



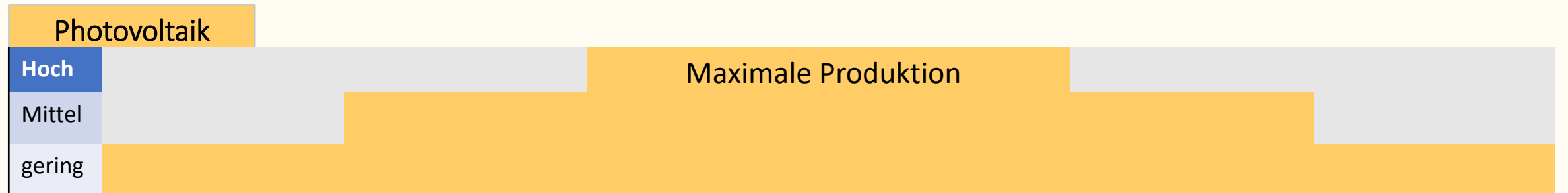
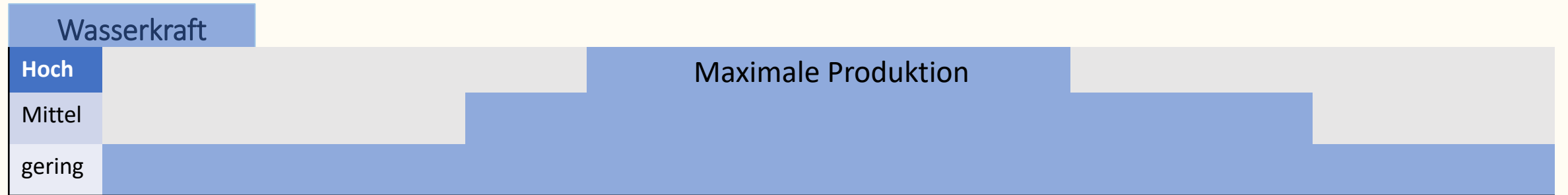
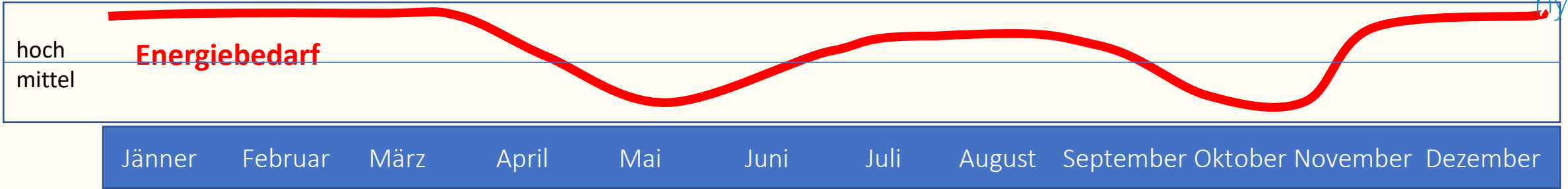
Wie können zukünftige Speichermöglichkeiten für Energien aussehen?

Dr. Walter Huber

Achensee

9. Juni 2026

Unterschiedliche Stromintensitäten



Welche Energie wann und wie zwischenspeichern

- **Energiespeicherung** ist eine der wichtigsten Funktionen des Wasserstoffs
- Ohne Speicherung sind erneuerbare Energien nur **begrenzt nutzbar**
- Wasserkraft: viel Produktion im Sommer, extrem wenig bis keine Produktion im Winter
- Photovoltaik: Produktion an sonnigen Tagen; Produktion im Sommer, wenig im Winter
- Windenergie: intermittierend, im Winter mehr Wind
- Fernheizungen, Pyrolysen: noch viel ungenutztes Potential
- Geothermie: konstante Wärmeproduktion im ganzen Jahr, Verbrauch unterschiedlich
- Biogas aus Viehzucht: mehr Biomethan im Winter, alle Kühe sind im Stall
- **Kombination** von Rohstoffen und **Speicherung** schaffen mehr **Unabhängigkeit**

H₂ als Puffer

Nachhaltige, erneuerbare Rohstoffe in Südtirol Wertschöpfung bleibt in Südtirol

Wasserkraft, PV

- Elektrolyse
- Speichern im Sommer
⇒ Nutzen im Winter
- 220kW, 3 MW, >3 MW

Biomethan

- Dampfreforming
- Produktion ganzjährig, viel H₂-Produktion im Winter
- Vergärung organ. Abfälle

Fernheizung, Pyrolyse

- HTE Elektrolyse + Speicher
- Fernheizungen: Temperatur, Strom-/Wärme-Speicherung
- Pyrolysen, alle Biomasse

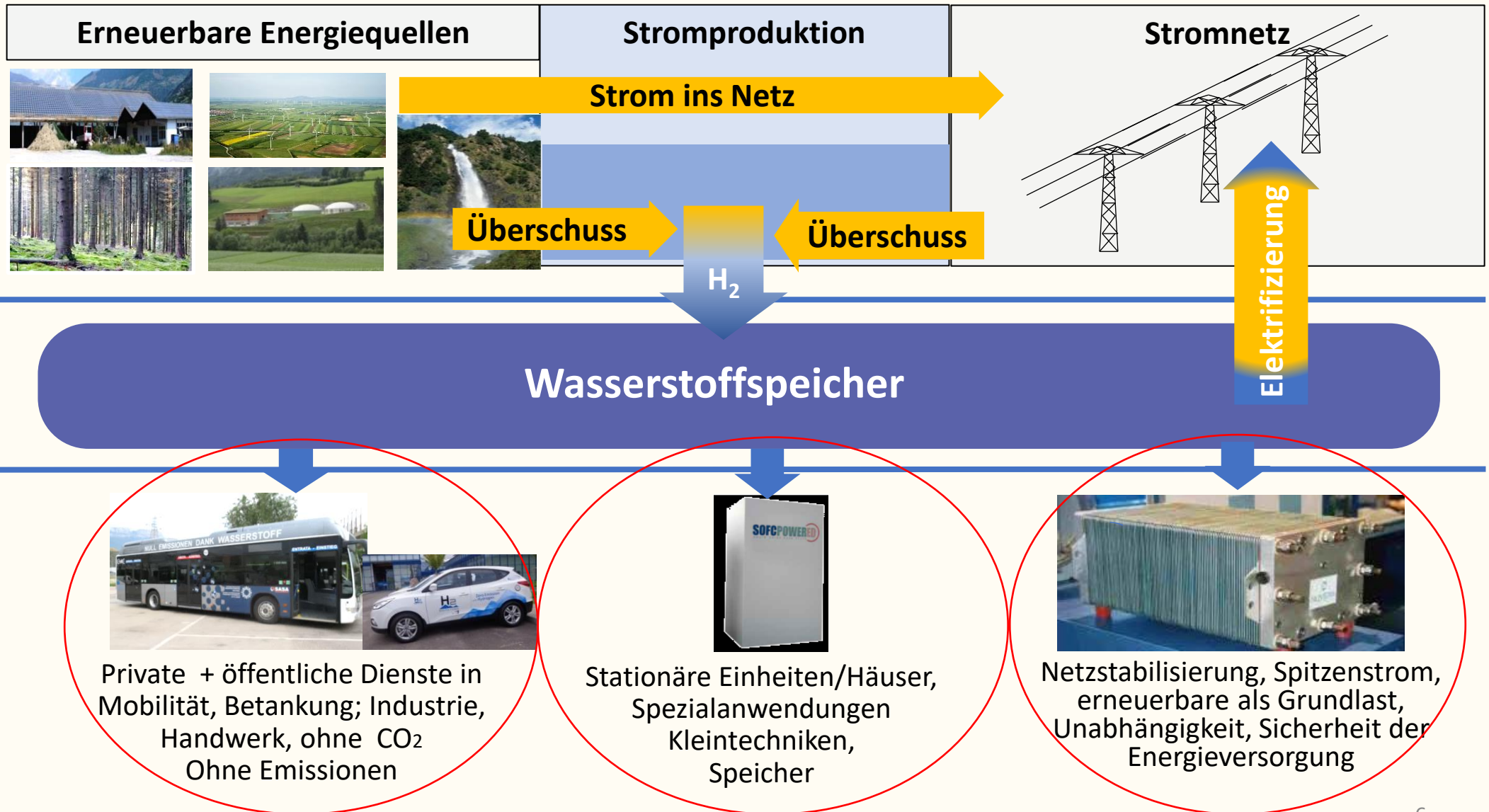
Kreislaufwirtschaft und Sektorenkopplung H₂

Wasserwirtschaft + Landwirtschaft + Fernwärme + Mobilität + Skigebiete + Tourismus
Handwerk + Industrie + Forschung + Entwicklung + Jobs

Wasserstoff als wichtiges Recyclingprodukt

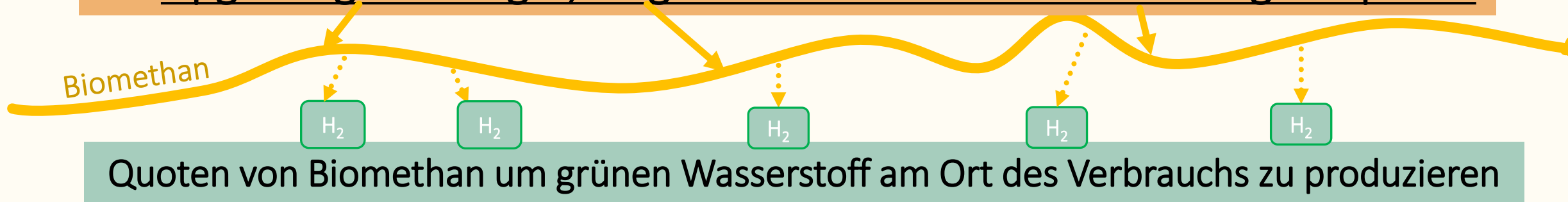
- **Derzeit ineffiziente Nutzung erneuerbarer Energiequellen**
 - 42% des aktuellen deutschen Windstromes wird nicht genutzt, weil nicht speicherbar (ca. 6-8 TWh)
 - 80-85% des aktuell produzierten PV-Stromes erreicht nicht den Verbraucher: Produktion zum falschen Zeitpunkt, keine Speicherung
 - Windparks in Apulien, Sizilien >50% ungenutzt
 - Direkt ausleitende Wasserkraftwerke reduzieren die Produktion bei Nacht $\Rightarrow$ Wasser fließt ungenutzt
- **Wasserstoff als Stromspeicher**
 - dient als Puffersystem für Strom im Überschuss
 - schließt die Lücke zwischen Strom-Produktion und Verbrauch
 - H_2 kann wieder verstromt werden, stabilisiert die Stromnetze
 - Folge: erneuerbare Energiequellen werden als Grundlast verwendbar
- **Wasserstoff als Treibstoff**
 - für alle Arten der Mobilität
 - Für stationäre/halbstationäre Anlagen (Stapler, Kleingeräte aller Art)
 - Starker Schub in die LKWs, Busse und Sonderfahrzeuge

Wasserstoffsystem



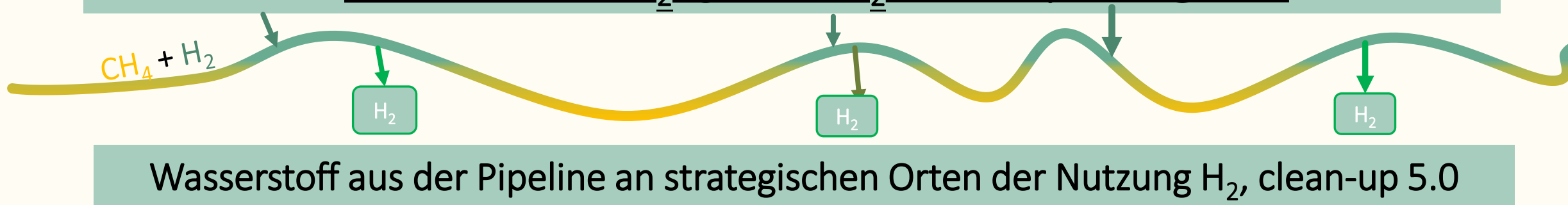
Die zwei Wege zur H₂ Pipeline (EU 04/2021: hydrogen act)

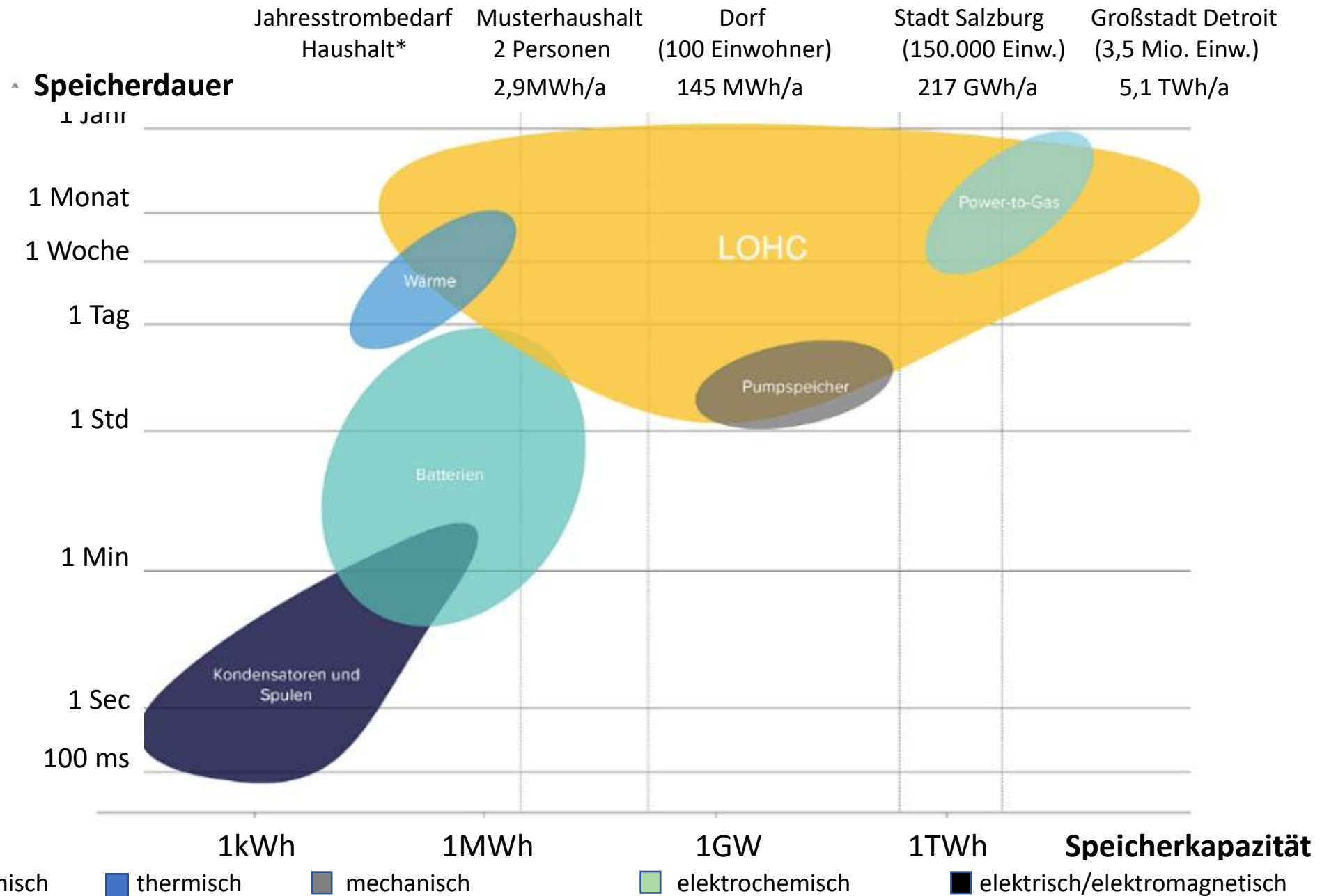
A. Upgrading von Biogas, Eingeben von Biomethan in die Erdgas-Pipeline



H₂-Pipeline nach Regeln des 'Hydrogen act': Marktstruktur + Speicher + Verteilung von grünem H₂

B. Produktion von H₂; grünen H₂ in die Pipeline geben





*ohne Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen; Strombedarf pro Person: 1,45 MWh/a

Quelle: H2-Industries SE

Strom speichern: Mengen, Zeitdauer

elektrisch / elektromagnetisch	mechanisch	thermisch	elektrochemisch	chemisch	chemisch/ physikalisch
Kondensatoren und Spulen	Pumpspeicher Im Tagesrhythmus	Wärme HTE	Batterie, Lebens- dauer, Degradation	Power to gas, H ₂ , CH ₄ , NH ₃ , CH ₃ OH; LOHC-DBT	Me-Hydrid, GKN Bruneck
kleine Mengen, sehr kurzfristig	Große Mengen, kurzfristig	Große Mengen, relativ kurzfristig	Begrenzte Mengen Mittelfristig	jede Dimension sehr langfristig	begrenzte Mengen langfristig
100ms – 2 min; 1 Wh – 500 kWh	1 Std – 1 Tag 2 GWh – 1 TWh	½ Tag – 1 Woche 1 GWh – 1 TWh	½ Min – 1 Tag 10 kWh – 10 MWh	1 Std – > 1 Jahr 100 kWh – >>TWh	1 Std – 1 Jahr 10 kWh – 10 MWh

Neue H₂-Speicherformen sind in Entwicklung. Die Zielkriterien sind:

Große Speichermengen auf kleinem Raum, geringes Gewicht, Desorption mit wenig Energie, verlustfrei, Sicherheit:
Plasmaspeicher, Carbon Nano Tubes, Grafen, Fullerene ...

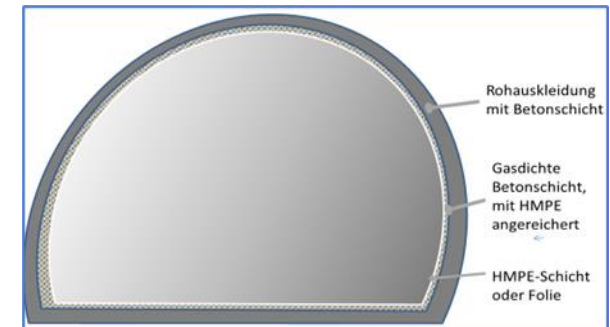
H₂-Druckspeicher, oberirdisch

Vorteile	Nachteile
• Oberirdisch in Druckbehältern • Bestens erprobt, Druck bis 1.000 bar • Flexibel – Reaktionszeit in Sek. • Flexibilität der Infrastruktur (Druck, Standort) • Zugang Brennstoffzelle per Drucküberlauf • Regionale Herstellung der Druckbehälter • Einfache Erweiterung jederzeit möglich (p, V)	• Geringe volumetrische Dichte, großer Platzbedarf • 12-15% Energieverlust durch Kompression auf 700 – 1.000 bar • Begrenztes Gesamtvolumen



H₂-Druckspeicher, unterirdisch

Vorteile	Nachteile
• Kavernen, Bunker, aufgelassene Tunnels ... • Mehrere Kavernen nebeneinander • Drücke: 100 – 500 bar, Fels hält den Druck • Unbegrenzt in der Größe • Variables Volumen durch Druckregulierung • H₂-Entnahmen ohne Kompressor • Geringer Oberflächenverbrauch • Geringe Verluste 0,015%/a	• Verbrauch großer N₂-Mengen zur Spülung • Wartung und Instandhaltung noch offen (wie, Häufigkeit), automatisch? • Grabungen, Abdichtungen sind teuer • Kissengas zwecks Stabilität? • Notwendige Erkundungsbohrungen • Wasserhaushalt, Umweltauflagen ...



Me-Hydrid

Vorteile	Nachteile
• Regionaler Produzent (GKN) • Geringer Speicherdruck: hohe Sicherheit, wenig Auflagen • Hohe Energiedichte bei Raumtemperatur und Normaldruck • Keine Kompression nach Elektrolyseur, wenn Ausgang von 30 bar • Ev. auch Mg-Hydridspeicher (Energiedichte >10x Batterie)	• Wärmemanagement: Energieaufwand (>60 °C) zur Dehydrierung, Wärmeableitung beim Einspeichern • Träge Reaktionszeiten (Erwärmung) • Ladezyklen nicht vollständig geklärt (Materialermüdung, Sintern → Gasreinigung, Kapazitätsverlust) • Füllstand noch nicht messbar



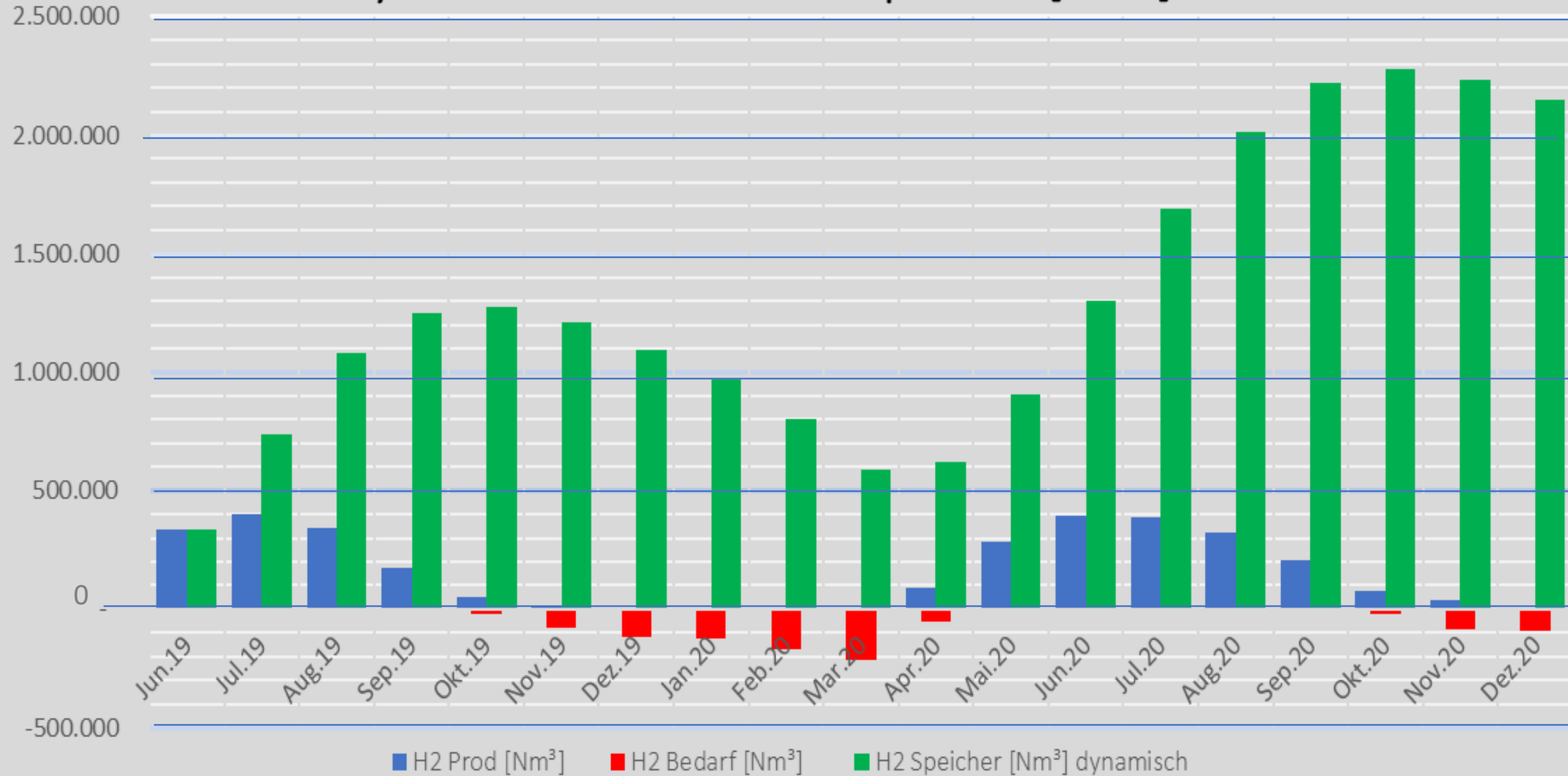
LOHC

Vorteile	Nachteile
• Einfache Handhabung (Stabil, Dehydrierung bei ~290°C) • Wiederaufbereitung >200 Ladezyklen • Modular erweiterbar, Kreislaufführung • Regionale Tankhersteller • Hohe Speicherkap. 57 kgH₂/1.000 kg Öl • Kommerziell in Verwendung (USA) • Speicherung bei Alltagsbedingungen, nicht kälteempfindlich, nicht brennbar • Speicherung: Atmosphärendruck	• Wärmemanagement, endotherme Energie zur Dehydrierung: Heizung • DBT: fossiler Ursprung • Energiedifferenz Hydrierung-Dehydrierung = -1 kWh/kg LOHC • Erhitzung ~300°C kann leichte Zersetzung bewirken → clean-up



Nm³ H₂

Dynamischer Wasserstoffspeicher [Nm³] H₂



Neue Orientierung als Herausforderung

- Ressourcen werden knapp: Wasser (Gletscher), Metalle (Recycling) ...
- Mehr eigenes Recycling schafft mehr Unabhängigkeit (seltene Erden, Co, Li ...)
- 3 Stufen des Übergangs:
 1. Einsparen an Energie und an allgemeinem Verbrauch, Verluste reduzieren
 2. Verbesserung von Technik und Wirtschaftlichkeit (effizientere Geräte), Logistik
 3. Ersatz von fossilen mit erneuerbaren/recyclen Rohstoffen/Techniken: Bauschutt, Elektronikschrott, natürliche Ressourcen nutzen (Sonne, Wind, Geothermie)
- Weltuntergangstimmung erzeugt Mutlosigkeit,
- Wir brauchen positive Perspektiven: Bildung und Ausbildung als Basis
- Wir hatten noch nie so viele Möglichkeiten, unsere Zukunft zu gestalten

Schlussbetrachtung

- Das **Ziel** ist die Produktion und Verwendung von **grünem Wasserstoff**, dies erfordert eine Neuorientierung des Energiesektors, H₂ als wichtiges Speichermedium
- H₂-Technologie verwendet **Materialien**, die regional ausreichend verfügbar sind, alle Materialien sind vollständig **recyclingfähig**, Kreislaufwirtschaft verstärken !!
- **Keine absolute Abhängigkeit der Rohstoffe von außen (China) !!**
- **Reduzieren** der **seltenen Erden/Rohstoffe**, deren Abbau große Umweltschäden verursacht
- Die lokalen, **erneuerbaren Energie-Ressourcen** verwerten: **Sektorenkopplung**
- **Neue Jobs**: neue Produktionen als Zulieferer von Fertigprodukten und Komponenten, Wartung, Installationen, neue Entwicklungen
- H₂-Technologien schaffen **lokale Wertschöpfung**, betreffen alle Berufskategorien
- Bringt die **Regionalität** auf Augenhöhe zur **Globalität**: wirtschaftlich, ökologisch, sozial = Nachhaltigkeit
- **Dies sind einmalige Chancen – die wir nicht vorbeigehen lassen sollten!**

Worauf warten wir noch?

Lösungen für globale Probleme

Globalisierung: wir leben alle unter einem Dach

Regionalisierung: die Pfeiler die das Dach tragen



Wasserstoffinitiativen basieren auf regionalem Know-how,
haben aber globale Auswirkungen