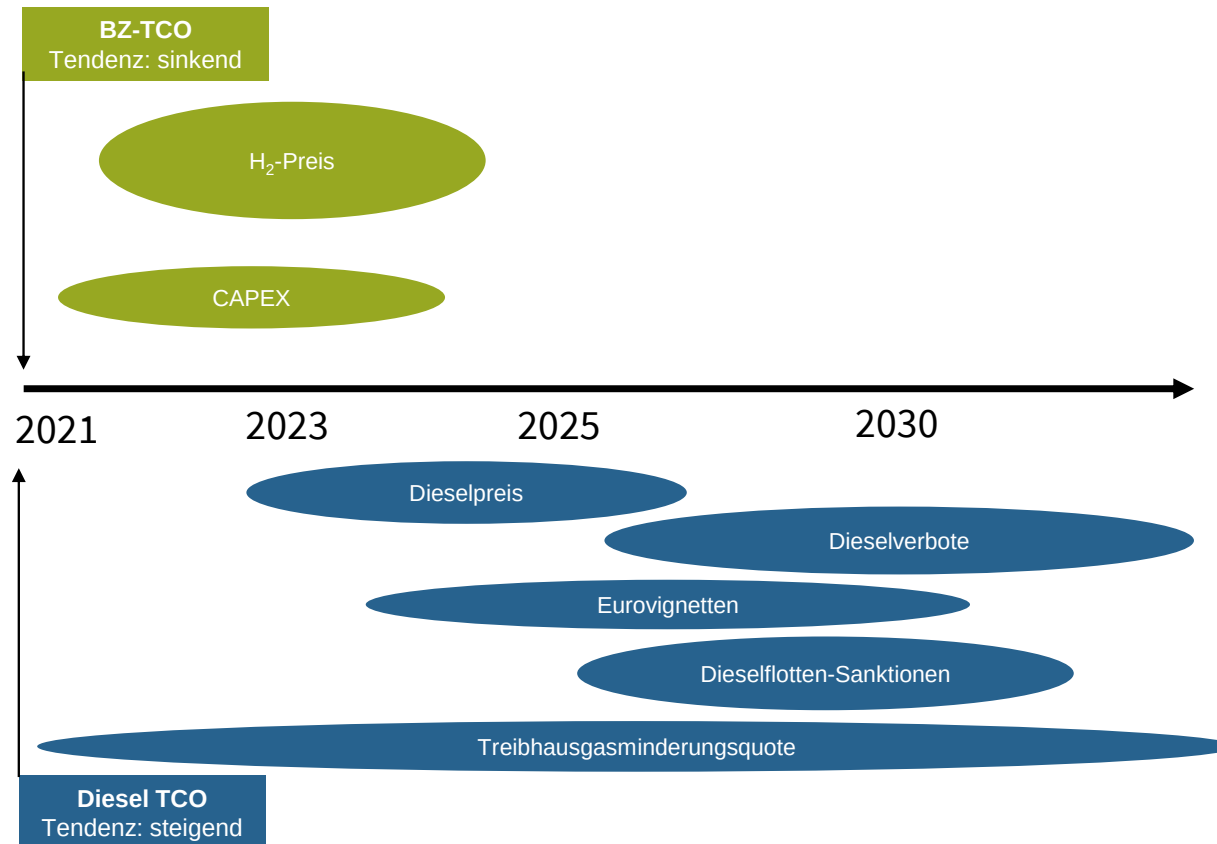
- › Kosten von BZ-Fahrzeugen werden in den nächsten Jahren sinken
- › Lkw, LNF und Busse für Einführung sehr gut geeignet, Mehrkosten zwischen 0 und 35 % schon heute mit Förderung realisierbar



6. Kernergebnisse H₂-Nutzung

TCO-Kosten

- › Hierbei existieren wichtige Stellschrauben auf Seiten von BZ-Fahrzeugen (wie bspw. die **Investitionskosten** und der **H₂-Preis**)
- › Auch die Entwicklung auf Seiten der TCO für Diesel-Lkw führt zu einer Annäherung der TCO-Kosten

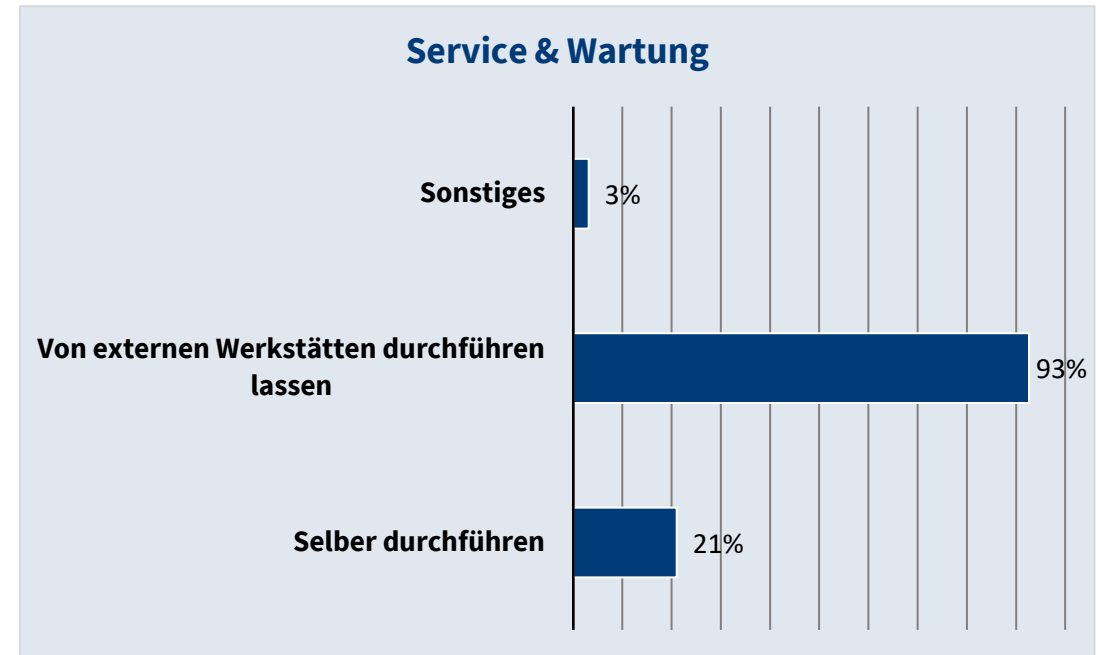


Anmerkung: Die Breite der einzelnen Blasen korrelieren qualitativ mit deren Einflussgröße auf die Gesamtkosten

6. Kernergebnisse H₂-Nutzung

Service und Wartung

- › Grundsätzlich sind **zentrale Service- und Wartungsstätten** sinnvoll, um Kosten und Aufwand für Hersteller und Betreiber minimieren.
- › Für Unternehmen mit einer größeren Stückzahl an BZ-Fahrzeugen kann auch die Ertüchtigung einer eigenen Werkstatt wirtschaftlich sinnvoll sein.
- › verschiedene Werkstätten und Logistikunternehmen haben sich im Rahmen von HYWHEELS gemeldet, die Interesse an der Instandhaltung von BZ-Fahrzeugen haben

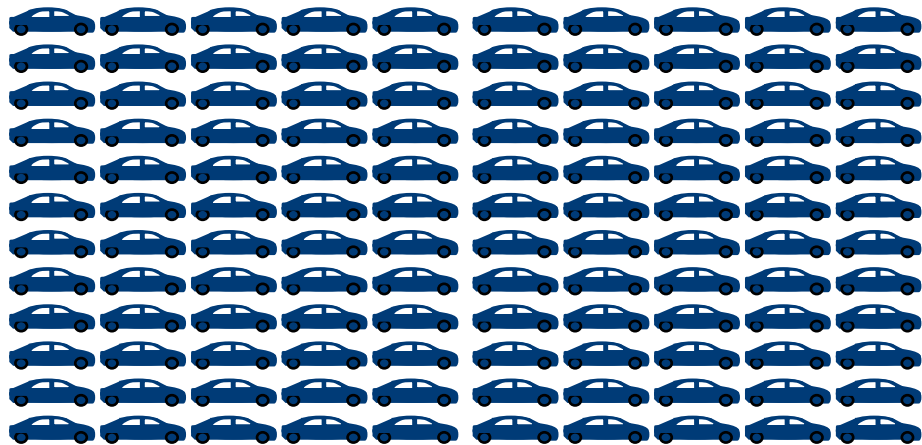


4. Umsetzungsfahrplan für HYWHEELS

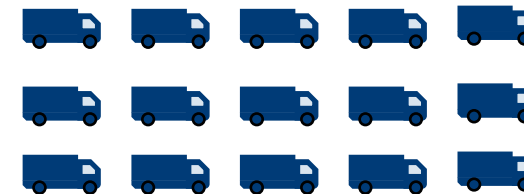
Kernergebnisse für die wirtschaftliche Umsetzung

- › Richtgrößen für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Wasserstofftankstelle (in jeder Region Deutschlands anwendbar):
 - Umsatz von min. 450 bis 500 kg Wasserstoff pro Tag

mind . 120 – 130 Pkw



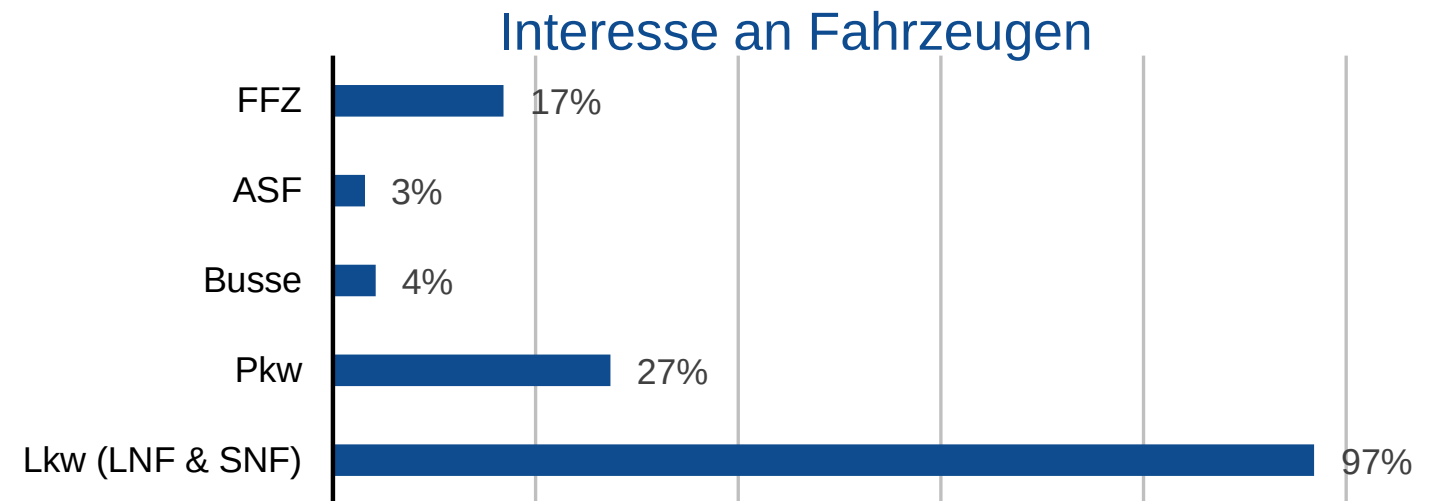
mind. 15 SNF



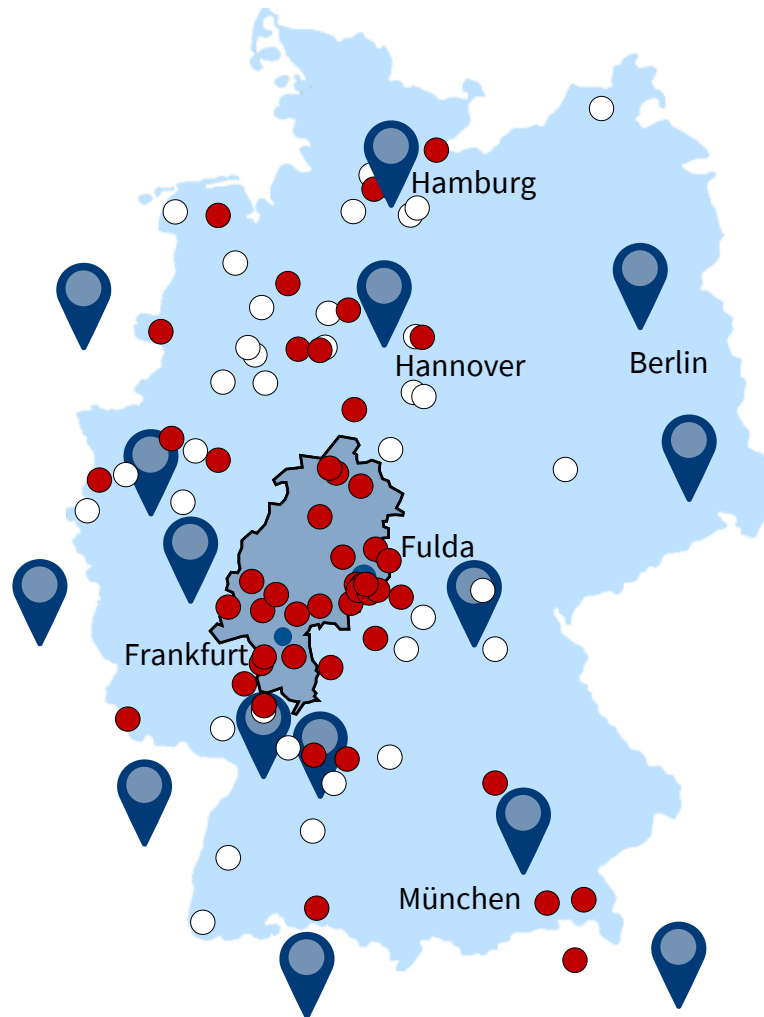
4. Umsetzungsfahrplan für HYWHEELS

Kernergebnisse aus der Akteursumfrage

- › ca. 100 Logistikunternehmen haben an der Umfrage teilgenommen
- › Über 90 % signalisieren Interesse an einer gemeinschaftliche Beschaffung
- › Laut verschiedener Hersteller sollten zunächst ca. 30 Fahrzeugen beauftragt werden, um die Fahrzeuge möglichst kostengünstig anbieten zu können.



4. Umsetzungsfahrplan für HYWHEELS



Wo sitzen interessierte Logistikunternehmen?

- › sehr hohe Dichte an Logistikern aus Osthessen, Rhein-Main Gebiet und Nordhessen
- › Mit Routenzielen in ganz Deutschland und Europa
- › Sehr großes Interesse von Unternehmen in Nord-West-Deutschland
- › Großes Interesse in Süddeutschland

Legende

- Interessierte Unternehmen mit Routen in /nach /durch Hessen
- 📍 Routenziele hessischer Unternehmen
- Interessierte Unternehmen mit keinen Routen durch Hessen oder unbekannten

4. Umsetzungsfahrplan für HYWHEELS



Wo liegen die wichtigen Knotenpunkte für das Tankstellennetz?

- › Hessen:
 - › Ca. 5 Standorte
 - › Fulda, Kirchheimer Dreieck, Kassel, Gießen, Frankfurt
- › Nord-West:
 - › Ca. 6 Standorte
 - › Hannover, Hamburg, Dortmund, A1/A29, Porta Westfalica, Köln
- › Süddeutschland:
 - › Ca. 5 Standorte
 - › Stuttgart, München, Mannheim, Bayreuth, Freiburg

4. Umsetzungsfahrplan für HYWHEELS

Umsetzung des Projekts

- › **Phase 1 „Start“** (2021 bis 2022):
 - Erste Fahrzeuge werden getestet / eingeführt
 - Parallel: Planung und Aufbau von Tankstellen
- › **Phase 2 „Anlauf im Wirtschaftsverkehr“** (2023-2024):
 - Erste Fahrzeuge werden im Wirtschaftsverkehr eingesetzt
 - Erste nationale Routen entstehen
- › **Phase 3 „Hochlauf“** (2025 – 2026):
 - Bis zu ca. 1000 Fahrzeuge werden eingesetzt
 - Flächendeckende Tankstelleninfrastruktur nutzbar

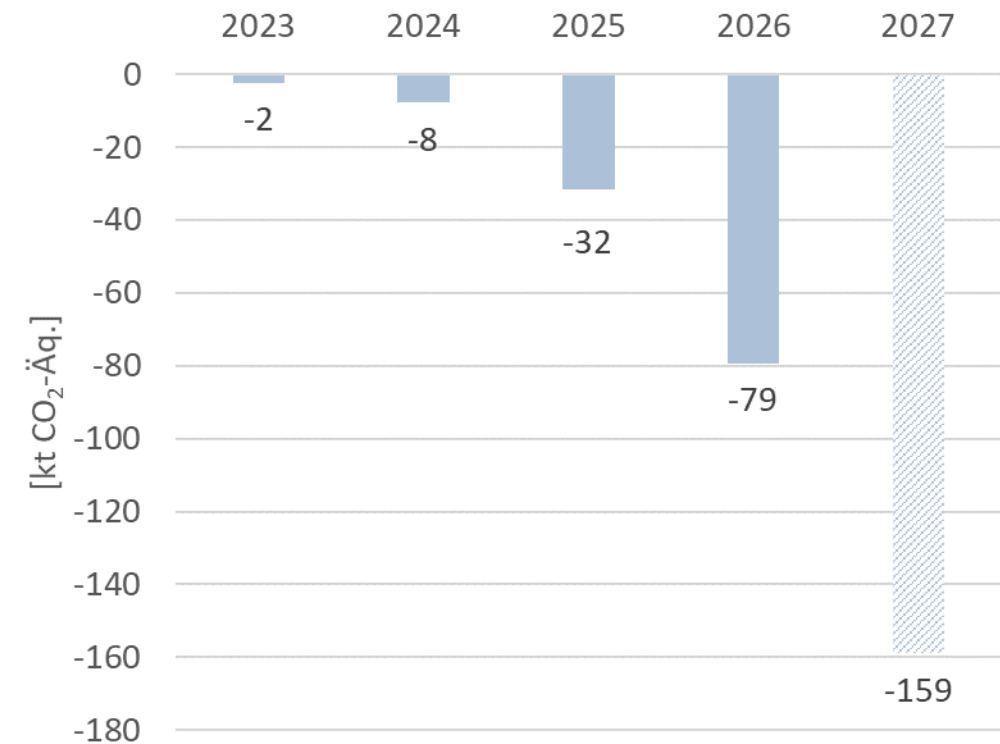
Jahre	Fahrzeuge in Betrieb	Min. Tankstellen in Betrieb
2021-2022	Tests / Einführung	Planung & Aufbau
2023	20 – 40	1-2
2024	80 – 120	3-5
2025	350 – 450	5-10
2026	800 – 1200 (Ziel)	10-15
2027	1800 bis 2200	> 15

4. Umsetzungsfahrplan für HYWHEELS

„Hochlauf“: 800 – 1.200 BZ-Fahrzeuge bis 2026

- › Einsparung im Jahr 2026 von etwa 79 kt CO₂-Äq. möglich

Jahre	Fahrzeuge in Betrieb	Min. Tankstellen in Betrieb
2021-2022	Tests / Einführung	Planung & Aufbau
2023	20 – 40	1-2
2024	80 – 120	3-5
2025	350 – 450	5-10
2026	800 – 1200 (Ziel)	10-15
2027	1800 bis 2200	> 15



*Quelle: Statistisches Bundesamt

4. Umsetzungsfahrplan für HYWHEELS

Osthessen



Bis 2026

1.000
BZ-Fahrzeuge



Jährlicher H₂-
Bedarf

7.500 t



Bis 2026

Min. 10 – 15
H₂-Tankstellen



Eingesparte
Emissionen

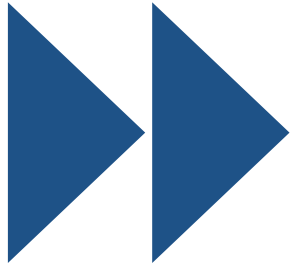
Ca. 80 kt THG
und 2,8 t NO_x



Min. Mehrkosten
für Betrieb von
BZ-Fahrzeugen

0 – 35 %

5. Handlungsempfehlungen für die Umsetzung von HYWHEELS



An interessierte Unternehmen

Herstellerangebote für erste Tests und Erfahrungen nutzen

Aktuell vielversprechende Förderlandschaft zur Anschaffung nutzen

Routen für Inbetriebnahme entlang der vorhandene 350 bar Tankstellen auswählen

Mit Werkstätten abstimmen, um eine zentrale Service- und Wartungsinfrastruktur zu errichten

Beschaffungsinitiative starten

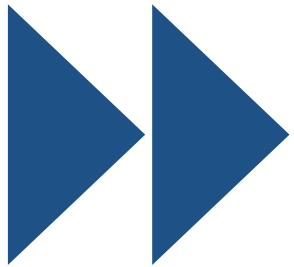
interessierte Unternehmen sollten sich direkt zusammentun und gemeinschaftlich die Optionen zur Beschaffung von Fahrzeugen diskutieren und in Angriff nehmen

Gemeinsame Nutzung Infrastruktur minimiert Aufwand und Risiko

Vorteil ist eine stärkere Verhandlungsposition bei der Beschaffung von BZ-Fahrzeugen

5. Handlungsempfehlungen für die Umsetzung von HYWHEELS

An Kommunen



Für BZ-Busse und BZ-ASF Leistungen emissionsfreier Fahrzeuge ausschreiben, bspw. für Busse im Nahverkehrsplan

Netzwerkbildung regionaler Akteure unterstützen

Flächen für Tankstellen bereitstellen und das Genehmigungsverfahren beschleunigen, ggf. sind auch der Bau und der Betrieb von Tankstellen durch kommunale Unternehmen sinnvoll

Beschaffung eigener BZ-Fahrzeuge

Einrichtung einer zentralen Netzwerkkoordination

Ziel: Fortlaufende Einführung BZ-Fahrzeuge unterstützen

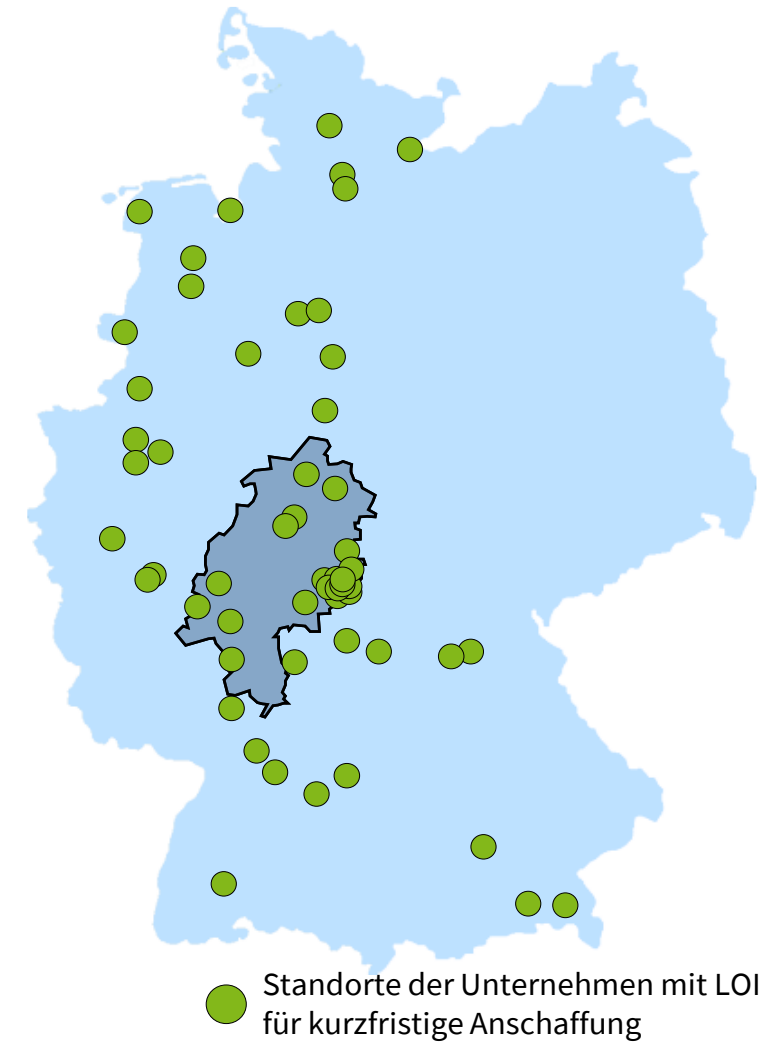
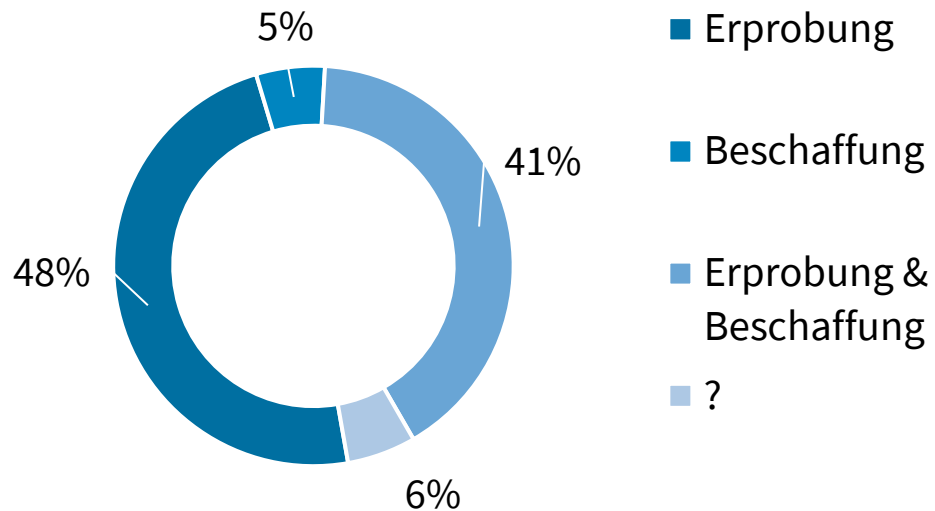
Aufgaben:

- Kommunikation und Verknüpfung von Hersteller & Nutzer / Betreiber (Infrastruktur & Fahrzeuge)
- Identifikation von Akteuren und bei der Netzwerkbildung
- Unterstützung bei der Organisation von Treffen
- Unterstützung der Erarbeitung von passenden Finanzierungsmodellen

6. HYWHEELS – Wie geht es weiter?

Phase 1 hat begonnen

- › **Über 55 Logistikunternehmen** haben Interessensbekundung gezeichnet zur Erprobung und / oder Beschaffung von BZ-Lkw unterzeichnet

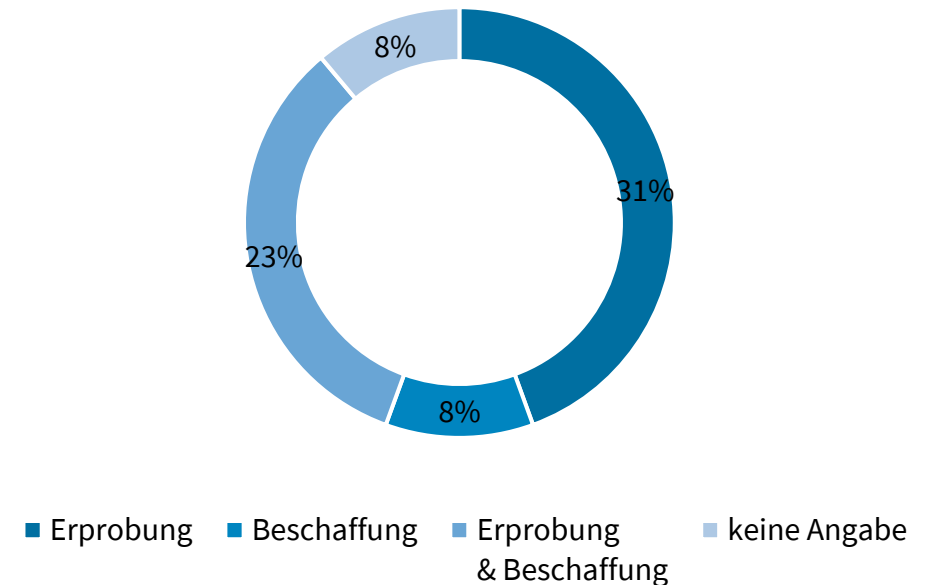


6. HYWHEELS – Wie geht es weiter?

Auswertung der Interessensbekundungen

- › 69 % der Rückläufe der Unternehmen aus Osthessen (insgesamt 9) haben bereits aktuell mind. eine befahrbare Route
- › Insgesamt sind ca. 30 % der angegebenen Routen aller Logistikunternehmen mit der aktuell verfügbaren Infrastruktur befahrbar

Interessen zur Beschaffung und oder Erprobung der Unternehmen in Osthessen mit befahrbaren Routen



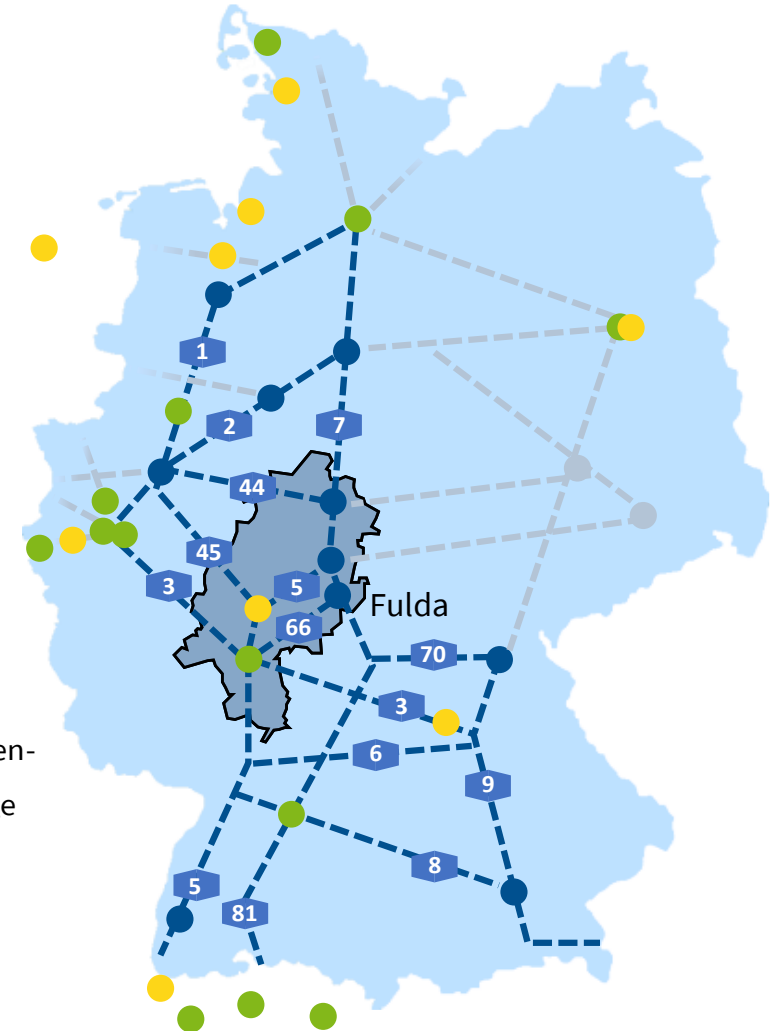
6. HYWHEELS – Wie geht es weiter?

Phase 1 hat begonnen

- › Betankung der Fahrzeuge an bereits vorhandenen 350 bar Tankstellen
- › Vorab: Abstimmung mit jeweiligen Tankstellenbetreibern, ob eine Betankung von Lkw möglich ist (Betankungsprotokoll, Platzbedarf, etc.)
- › Erste mögliche Routen könnten sein:
 - Fulda – Frankfurt
 - Frankfurt – Stuttgart
 - Frankfurt – Ruhrgebiet
 - Hamburg – Münster

Legende

- Aktuell verfügbare 350 bar Tankstelle für Nutzfahrzeuge
- Geplante 350 bar Tankstelle (in 2021)
- Wichtige, identifizierte Tankstellenstandorte aus der Akteursumfrage
-  Bundesautobahn
- Hauptrouten
- - - Angedeutete Routen



6. HYWHEELS – Wie geht es weiter?



Abschlussstatement durch Christoph Burkard von der
Region Fulda Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH



- H2-Cluster Region Fulda startete 2021 als Netzwerk zur Koordination der Aktivitäten aller regionaler Akteure (Logistikunternehmen, Technologielieferanten, H2-Tankstellenbetreiber, Solar- und Windenergieanbieter etc.);
- Bündelung der regionalen Wertschöpfungskette von der regenerativen Energieerzeugung, der H2-Produktion, H2-Tankstellen bis Einsatz von grünem H2 für Logistikketten und Nahverkehr.
- Ermöglichung einer kurz bis mittelfristigen Realisierung der H2-Logistik innerhalb der nächsten 3 Jahre mit Hilfe regionaler und nationaler öffentlicher Fördermittel.

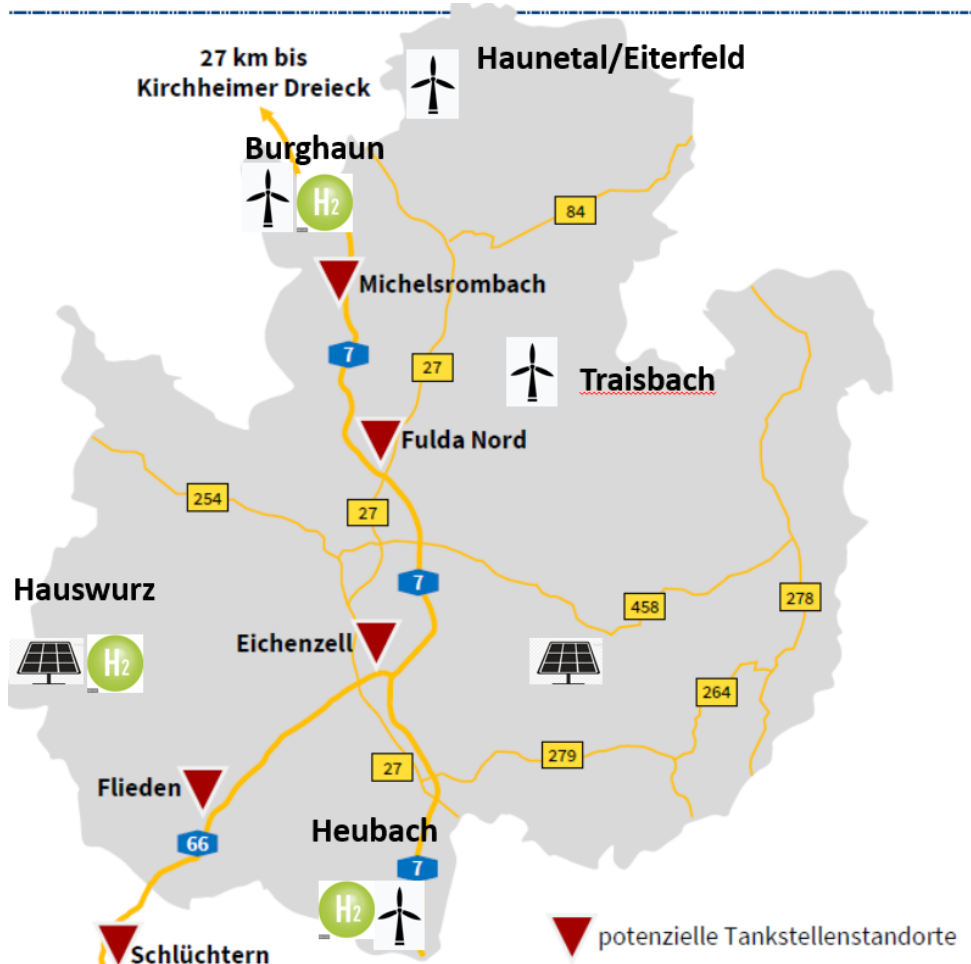
Wasserstoff-Region-Fulda (Netzwerk)



5-Schritte innerhalb der nächsten drei Jahre



- Mobilisierung der Erzeugung erneuerbarer PV- und Windenergie an ländlichen Standorten in der Region Fulda;
- Aufbau von mittelgroßen Elektrolyseuren zur Erzeugung von grünem H₂ in der Nähe der Stromerzeugung ohne öffentliches Netz;
- Bau von 3-4 350 bar H₂-Tankstellen für Nutzfahrzeuge;
- Bündelung von H₂-Lkw/Bus-Beschaffungs- und/oder Nachrüstkonzepten für regionale Logistik- und ÖPNV-Unternehmen;
- Start der H₂-Logistik mit mindestens 2 Demonstrationsprojekten.



Aktuell bis Ende Januar vier Förderanträge:

- zwei H2-Tankstellen
- einmal Windkraftanlage mit Elektrolyseur und H2-Tankstelle
- einmal PV-Anlage mit Elektrolyseur
- Bündelung in einem Mantelantrag (keine Konkurrenzsanträge, sondern Synergien = Versorgungssicherheit und H2-Erzeugung)
- Weitere PV-Flächenanlage in Planung

H2-LkW-Beschaffung – Machbarkeitsstudie bis Sommer 2022

Inbetriebnahme erste H2-Tankstelle 2023

Erste H2-LkWs 2023 – Ziel ca. 40 2023/2024



Christoph Burkard | Region Fulda
+49 661 102 4815
christoph.burkard@region-fulda.de



Themenschwerpunkt Infrastruktur
Dr. Sirko Ogriseck | Infraserv
+49 69 305-18042
sirko.ogriseck@infraserv.com



Themenschwerpunkt BZ-Fahrzeuge
Lena Maier | EMCEL
+49 221 29 26 95 - 222
hyexperts-fulda@emcel.com



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERSAMKEIT

Energiewende, gemeinsam, heute!