

# Sektorenkopplung als Schlüssel für die Energiewende:

Eine Übersicht zu Finanzierungs-  
und Investitionsmöglichkeiten für  
Projektentwickler, Investoren und  
Banken

# Wer sind wir?

Triodos steht für wirkungsorientiertes Bankwesen

Die Triodos Bank ist bestrebt, die Würde des Menschen, den Umweltschutz und die Verbesserung der Lebensqualität im Allgemeinen zu fördern

Europas führende Nachhaltigkeitsbank mit über 744,000 Kund:innen und 22,5 Mrd. EUR AuM

**Wirkungsorientiertes, verantwortungsbewusstes und transparentes** Geschäft: Orientierung an den Sustainable Development Goals (SDGs) der UN und Veröffentlichung jeden Kreditnehmers

Erfahren sie mehr über uns auf:  
<https://www.triodos.de/impact-banking>

Mensch

Umwelt



Wirtschaft



# Wer sind wir?

Triodos steht für wirkungsorientiertes Bankwesen

Schwerpunkt des Energy & Infrastructure Teams ist die **Projektfinanzierung** im Bereich der **erneuerbaren Energien** sowie der **Energie- und digitalen Infrastruktur**

Gemäß Clean Energy Pipeline weltweit führender Finanzierer im Energiesektor, gemessen an der Anzahl der realisierten Projekte

Experten auf dem Gebiet der langfristigen strukturierten Finanzierung mit **maßgeschneiderten** Finanzierungskonzepten für individuelle und komplexe Transaktionen

Erfahren sie mehr über unser Team auf:  
<https://www.triodos.de/energie-klima-finanzierung>

## Finanzierungsbereiche



Soziales



Umwelt



Nachhaltige Immobilien



Kultur

## Ausschlusskriterien



Atomenergie



Gentechnik



Waffen



Glücksspiel



Kinderarbeit

# Agenda

Der Klimawandel und seine Folgen

---

Deutschland in der Energiewende

---

Von Ladeinfrastruktur bis zur nachhaltigen  
Wärmeversorgung

---

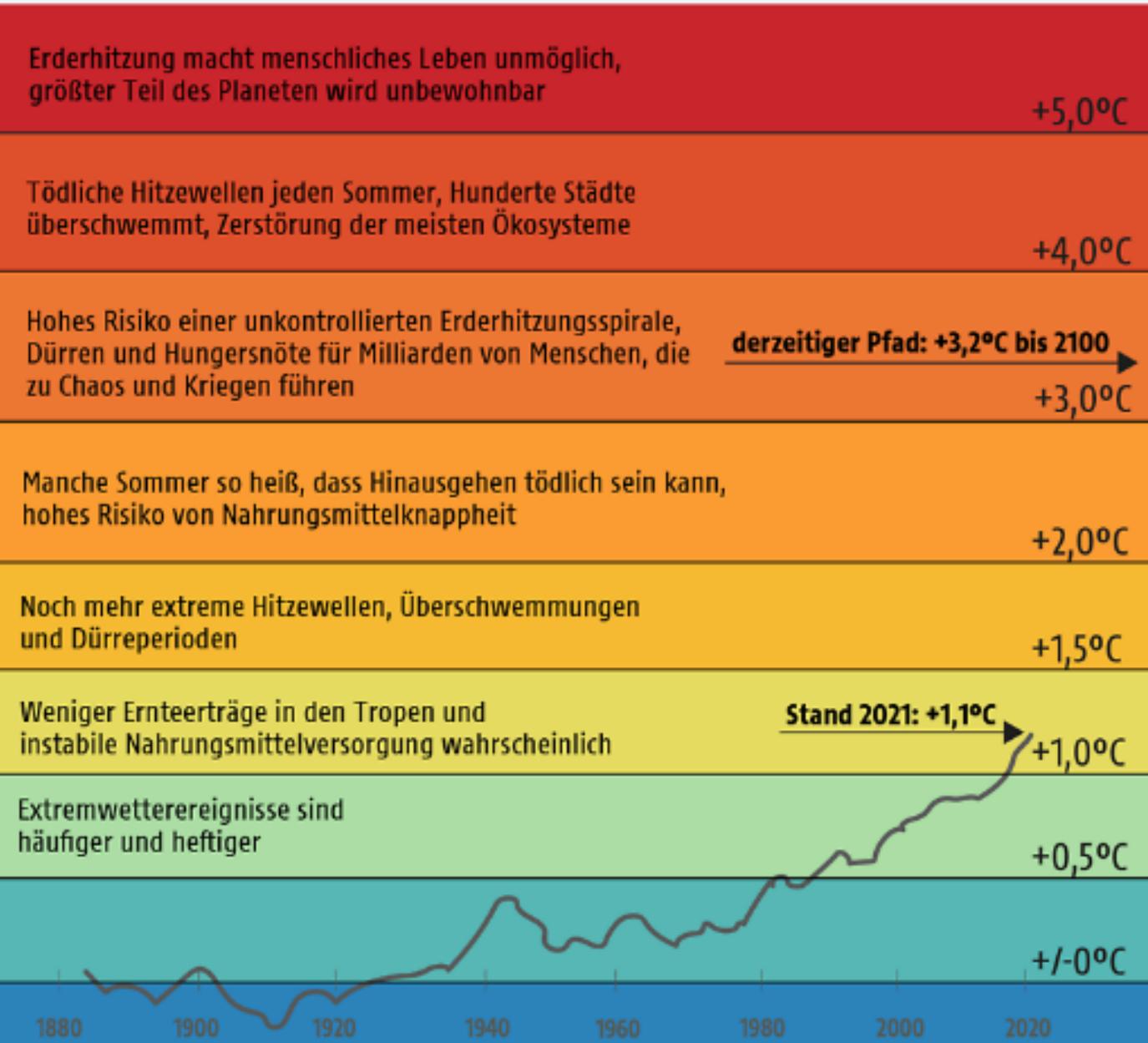
Finanzierung von Sektorenkopplungsvorhaben

---

Fazit

# 1 Der Klimawandel und seine Folgen

# Folgen der Erderhitzung



# Der Klimawandel und seine Folgen

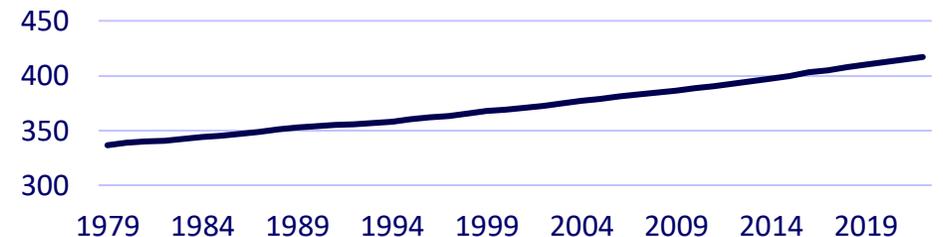
Die globale Erderwärmung ist menschengemacht

Menschliche Aktivitäten, hauptsächlich durch die Emission von Treibhausgasen, haben die globale Erderwärmung verursacht

Die globale Oberflächentemperatur lag im Zeitraum von **2011-2020 um 1,1°C** über dem Durchschnittswert von 1850-1900

Die letzten acht Jahre waren die weltweit wärmsten Jahre seit 1850

Weltweite Kohlendioxid-Konzentration in  $\mu\text{mol/mol}$  (Parts per million)



Quellen: NOAA Global Monitoring Laboratory

# Der Klimawandel und seine Folgen

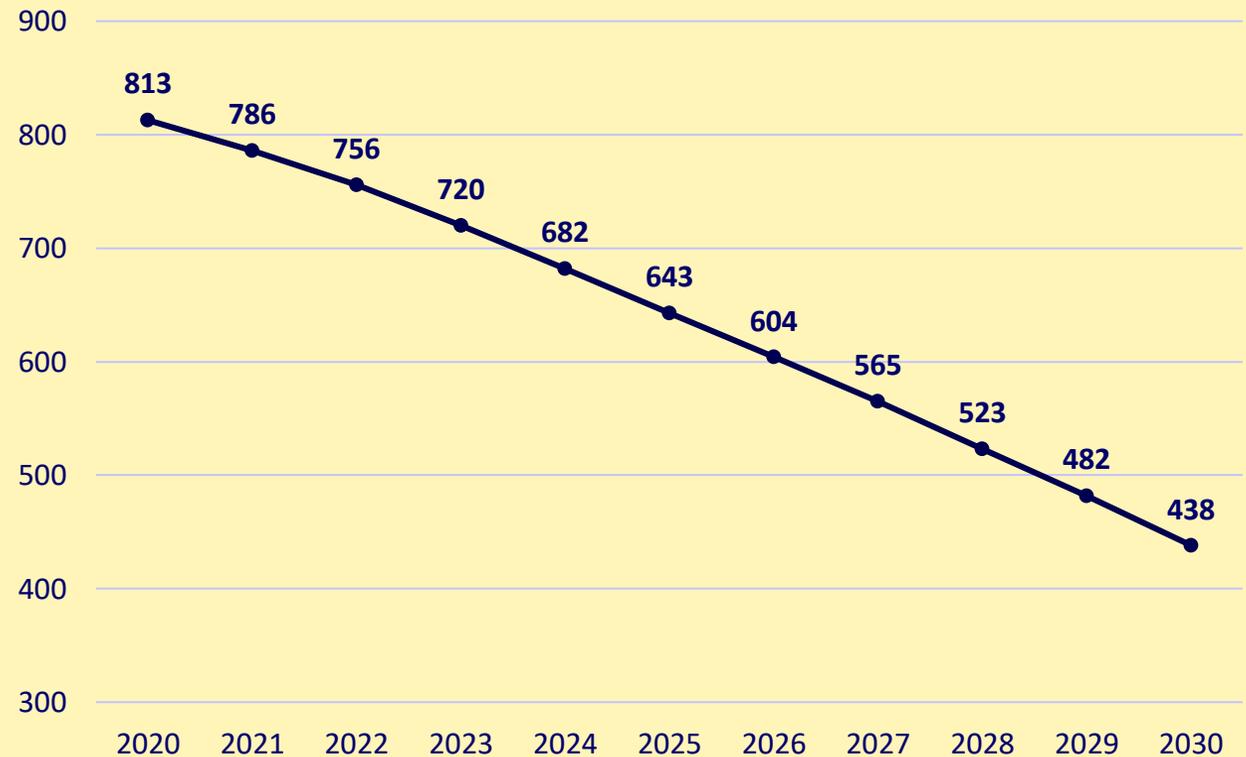
Unsere Treibhausgasemissionen müssen drastisch gesenkt werden

Reduzierung globaler Emission von Treibhausgasen dringend erforderlich, um globale Erderwärmung zu begrenzen

Pariser Klimaabkommen: Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf deutlich **unter 2 °C**, möglichst aber auf **1,5 °C**, im Vergleich zur vorindustriellen Zeit

Ziel der Bundesregierung: Emissionen **bis 2030 um 65% und bis 2040 um 88%** gegenüber dem Niveau von 1990 reduzieren und bis **2045 Treibhausgasneutralität**

Geplante Jahresemissionsmenge in Mio. Tonnen CO2 Äquivalent



Quelle: Bundes-Klimaschutzgesetz (Gesetzentwurf vom 11.09.2023)

## 2 Deutschland in der Energiewende

# Deutschland in der Energiewende

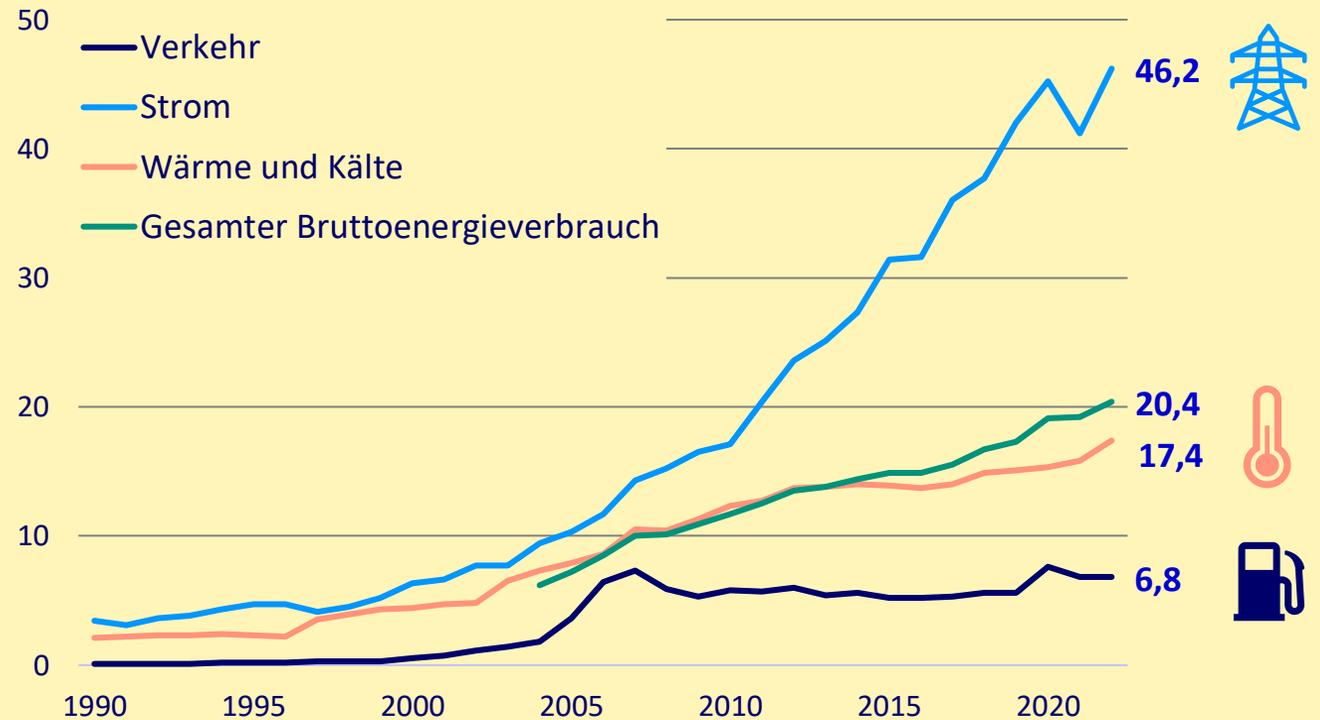
Der Ausbau erneuerbarer Energien geht unterschiedlich schnell voran

Während sich Anteil der EE am Stromverbrauch im letzten Jahrzehnt fast verdoppelte, stiegen die **Anteile im Verkehrs- und Wärmesektor nur langsam**

Leichter Anstieg im Wärmesektor in 2022 zudem maßgeblich auf hohe Gaspreise und einen milden Winter zurückzuführen

**Schleppender Ausbau der EE im Wärme- und Verkehrssektor gefährdet Erfüllung klimapolitischer Ziele und erfordert dringlichen Handlungsbedarf**

## Anteil der erneuerbaren Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr bis 2022 (in %)



Quelle: AGEE-Stat, Umweltbundesamt; Stand: 2/2023

# Deutschland in der Energiewende

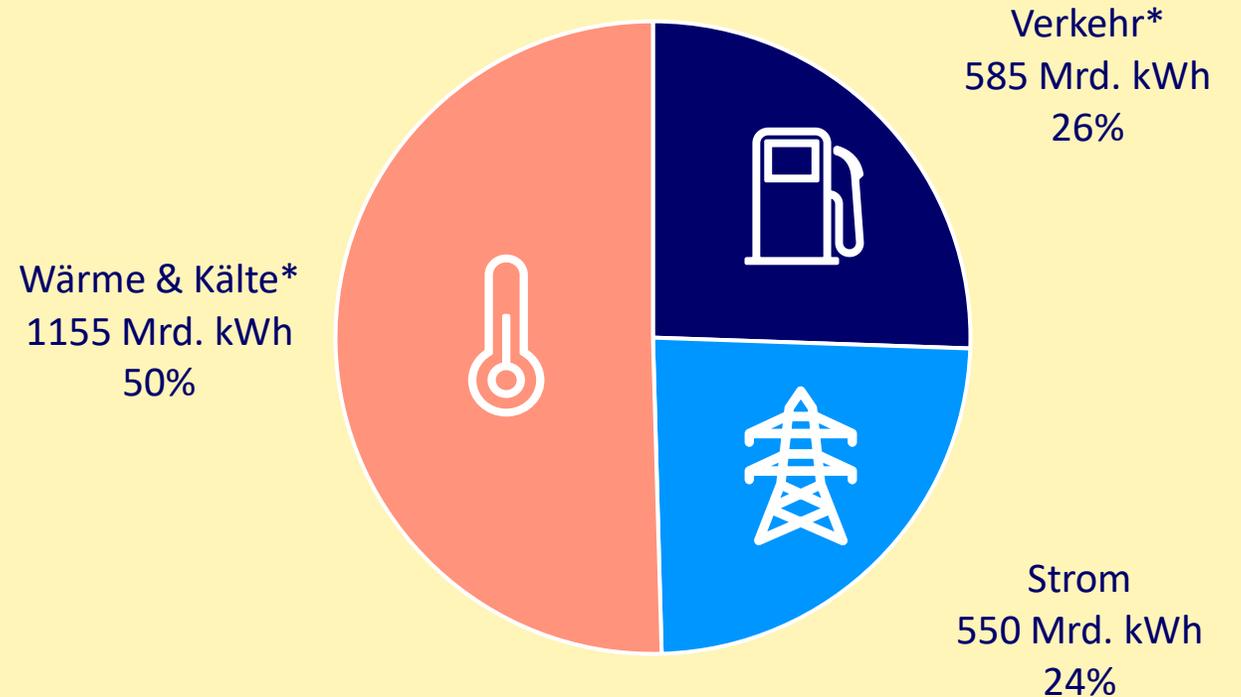
Warum Strom aus erneuerbaren Energien nicht die alleinige Lösung ist

**Energiewende** bezeichnet die dauerhafte Versorgung von Wirtschaft und Gesellschaft mit Energie aus nachhaltig nutzbaren, erneuerbaren Quellen

**Hauptaugenmerk** lag in den letzten 20 Jahren in der kollektiven Wahrnehmung auf der **Erzeugung von Strom mittels erneuerbarer Energien**

Auf Stromsektor entfallen jedoch nur 24 % des Endenergieverbrauchs, Energiewende erfordert daher **ganzheitliche Transformation der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr**

## Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2022 nach den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr



\*(ohne Strom und int. Luftverkehr)

Quelle: Umweltbundesamt, AG Energiebilanzen; Stand: 4/2023

# Deutschland in der Energiewende

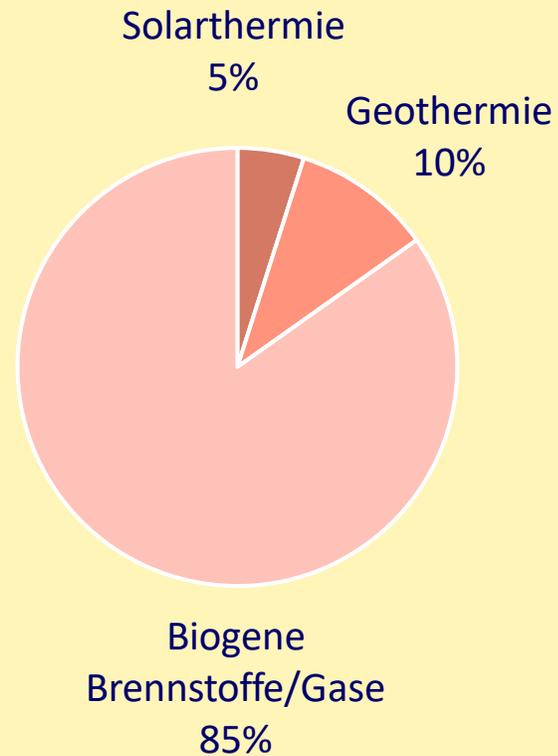
## Deutschlands Abhängigkeit von biogenen Brennstoffen und Gasen

Im Verkehrs- und Wärmesektor wird der Anteil erneuerbarer Energien **größtenteils durch Bioenergie** gedeckt und deren Nutzung lässt sich nur begrenzt steigern

Es besteht häufig eine **Nutzungs rivalität**, nachwachsender Rohstoff Holz kann ebenfalls im Bausektor verwendet werden

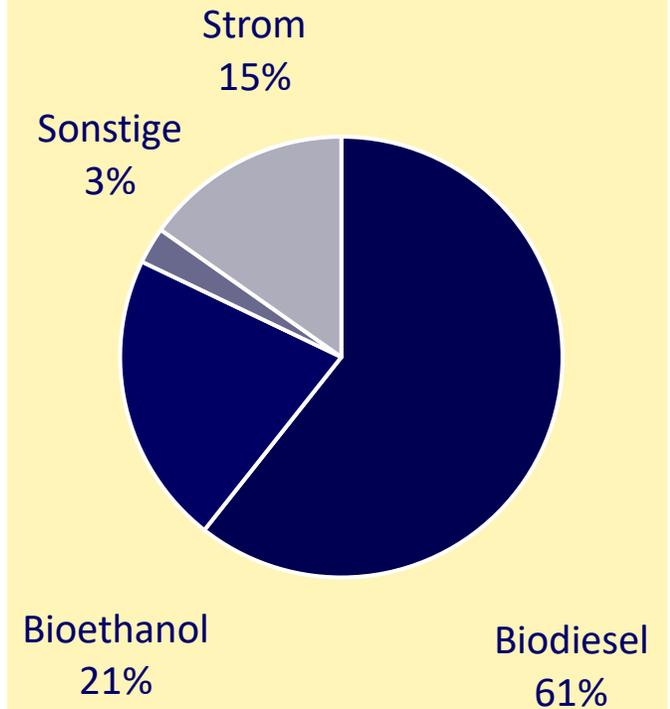
Biokraftstoffe aus Lebens- und Futtermitteln (wie Weizen oder Raps) sind **höchst umstritten**

### Herkunft EE für Wärme und Kälte (ohne Strom)



Quelle: AGEE-Stat, Umweltbundesamt

### Herkunft EE im Verkehrssektor



Quelle: AGEE-Stat, Umweltbundesamt

# Deutschland in der Energiewende

Ausbaupotenzial in der erneuerbaren Stromerzeugung

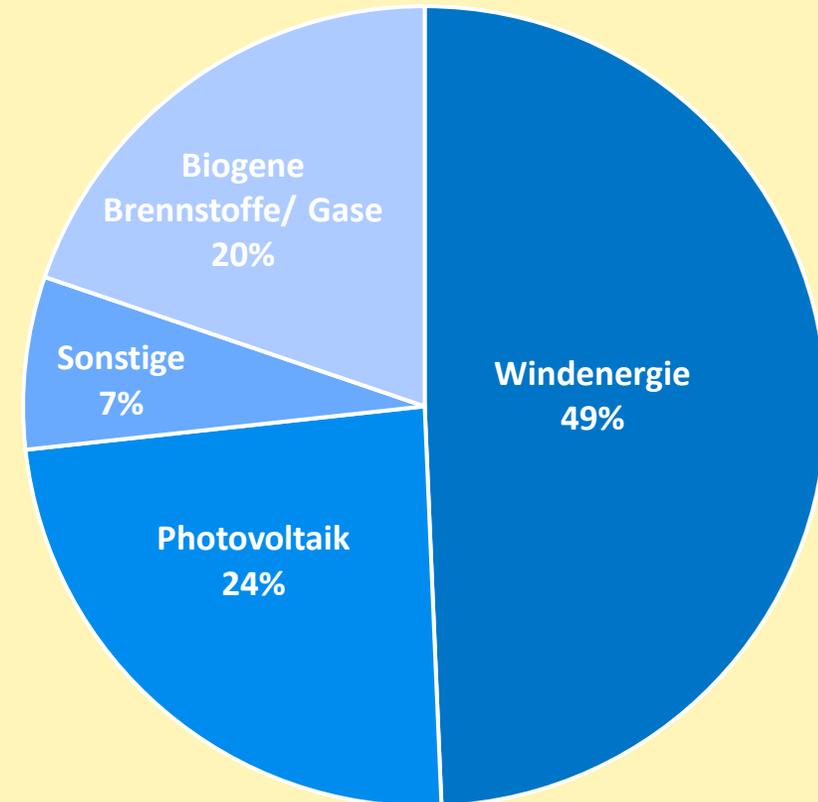
Anstieg bei der Stromproduktion aus **Photovoltaikanlagen** mit **23%** im Vergleich zum Vorjahr besonders stark

Ausbaupotenzial der Stromerzeugung aus EE ist nach wie vor enorm und der Ausbau schreitet dynamisch voran

Im Jahr 2030 sollen **mindestens 80%** des in Deutschland verbrauchten Stroms aus erneuerbaren Energien gewonnen werden

**Nur durch Sektorenkopplung** können der Wärme- und Verkehrssektor **dekarbonisiert** werden

## Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien



Quelle: AGEE-Stat, Umweltbundesamt; Stand: 2/2023

# Deutschland in der Energiewende

Das Problem der Volatilität

Wind- und PV sind sehr volatil in der Energiebereitstellung und von aktuellen Wetterbedingungen abhängig

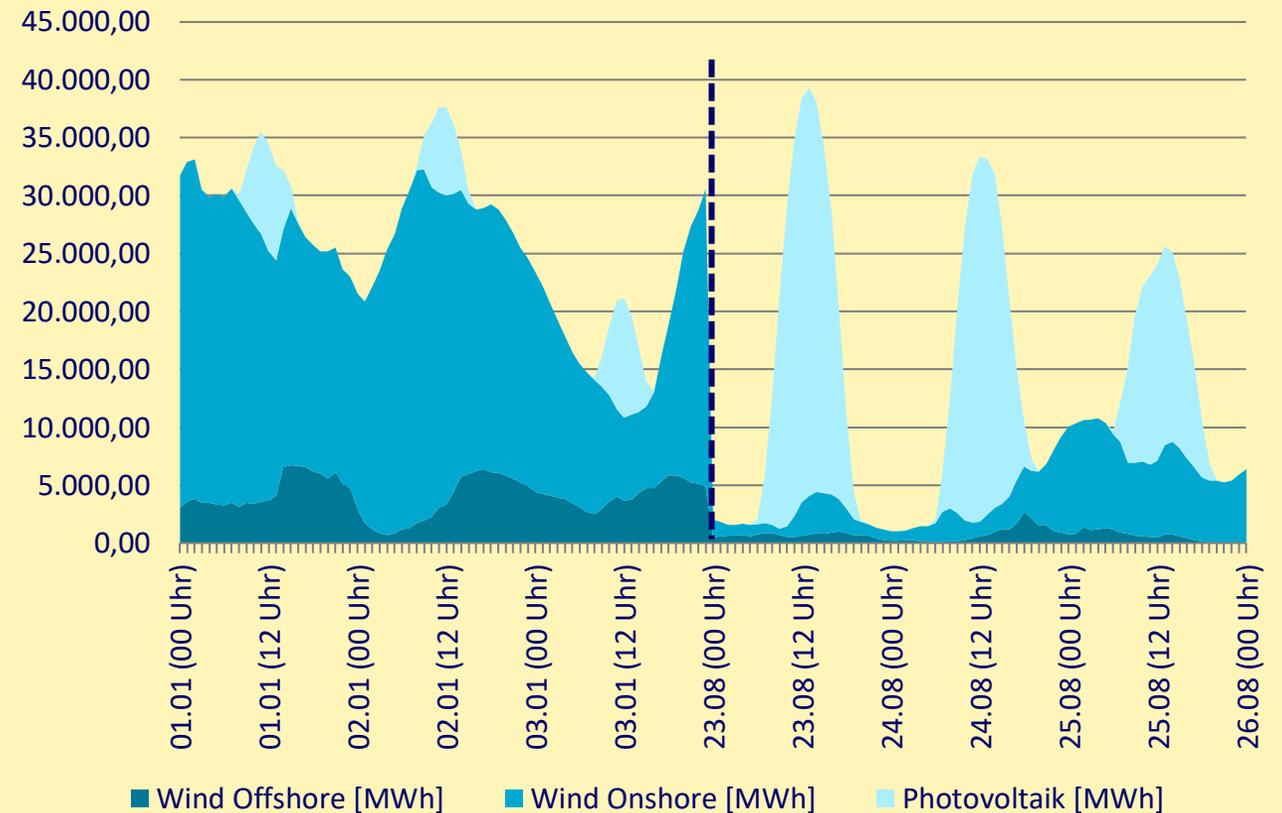
Stromspeicherung in Batterien ist sehr kostenintensiv und nur für kurzfristige Netzschwankungen geeignet

Wind- und PV-Strom sollte nach Möglichkeit immer direkt genutzt werden

Mittel-, bis langfristige Speicher gerade in der Entwicklung

**Sektorenkopplung** wird bei der effizienten Nutzung und Speicherung von Energie eine **Schlüsselrolle** einnehmen

## Die Volatilität der erneuerbaren Stromerzeugung

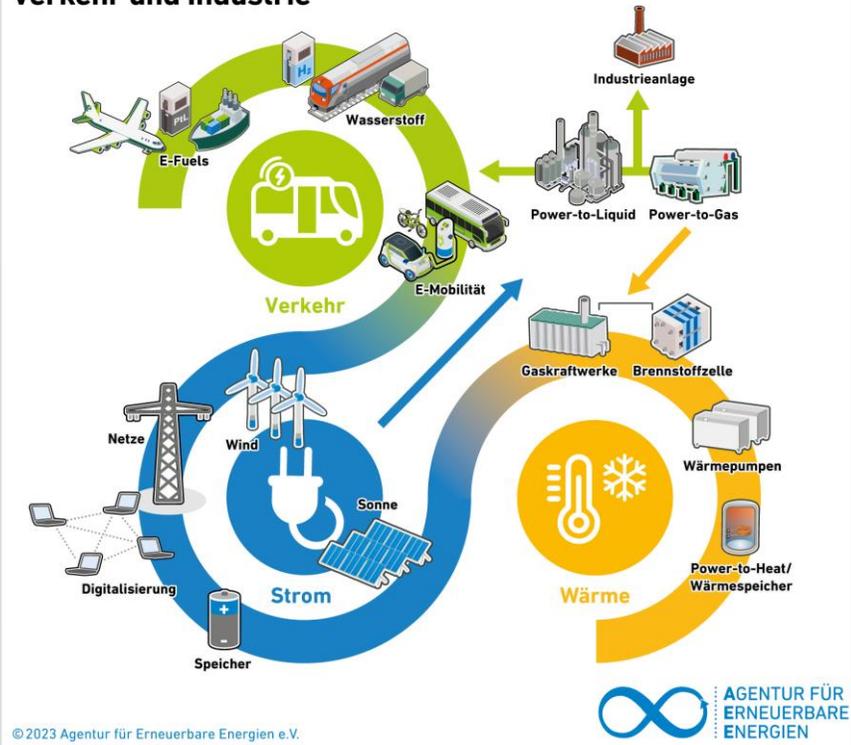


Quelle: SMARD Strommarktdaten

# 3 Von Ladeinfrastruktur bis zur nachhaltigen Wärmeversorgung

# Von Ladeinfrastruktur bis zur nachhaltigen Wärmeversorgung

## Sektorenkopplung: Die Verknüpfung von Strom, Wärme, Verkehr und Industrie



Sektorenkopplung verbindet den Strom-, Wärme- und Verkehrssektor sowie die Industrie und ist ein **Schlüsselkonzept für eine erfolgreiche Energiewende**

Sektorübergreifendes Denken bietet Lösungen für individuelle Sektoren und ermöglicht Synergieeffekte

Insbesondere Volatilitäten in der Stromproduktion können kompensiert werden (z.B. Umwandlung von Strom in Wärme oder Wasserstoff)

- Umrüstung der Fernwärme
  - Entwicklung von Quartierslösungen mit Großwärmepumpen
  - Aufbau einer Ladeinfrastruktur für E-Autos
- **Es gibt zahlreiche Beispiele für erfolgreiche Sektorenkopplungsprojekte**

# Von Ladeinfrastruktur bis zur nachhaltigen Wärmeversorgung - Verkehr

Status: Verkehrssektor hat derzeit größten Entwicklungsbedarf, woraus sich ein **großes Potenzial** ergibt

Grundsatz: Individual- und Flugverkehr reduzieren, öffentlichen (Nah-)Verkehr ausbauen und Güterverkehr auf die Schiene verlagern

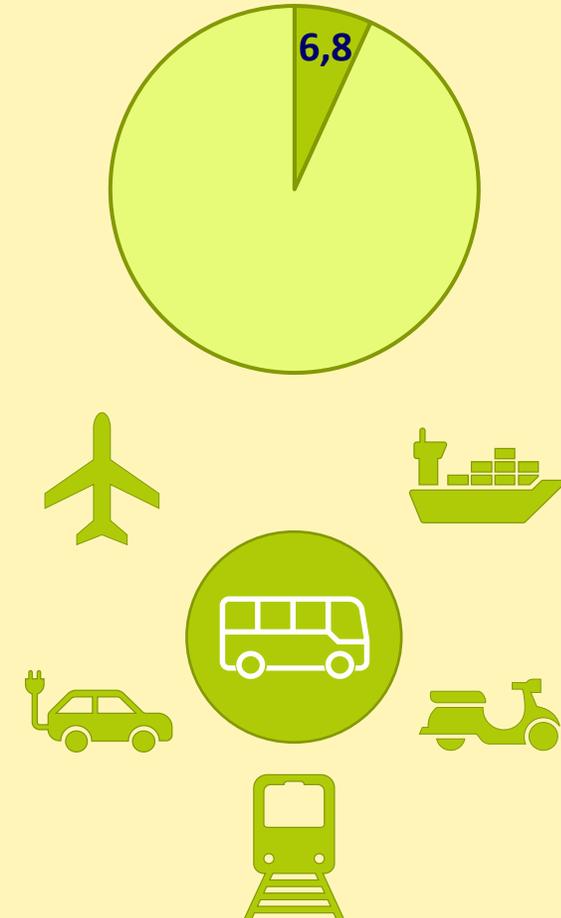
**(Halb-) Öffentliche Ladesäulen** für PKW gerade im Aufschwung aber mit vielen variablen in der Strukturierung verbunden

Ebenso anspruchsvoll sind Portfoliofinanzierungen von **E-Scootern, Rollern und Fahrrädern**

**E-Fuels** noch **unterentwickelt**, werden später priorisiert für den Antrieb von Flugzeugen und ggfs. Schiffen nötig sein

**Fazit:** Verkehrssektor ist derzeit sehr unterentwickelt und bietet ein großes Potenzial, birgt jedoch auch diverse Risiken und Komplexitäten

Anteil der EE (in %)



# Von Ladeinfrastruktur bis zur nachhaltigen Wärmeversorgung - Strom

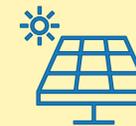
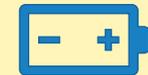
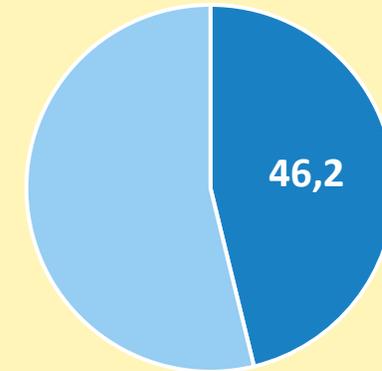
Status: Stromwende ist weit fortgeschritten, die **Nachfrage** nach grünem Strom wird aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung der Sektoren **enorm steigen** (E-Autos, grüner Wasserstoff, Wärmepumpen)

Grundsatz: Ausbau von Wind- und Solaranlagen maßgeblich für die Energiewende

**Onshore Wind- und PV Projekte** sind hoch standardisiert und der Ausbau wird (hoffentlich) stark an Dynamik gewinnen

**Offshore-Wind**-Branche befindet sich derzeit aufgrund gestiegener Baukosten, hohen Zinsen und brüchigen Lieferketten in Schwierigkeiten

Anteil der EE (in %)



# Von Ladeinfrastruktur bis zur nachhaltigen Wärmeversorgung - Strom

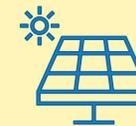
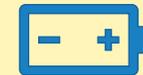
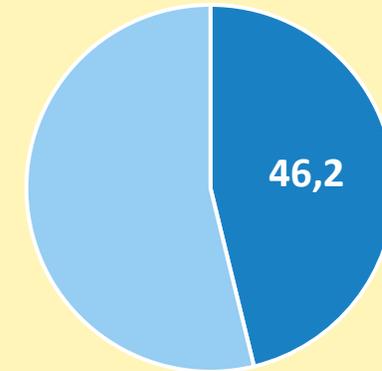
**Batteriespeicherfinanzierungen** brauchen hohes Marktverständnis und Risikobereitschaft

**Portfoliofinanzierungen B2B / B2C** von Aufdachanlagen sind mit Herausforderungen in der Strukturierung verbunden und werden von vielen jungen skalierenden Unternehmen geprägt

**Fazit:** Finanzierungsbedarf lässt sich segmentieren in:

- einen standardisierten , kompetitiven Teil
- einen komplexeren, risikoreicheren Teil, der Spezialwissen und Strukturierungs-Know-how erfordert

Anteil der EE (in %)



# Von Ladeinfrastruktur bis zur nachhaltigen Wärmeversorgung - Wärme

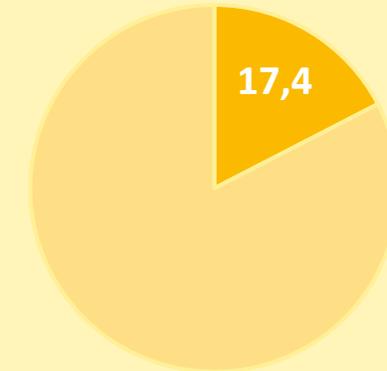
Status: Für Wärmewende wurden erste politische Maßnahmen getroffen, so dass **enormer Investitionsbedarf** auf uns zukommt (GEG, Wärmeplanungsgesetz, etc. )

Grundsatz: Wärme **sehr differenziert zu betrachten**, und es werden sich viele Untersektoren entwickeln

Wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist das Temperaturniveau, eine (typische) **Wärmepumpe** erreicht beispielsweise **Höchsttemperaturen von 70°C**

**Industrielle Prozesswärme** erfordert dagegen zu 75% hohe **Temperaturen von über 500° C**, so dass nur grüne Gase verwendet werden können

Anteil der EE (in %)



# Von Ladeinfrastruktur bis zur nachhaltigen Wärmeversorgung - Wärme

Im privaten Sektor: Fokus auf **Wärmepumpen**, kombiniert mit energetischen Maßnahmen

---

**Portfoliofinanzierungen von B2C** (Einfamilienhäuser) wie im Strombereich denkbar. Contracting-Konzepte für Quartiere und Mehrfamilienhäuser in Entwicklung

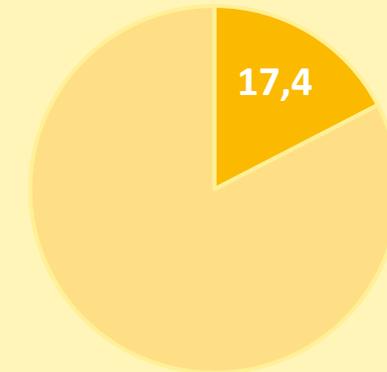
---

Entwicklung, Ausbau und Umrüstung von **Fernwärmenetzen** aufgrund kommunaler Wärmeplanung wahrscheinlich – **Projektfinanzierungen eine mögliche Lösung**

---

**Fazit:** Starke Dynamik mit erheblichem Investitions- und Finanzierungsbedarf im Wärmesektor absehbar. Jeweilige Subsektoren unterscheiden sich stark in ihren Anforderungen (Fernwärme vs. Wärmepumpe Einfamilienhaus)

Anteil der EE (in %)



# 4 Finanzierung von Sektorenkopplungsvorhaben



## Finanzierung von Sektorkopplungsvorhaben: Power2Heat (B2B)

**Größter Wärmespeicher** Europas in Berlin mit einer Kapazität von 56 Millionen Litern (200 MW), der in Fernwärmenetz einspeist

---

Anschluss an **Power-to-Heat-Anlage** (120 MW), und **Abwasserwärmepumpe** (75 MW) in unmittelbarer Nähe

---

Integration verschiedener Technologien unter Nutzung von Synergieeffekten der Sektorkopplung, um grüne Wärmeversorgung zu gewährleisten

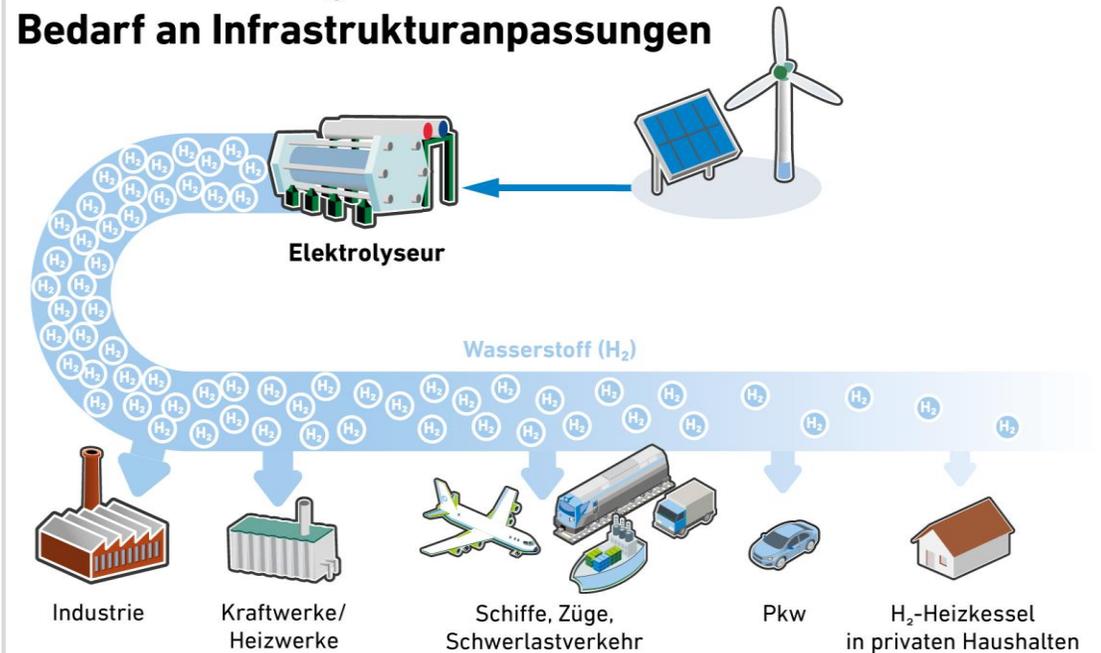
---

**Hohen Investitionskosten:** 50 Mio. Euro für den Wärmespeicher, 100 Mio. Euro für die Power-to-Heat-Anlage; der Kohleausstieg in Berlin wird insgesamt rund **1,5 Mrd. Euro** kosten

# Finanzierung von Sektorkopplungsvorhaben:

Power2Gas (B2B)

## Einsatzreihenfolge von Wasserstoff nach Effizienz und Bedarf an Infrastrukturanpassungen



Quelle: Eigene Darstellung nach Fraunhofer IEE  
Stand: 6/2023

© 2023 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

 AGENTUR FÜR  
ERNEUERBARE  
ENERGIEN

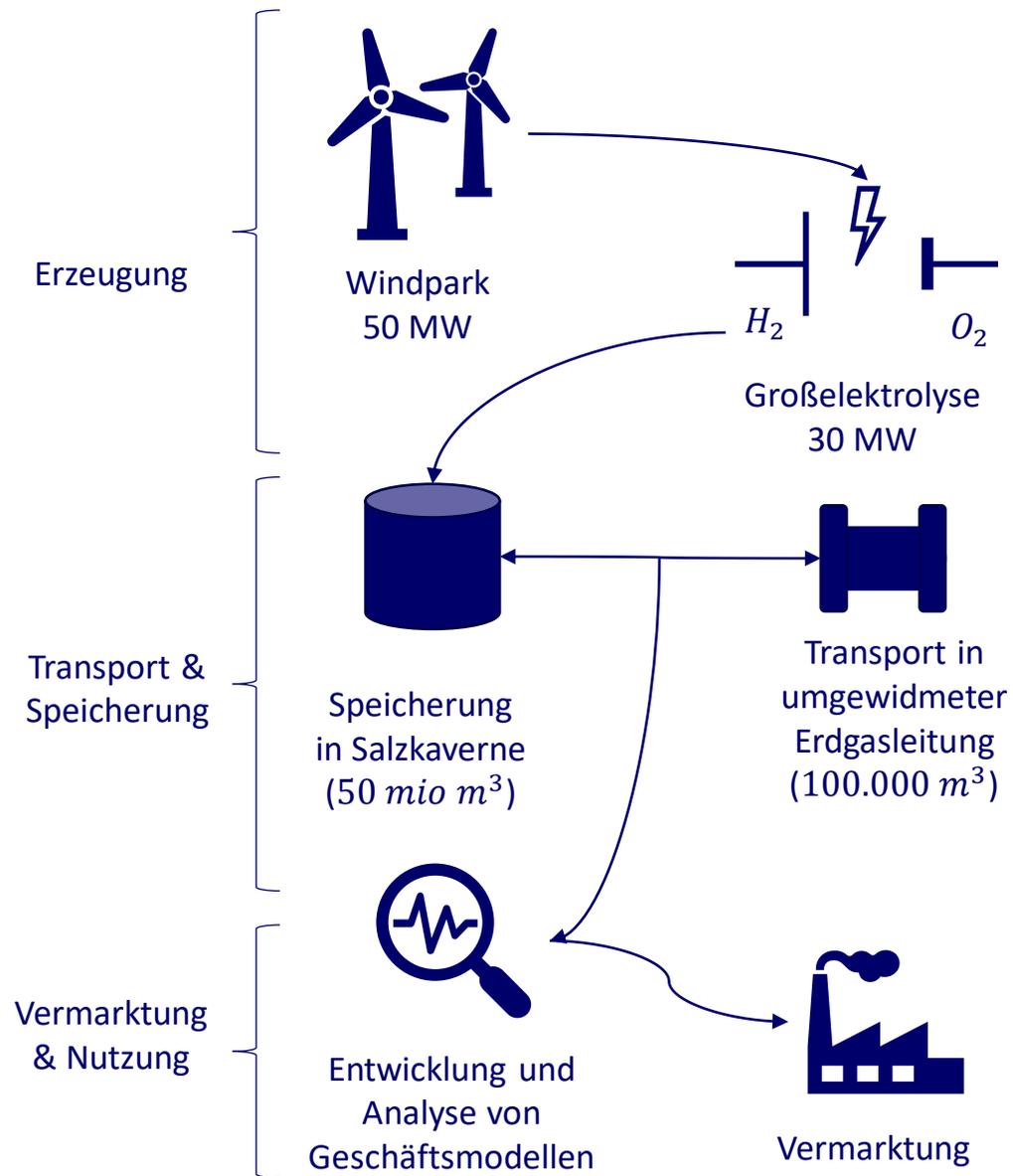
Generell Strom möglichst **sofort und vor Ort** verbrauchen

Die Effizienz eines typischen Elektrolyseurs liegt bei **ca. 70%**,  
weitere Verluste bei zusätzlichen Umwandlungen

Herstellung und Transport von Wasserstoff ist **teuer**, sinnvoller  
Einsatz zur privaten Wärmeerzeugung gilt daher als  
unwirtschaftlich

Vorteile von Wasserstoff sind die hohe Energiedichte, die  
flexiblen Einsatzmöglichkeiten, das hohe Temperaturniveau und  
dass er grundsätzlich überall hergestellt werden kann

Wasserstoff eignet sich besonders gut für die langfristige  
**Speicherung** von Energie, den **Hochtemperaturbereich**  
industrieller Wärme, sowie Flug- und Schiffverkehr



## Finanzierung von Sektorkopplungsvorhaben:

Power2Gas (B2B) – Praxisbeispiel: Energiepark Bad Lauchstädt

Energiepark Bad Lauchstädt ist ein "Reallabor der Energiewende", in dem erstmals die **gesamte Wertschöpfungskette grünen Wasserstoffs** erprobt wird

- von der Erzeugung aus Windkraft
- über die Speicherung und den Transport
- bis hin zur Nutzung im industriellen Maßstab

Projektstart im September 2021 mit einem Gesamtprojektvolumen von **150 Millionen Euro** (34 Millionen Euro Förderung aus Bundesmitteln)

Das Projekt zeigt, wie Sektoren und Technologien intelligent und in großem Maßstab gekoppelt werden können

# Finanzierung von Sektorenkopplungsvorhaben:

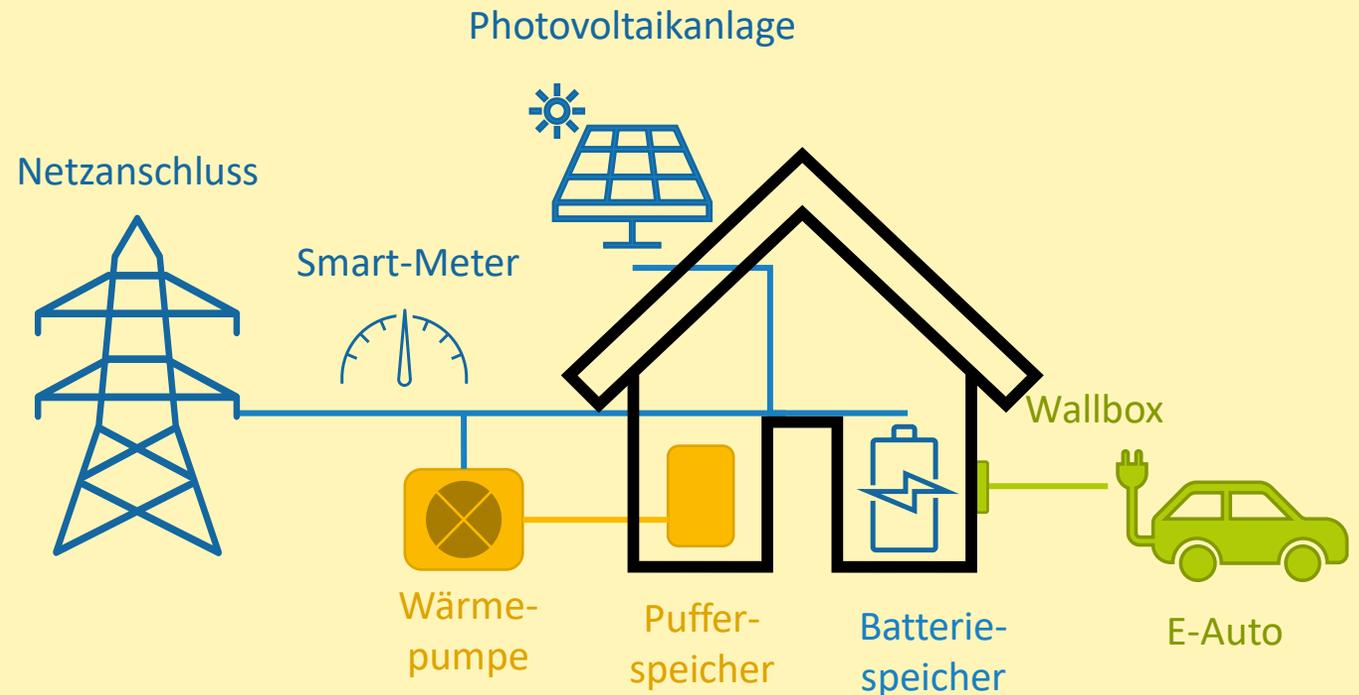
Einzelfinanzierung/Portfoliofinanzierung (B2C)

Einzelfinanzierung von natürlichen Personen oder B2C-Portfolien basierend auf **Miet- oder Contractingzahlungen**

Komplettlösungen umfassen nicht nur PV-Anlagen, sondern auch Speicher, Wärmepumpen, Wallboxen usw.

Zusätzliche Leistungen über **VPP** wie etwa Überschusseinspeisungen als **Cloud-Lösung** oder die Verwendung für **Regelenergie**

Diese Finanzierungen haben naturgemäß ein **geringeres Volumen**, können aber auch für Projektfinanzierungen **über Portfoliobildung** **interessant** sein



# 5 Fazit

## Fazit

Investitionspotenzial in erneuerbare Energien ist enorm und damit ein großer **Wachstumsbereich für Banken, Investoren und Projektentwickler**, insbesondere im Verkehrs- und Wärmesektor

---

Kombinationen verschiedener Technologien innerhalb eines Projektes erhöht die **technische Komplexität**, aber schafft auch Synergieeffekte

---

Konnektivität und die Digitalisierung von Energieerzeugern und -verbrauchern werden neue Geschäftsmodelle hervorbringen (z.B. intelligente Zähler/VPPs)

---

Volatilität wird bei Sektorenkopplungsprojekten eine größere Rolle spielen, so ist etwa die Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe vom aktuellen Strompreis und damit von der Stromerzeugung aus EE abhängig

➔ Strom wird zum Inputfaktor und muss effizient genutzt werden

---

Einnahmen sind stärker von Marktpreisen abhängig (Merchant Risk)

---

Manche (Sub-) Sektoren sind aus Bankensicht schwer finanzierbar (z.B. privatwirtschaftliche Ladesäulen, Elektrolyseur), jedoch hängt dies vom Risikoappetit des jeweiligen Finanzinstituts ab

Triodos  Bank

Thank you