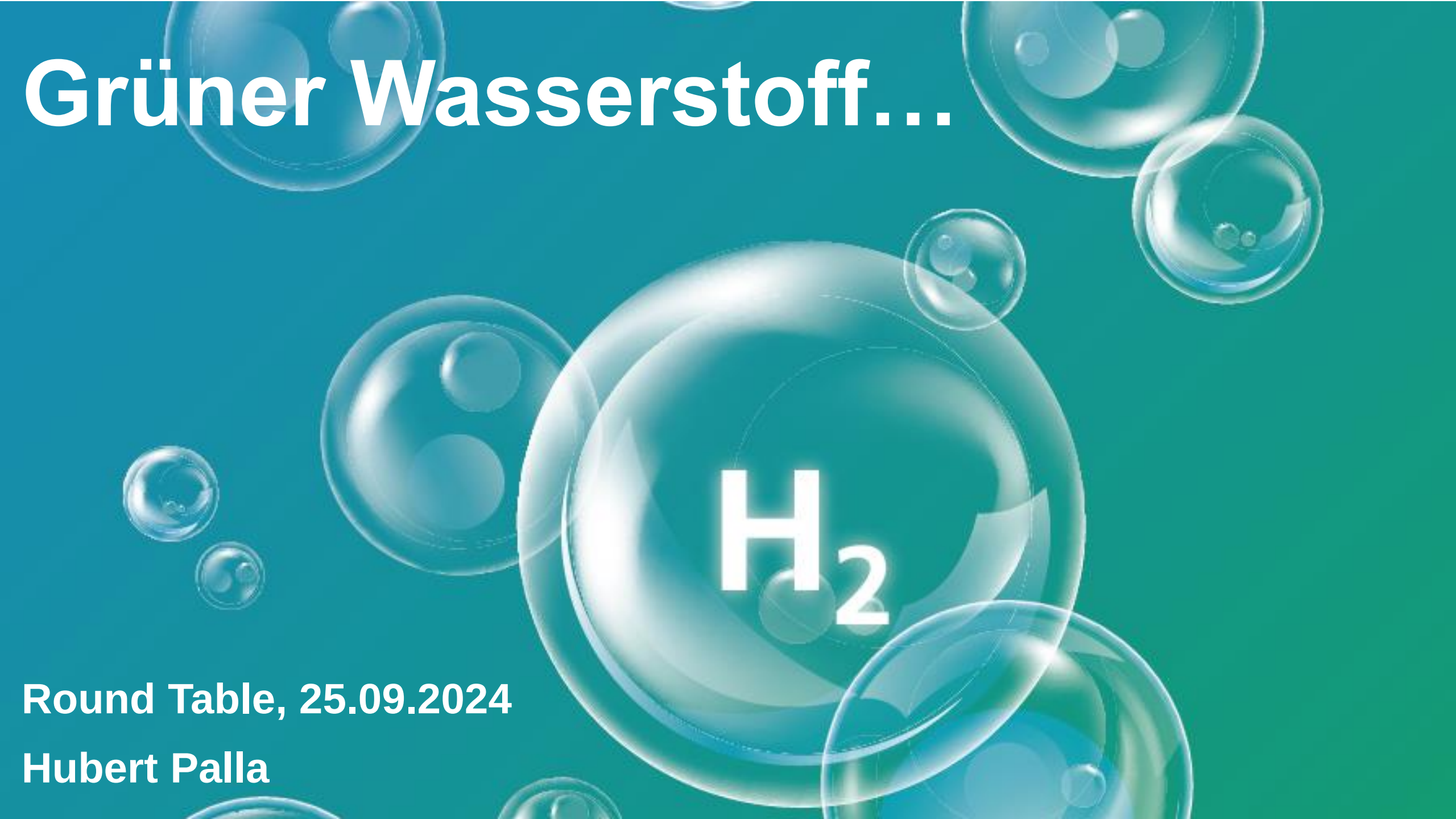
Grüner Wasserstoff…



Round Table, 25.09.2024

Hubert Palla

…Hope or Hype?



Hope versus Hype

«Hope»

Die Hoffnung, dass grüner Wasserstoff in einer zukünftig erneuerbaren Energiewirtschaft eine relevante/essentielle Rolle spielen kann.

«Hype»

Ein Hype bezeichnet ein Thema, das innerhalb kürzester Zeit extrem viel Aufmerksamkeit erhält und danach meist schnell wieder abfällt.

Grosses Getue, übertriebene Propaganda, Riesenrummel um eine Sache/Person.

Grundlagen

Strom versus Wasserstoff – aktuelle Marktsituation

Thema	Strom	Wasserstoff
Qualität	Beschaffenheit spielt keine Rolle Definierte Spannung und Frequenz	Beschaffenheit gemäss SVGW G18 Komprimiert, flüssig oder als Derivat erhältlich
Transport	Versorgung nur via Netz	Versorgung via Netz und/oder per Trailer
Markt	Liquider und etablierter Markt Standardisierte Produkte	Kein liquider und etablierter Markt Nur individuelle Verträge
Kundensicht	Kunde wird nur via Netz versorgt Kunde kann Produkt problemlos wechseln	Aktuell nur Lieferung per Trailer Kunde benötigt einen Speicher Kunde kann Produkt **nicht** problemlos wechseln

Quellen: Axpo 2024; Envenion GmbH 2024

Voraussetzungen für die Nutzung von Wasserstoff

- Der volumetrische Energieinhalt von Wasserstoff beträgt nur ein Drittel zu Erdgas.
- Als kleinstes Atom diffundiert Wasserstoff einfacher durch Materialien. Daher gilt es eine versehentliche Knallgasbildung durch geeignete Dichtungen unbedingt zu vermeiden.
- Die H_2-Flamme ist farblos und die Flammentemperatur höher (begünstigt die NOx-Bildung).
- Wasserstoff brennt und zündet schneller sowie leichter.

Ein Wasserstoffgerät muss die technischen Voraussetzungen mitbringen, um das 3-fache Brennstoffvolumen sowie die höheren Verbrennungstemperaturen bei gleichzeitig schnellerem Abbrandverhalten zu beherrschen.

Quellen: Bosch Thermotechnik GmbH 2023; Envenion GmbH 2023

Technische Anpassungen bei Gasgeräten mit Wasserstoff



Quellen: Bosch Thermotechnik GmbH 2023; Envenion GmbH 2023

Einsetzbereiche von Wasserstoff

Stoffliche Nutzung

- Raffinerie
- Düngemittel (Ammoniak)
- Chemie (Methanol)
- Metallindustrie
- Glasindustrie
- Stahlindustrie
- etc.

Energetische Nutzung

Stromerzeugung

- Gasturbine (zentral ohne Abwärmenutzung)
- BZ/WKK[1] (dezentral mit Abwärmenutzung)

Wärmerzeugung

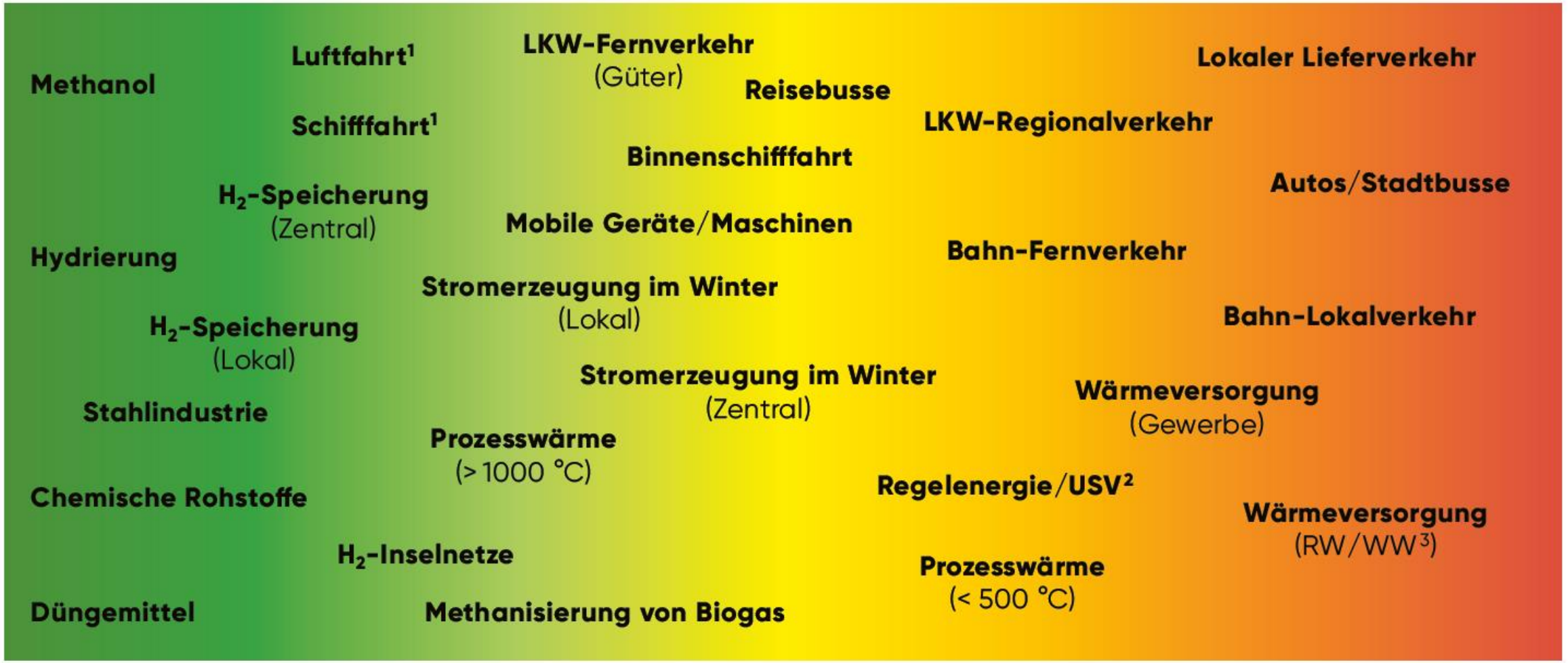
- Prozesswärme
- Warmwasser
- Raumwärme

Mobilität

- Schifffahrt
- Luftfahrt
- Bahn
- LKW, Busse, PW

1) BZ = Brennstoffzellen / WKK = Wärmekraftkopplung

Stoffliche vs. energetische Nutzung von Wasserstoff

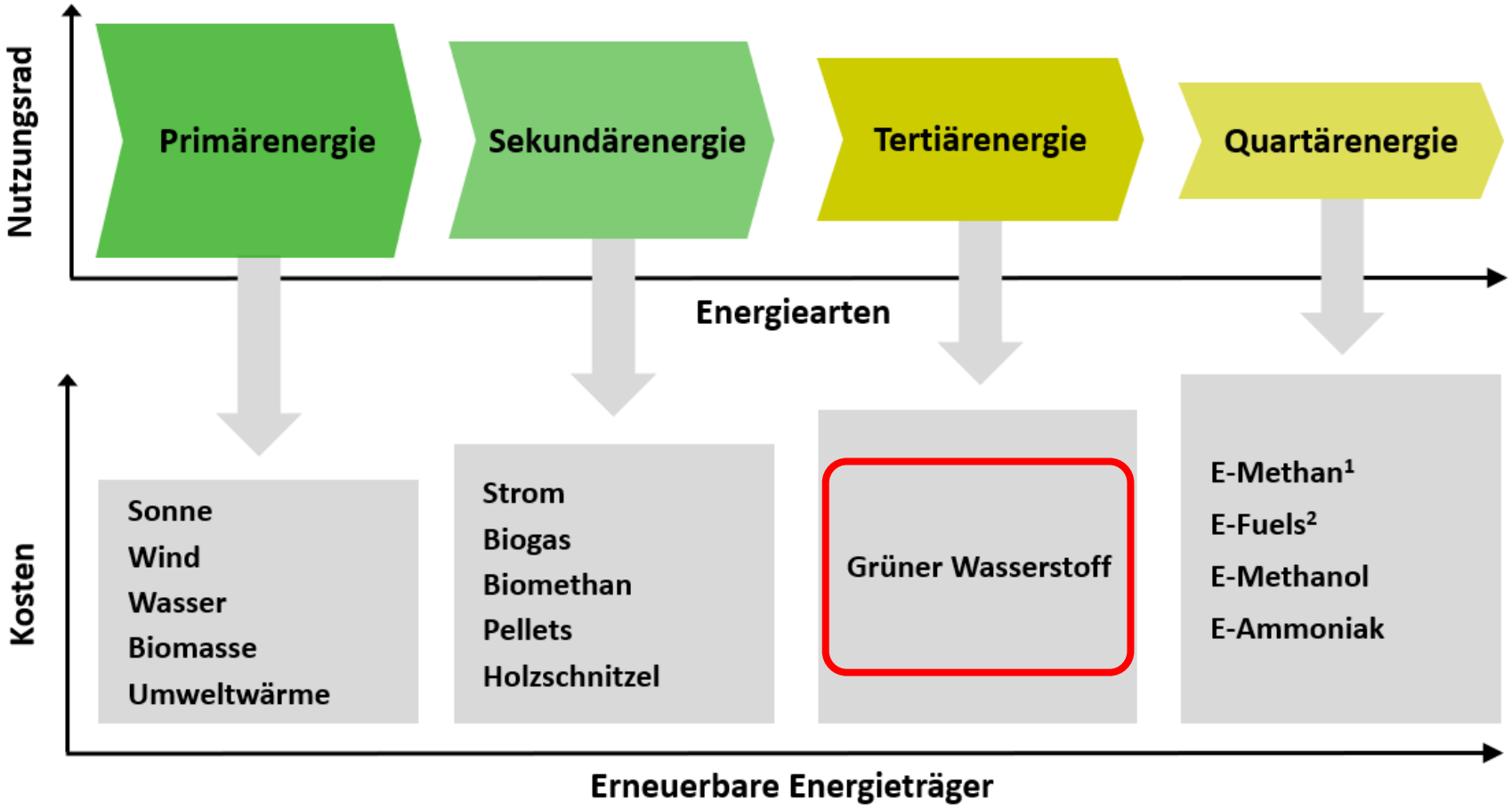


Unentbehrlich **Entbehrlich**

1 Mittels Wasserstoff (H2) erzeugte E-Fuels, Methan Ammoniak
2 Unterbrechungsfreie Stromversorgung
3 Raumwärme/Warmwasser

Quellen: Basierend auf den Einschätzungen von M. Liebreich Associates V 5.0 2023; Gregor Hagedorn 2024; Envenion GmbH 2024

Herstellung von grünem Wasserstoff



Jeder Umwandlungsschritt braucht Energie und verursacht Kosten.

1) Erneuerbares synthetisches Methan

2) Erneuerbare synthetische flüssige Brennstoffe

Quelle: Envenion GmbH 2023

Wasserstoffversorgung: 3 Optionen

a) Via Gasnetzinfrastruktur

- Hohe Investitionskosten für den Gasnetzbetreiber
- Aus Sicht der Endkunden die komfortabelste Option (praktische keine Investitionskosten)
- **Langfristige Option**

b) Per Trailer (via Strasse und/oder Schiene)

- Abhängig von der Logistik (Transport und Speicherung)
- Für Endkunden eine Ergänzung/Alternative zur Option «a»
- **Schnelle Option**

c) Eigenproduktion (vor Ort)

- Hohe Investitions- und Betriebskosten (Herstellung und Speicherung)
- Erhöhte Selbstversorgung (Autarkie) sowie tiefere Abhängigkeit vom Energieversorger
- **Schnelle Option**

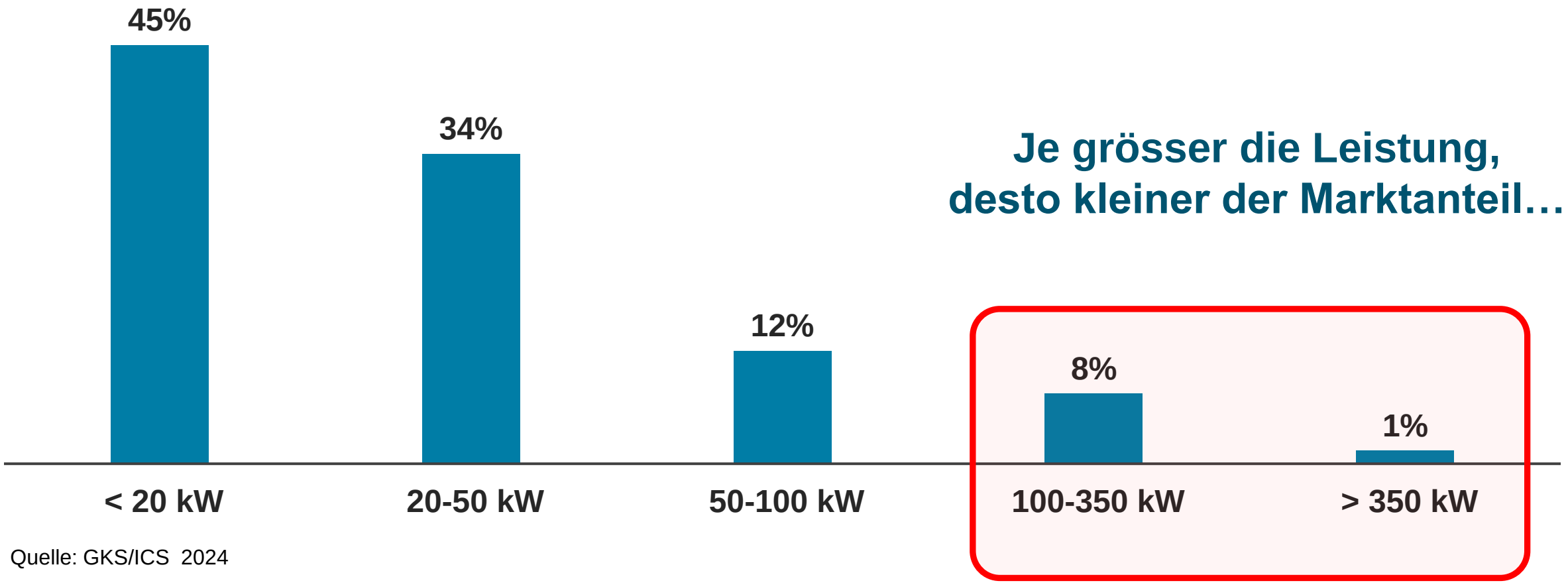
Quelle: Envenion GmbH 2024

Wasserstoffversorgung - Gasabsatz vs. Netzkosten



H_2-Einsatz nach Leistung

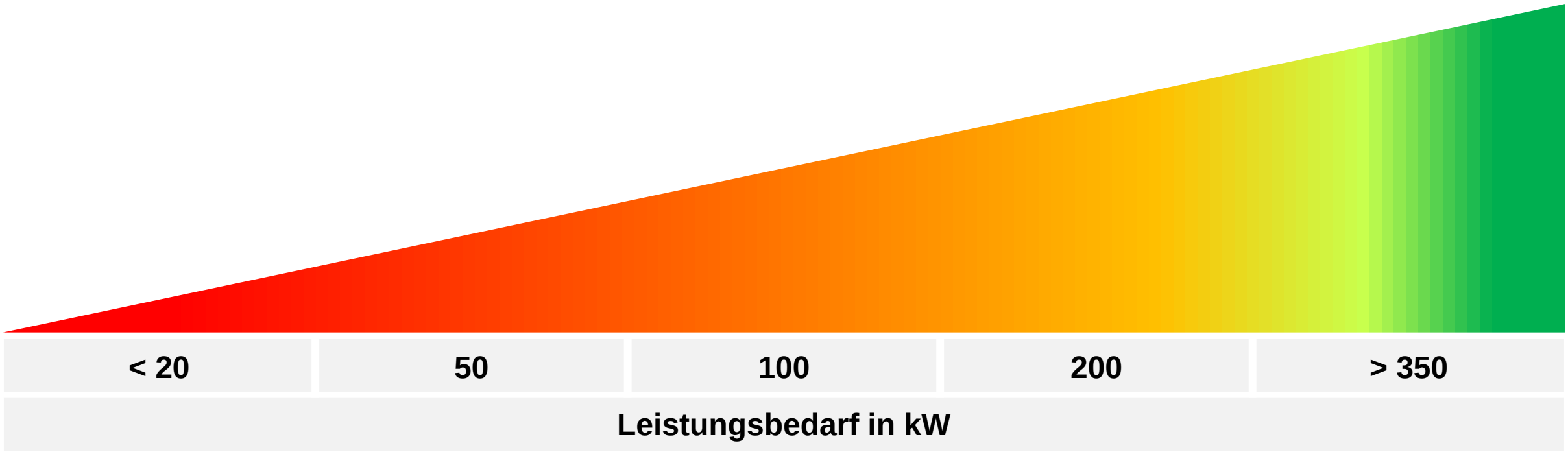
Verkaufte Gasgeräte nach Leistung 2011 - 2023



Je grösser die Leistung, desto kleiner der Marktanteil…

Quelle: GKS/ICS 2024

Einsatz von Wasserstoff nach Leistung



…Aber, je grösser die Leistung, desto sinnvoller kann der Einsatz von Wasserstoff sein.

Einsatz von Wasserstoff nach Leistung

Leistungsbedarf in kW				
< 20 kW	50 kW	100 kW	200 kW	> 350 kW
Verkaufte Gasgeräte 2023 ~ 4170 Stück				
1860	1340	560	350	60

Quelle: GKS/ICS 2024

Der Markt für wasserstoffbetriebene Geräte wird in der Schweiz wohl nur eine Nische besetzen.

H_2 zur Wärmerzeugung

Wärmemarkt vs. Prozesswärme

Unter den Begriff Wärmemarkt fällt jegliche Erzeugung von Wärme.

(Raumwärme, Warmwasser, sowie Prozesswärme/-kälte in Gewerbe und Industrie)

Quelle: BDEW 2016

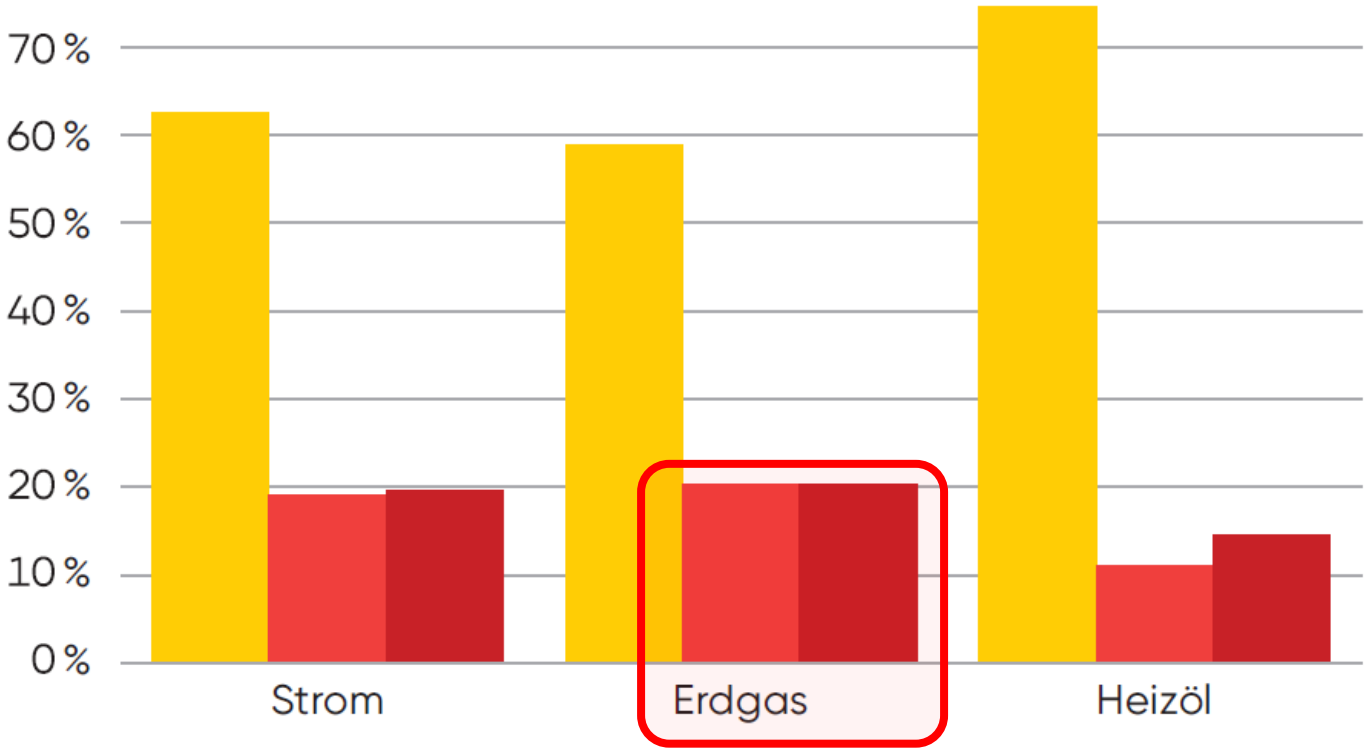
Bei der Prozesswärme handelt es sich um Wärme, die in der Industrie bei chemischen, technischen oder anderen Prozessen benötigt wird.

Der zentrale Parameter für die Bestimmung der Prozesswärme ist das Temperaturniveau. Je höher die Temperatur, desto grösser ist der Energieaufwand zur Erzeugung der Wärme.

Quelle: DLR 2016; AEE RENEWS 2017

Energieverbrauch der Schweizer Industrie 2023

Energieverbrauch ausgewählter Industriebranchen nach Temperaturniveau und unterteilt in Strom, Erdgas und Heizöl



16 TWh/a **8 TWh/a** **3 TWh/a**

Ausgewählte Industriebranchen
- Lebensmittelindustrie
- Textilindustrie
- Papier- und Druckindustrie
- Chemische Industrie
- NE-Metalle
- Maschinenbau
- Baugewerbe
- Stahl (Metall/Eisen)

< 500 °C 500 – 1000 °C > 1000 °C

Quellen: BFE 2024; DLR 2016; Envenion GmbH 2023

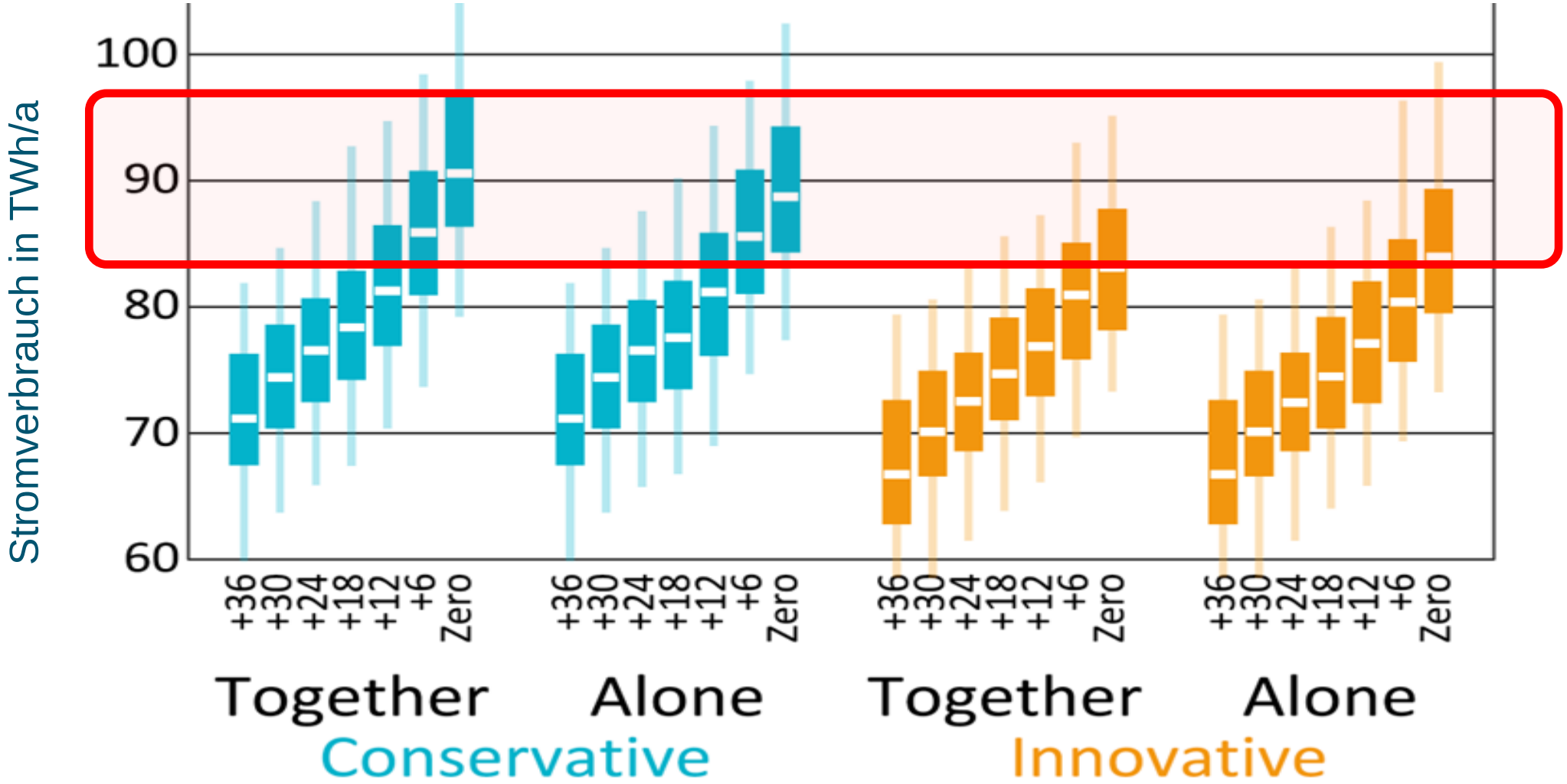
Wasserstoff zur Wärmeerzeugung



Das bedeutet; je höher der Temperaturbedarf, desto sinnvoller kann der Einsatz von Wasserstoff sein!

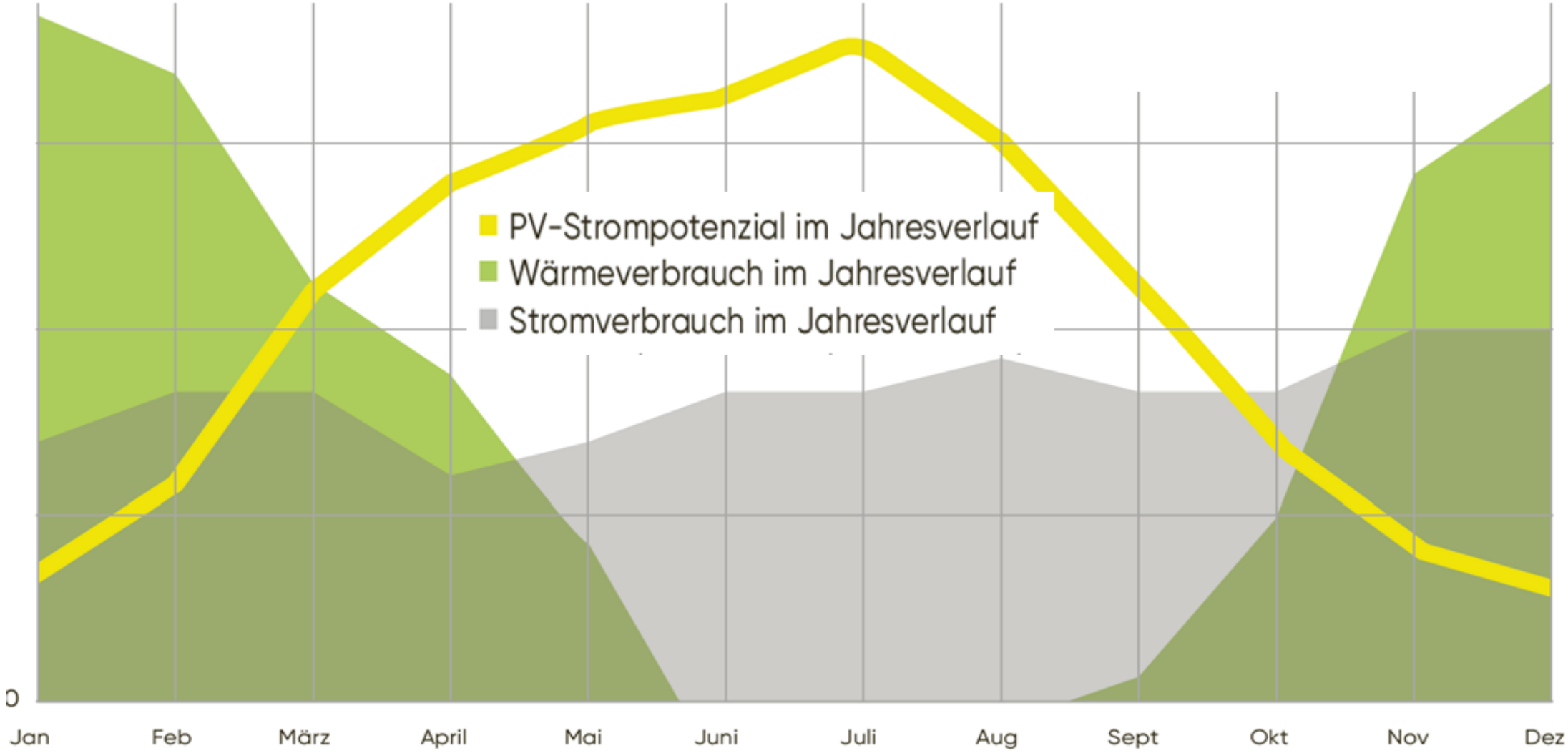
H_2 zur Stromerzeugung

Strombedarf der Schweiz einem Netto-Null Szenario

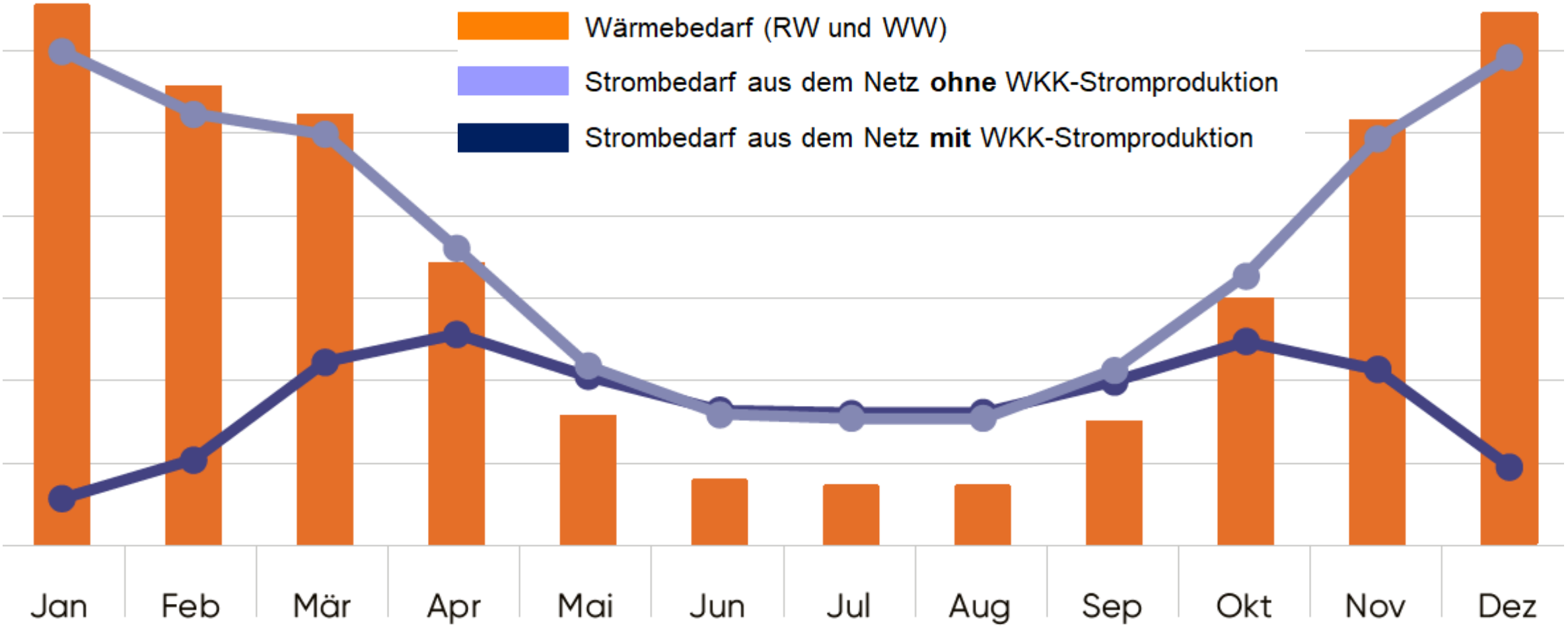


Quelle: ETH Zürich 2023, Energy Science Center

Energiebedarf vs. PV-Stromerzeugung einer Überbauung



Wasserstoff zur lokalen Stromerzeugung im Winter



Wasserstoff zur Stromerzeugung…

…wird primär im Winter von Relevanz sein.

Das bedeutetet; Wasserstoff zur Stromerzeugung sollte auch in der Schweiz saisonal speicherbar sein…

…Und dafür sollten lokale Speicher mit mehreren 100 GWh Kapazität zur Verfügung stehen.

Lokale Wasserstoffspeicherung in der Schweiz

Beispiel anhand des unterirdischen lokalen Druckspeichers «Delphy von Vallourec»	
Lokale Speicherkapazität total (Schätzung für 2040)	500 – 1000 GWh
Kapazität pro Anlage	100 Tonnen (3 GWh)
Anzahl Anlagen (gerundet)	150 bis 300
Investitionskosten pro Anlage (Schätzung für 2040)	7 – 15 Mio. CHF
Investitionskosten total (Schätzung für 2040)	**1100 – 4500 Mio. CHF**
Unterhaltskosten pro Jahr (2% der Investitionskosten)	20 – 90 Mio. CHF
Investitionen in die Gasinfrastruktur 2023 (davon in Speicheranlagen)	113 Mio. CHF (6 Mio. CHF)

Quellen: VSG-Jahresstatistik Ausgabe 09/2024; Envenion GmbH 2024

H_2 zur mobilen Nutzung

Wasserstoff zur mobilen Nutzung in der Schweiz…

…ist ein grosses Fragezeichen?

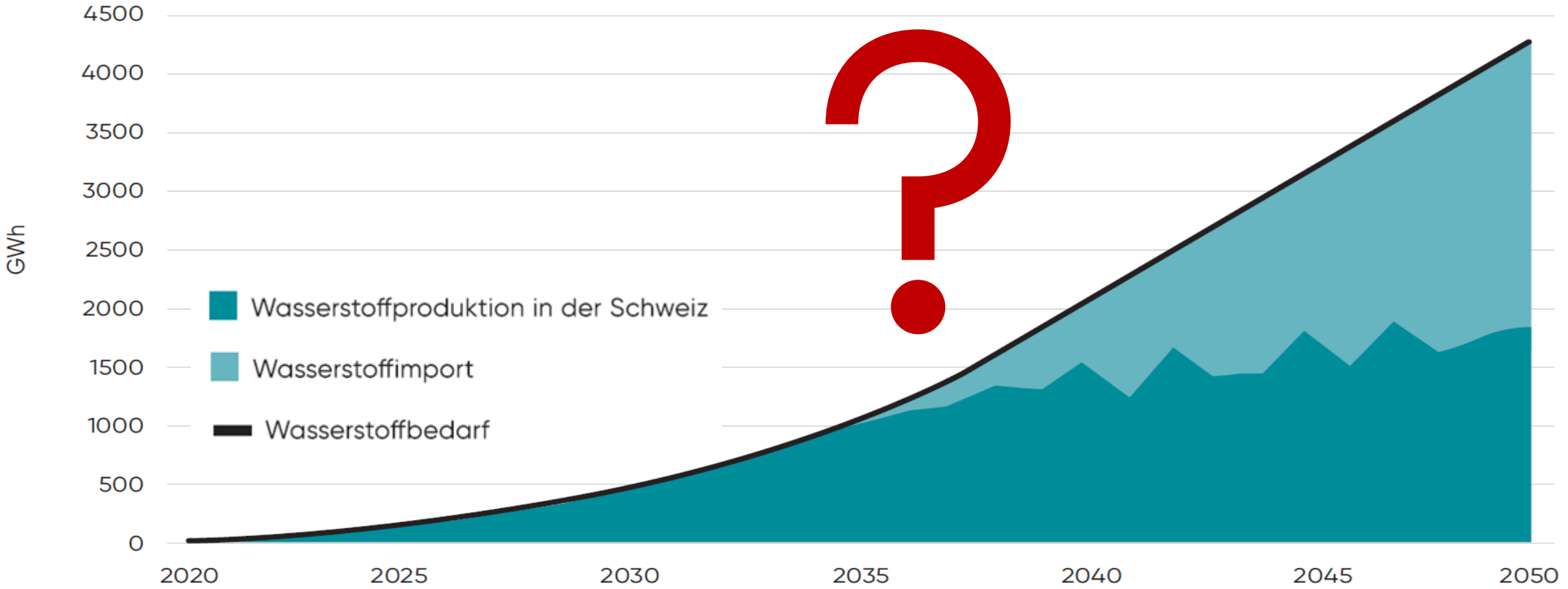
Aber sicher ist; je grösser das Gewicht und die zurückzulegende Distanz, des sinnvoller kann der Einsatz von Wasserstoff sein!

Wasserstoff zur mobilen Nutzung



Der Blick in die Glaskugel

Wasserstoff in CH aus Sicht des Bundes (< 5 TWh/a)[1]



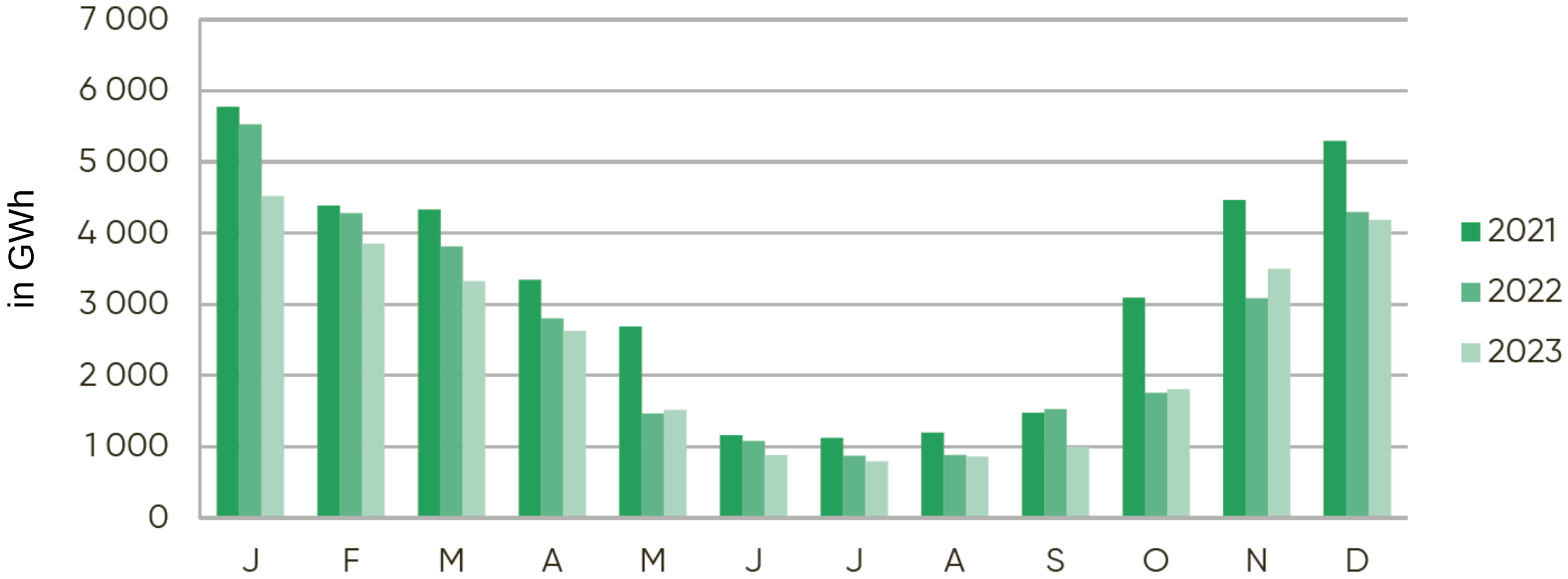
1) Bericht des Bundesrats vom 15. November 2023 «Wasserstoff. Auslegeordnung und Handlungsoptionen für die Schweiz»

Stimmung zu erneuerbaren Gasen in CH

Thema	H_2	CH_4
Internationale Entwicklung	→	→
Investitionsklima in der Schweiz	↘	↗
Produktion (Upstream)	↘	→
Transport (Midstream)	↘	→
Nachfrage (Downstream)	→	→

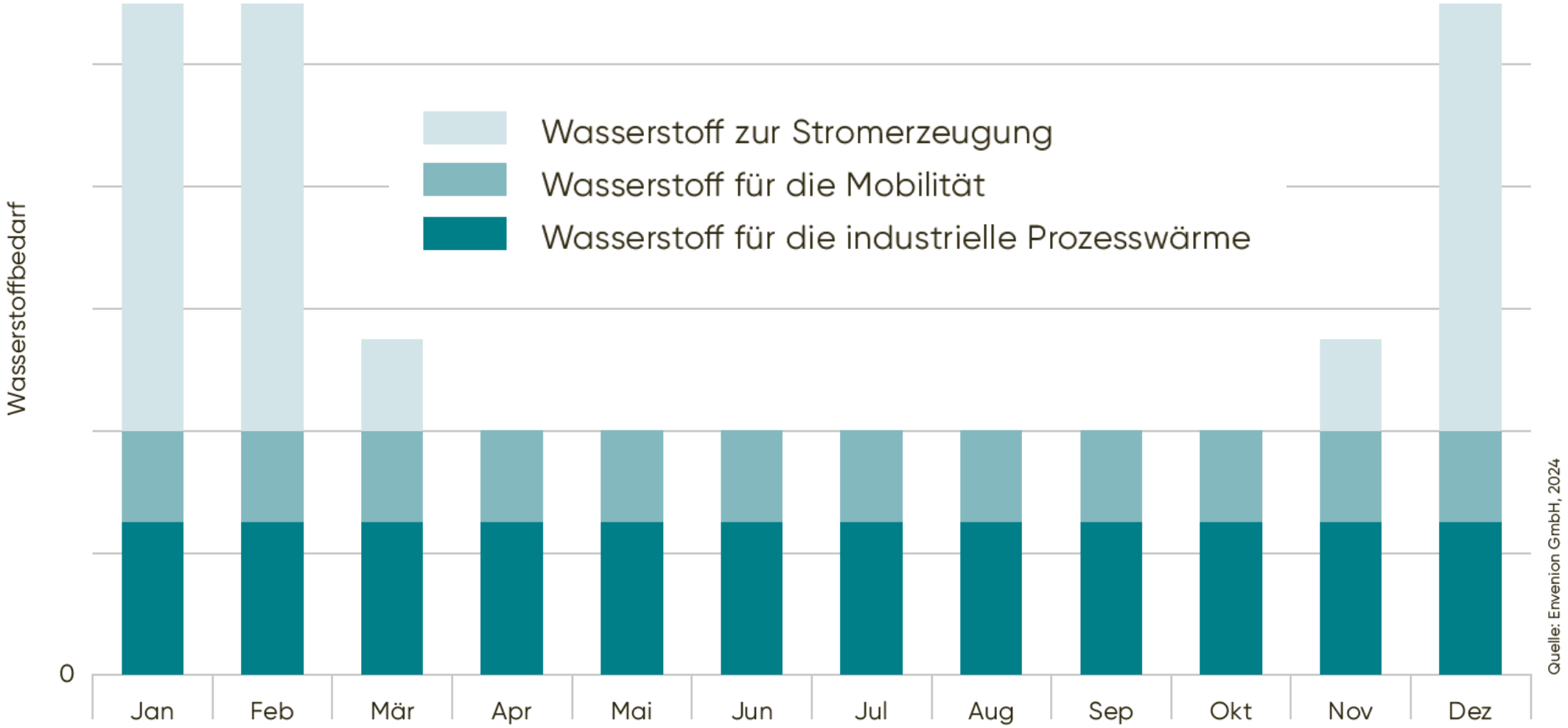
Quelle: VSG Barometer erneuerbare Gase, Ausgabe 5 / April 2024

Monatliche Erdgasimporte in die Schweiz 2021 - 2023

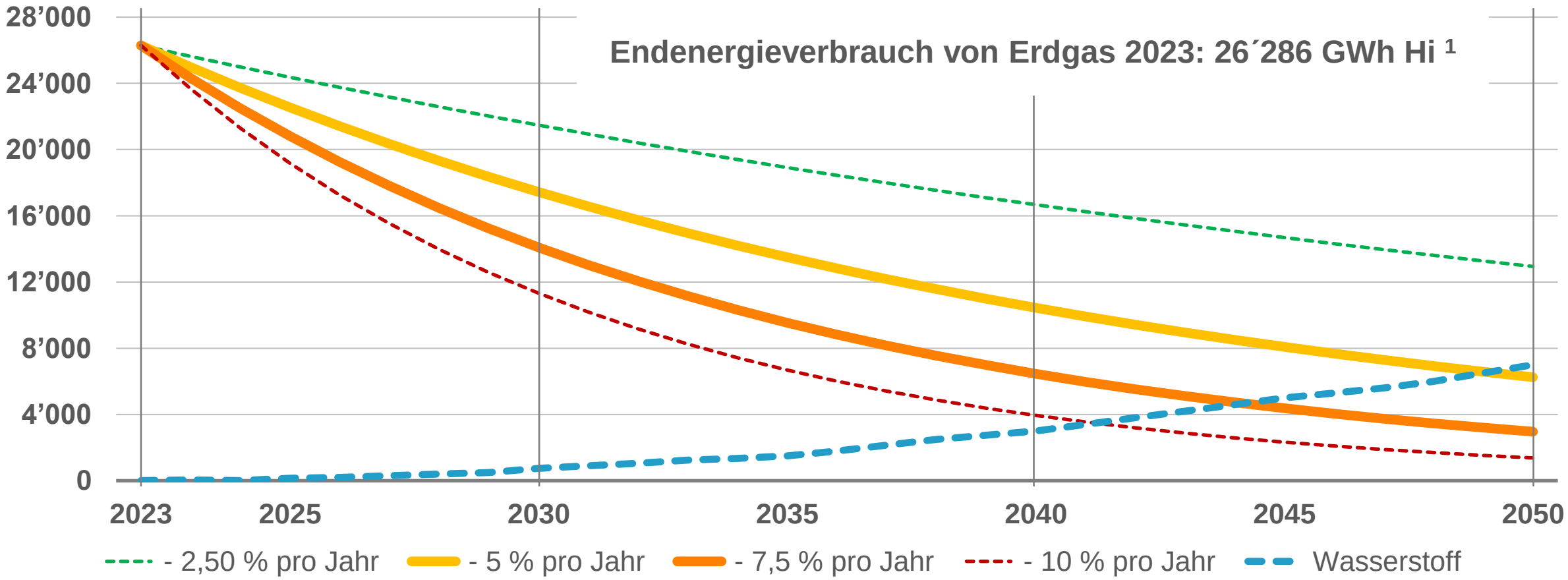


Quelle: VSG-Jahresstatistik 2023, Ausgabe 09/2024

Der künftige Wasserstoffbedarf im Jahresverlauf?



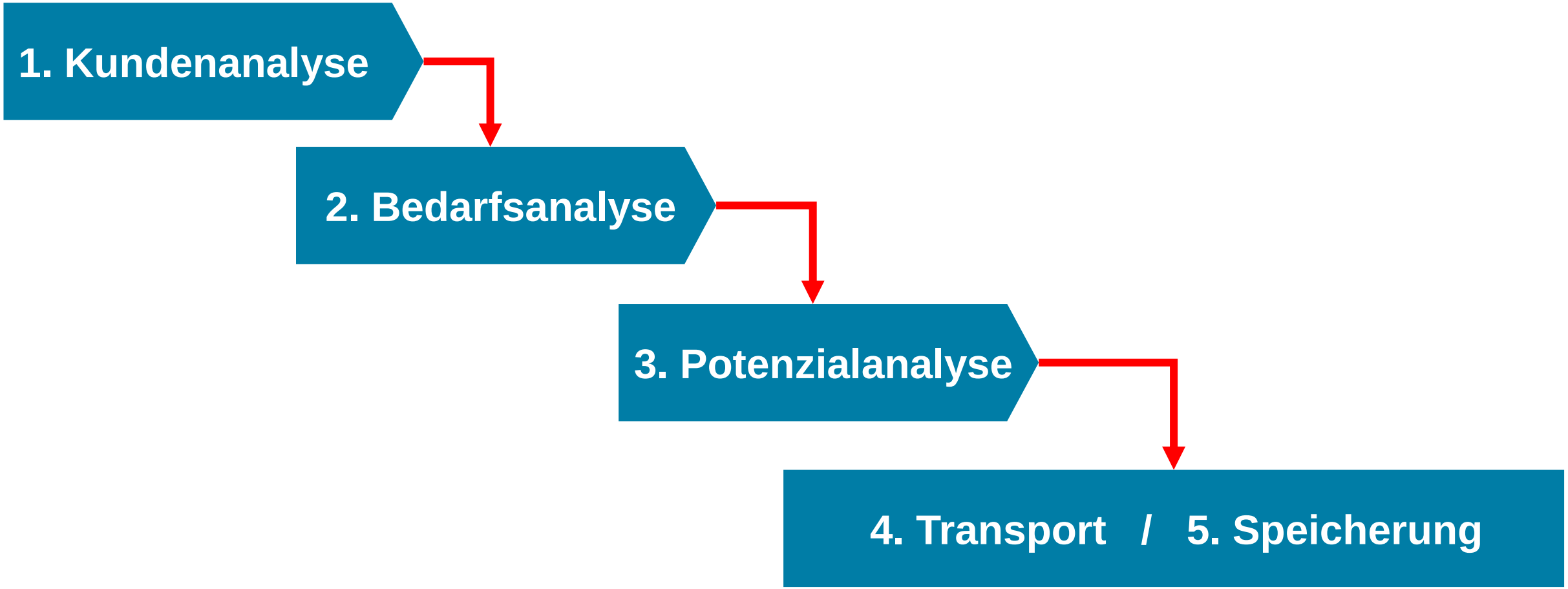
Wie entwickelt sich der Gasabsatz in der Schweiz?



1) VSG-Jahresstatistik 2023, Ausgabe 09/2024

Die zentralen Fragen?

Aufbau der Wasserstoffwirtschaft – Der Prozessablauf…



…mit den richtigen Fragen?

	Thema	Fragen ?
1.	**Kundenanalyse**	• Welche Kunden benötigen Wasserstoff für welche Anwendung?
2.	**Bedarfsanalyse**	• Ab welchem Jahr benötigen diese Kunden wie viel Wasserstoff? • Wie sieht der wöchentliche/monatliche Bedarf dieser Kunden aus?
3.	**Potenzialanalyse**	• Wird genügend Wasserstoff zur Verfügung stehen inkl. lokaler Produktion?
4.	**Transport**	• Welche H_2-Versorgung ist wirtschaftlicher (Netz und/oder Trailer)? • Falls die H_2-Versorgung via Netz erfolgen soll, was passiert mit den Gaskunden? • Was kostet die Anpassung der Infrastruktur und den Gasgeräten?
5.	**Lokale Speicher**	• Sind lokale Wasserstoffspeicher notwendig/relevant? • Falls ja, wie gross soll die lokale Speicherkapazität sein?

Die Chancen einer Wasserstoffwirtschaft in der Schweiz?

Die erfolgreiche Etablierung einer (grünen) Wasserstoffwirtschaft in der Schweiz ist primär…

…ein Wettlauf gegen die Zeit sowie andere Energieträger und Technologien.

…abhängig von den Kundenbedürfnissen und –wünschen.

…abhängig von einer zuverlässigen und sicheren Versorgung inklusive genügend (lokale) Speicher sowie marktfähigen Preisen.

…abhängig vom Engagement der Gasbranche und der Geräteindustrie.

…abhängig von den gesetzlichen Rahmenbedingungen.

Wie sieht der (grüne) Wasserstoffbedarf in CH aus?

Anwendungsbereich	in GWh/a
Prozesswärmebereitstellung > 500 °C	1000 – 3000
Dezentrale Stromerzeugung zur Spitzenabdeckung **mit** Wärmenutzung (Gesamtwirkungsgrad rund 90%)	500 – 2000
Zentrale Stromerzeugung zur Spitzenabdeckung **ohne** Wärmenutzung (Stromwirkungsgrad 35 - 40%)	1000 – 5000
Wasserstoffeinsatz zur mobilen Nutzung	500 – 2000
Total (ohne Gewähr ☺)	**3000 – 12´000**

Quelle: Envenion GmbH 2024

Ist (grüner) Wasserstoff nun «Hope or Hype»?

