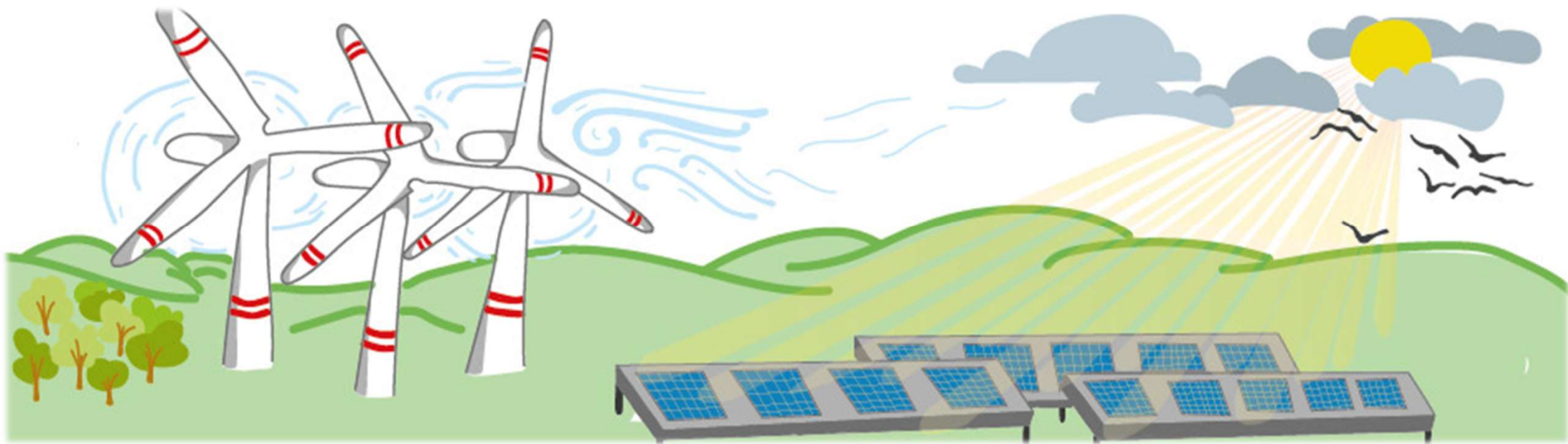


Hans-Heinrich Schmidt-Kanefendt

# Energieszenarien Landkreis Goslar

## Workshop-Ergebnisse

H2-Netzwerk + ERA + KSM Lk.GS + EST | 26.10.2023



# Energieszenarien Landkreis Goslar

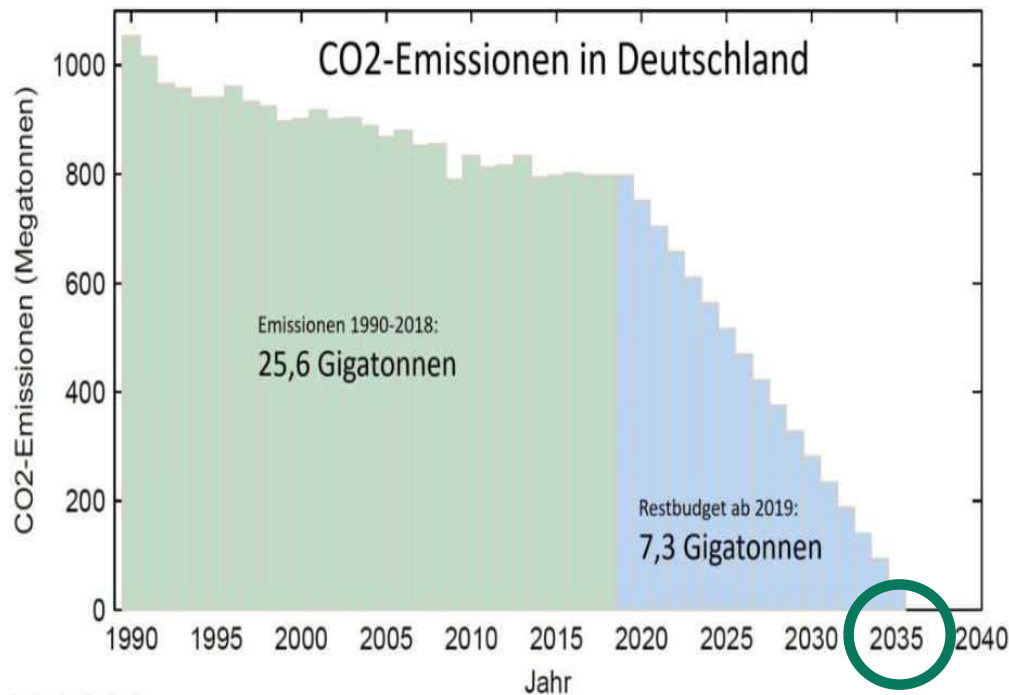
## *Agenda*

- Treibhausgasneutralität
- Transformation
- Rahmen-Szenario Niedersachsen
- Szenario Landkreis Goslar
  - Energieerzeugung
  - Verkehr
  - Gebäude
  - Produktions-Prozesse
  - Energieversorgung, Wasserstoff, Import



# Treibhausgasneutralität

## Die Herausforderung

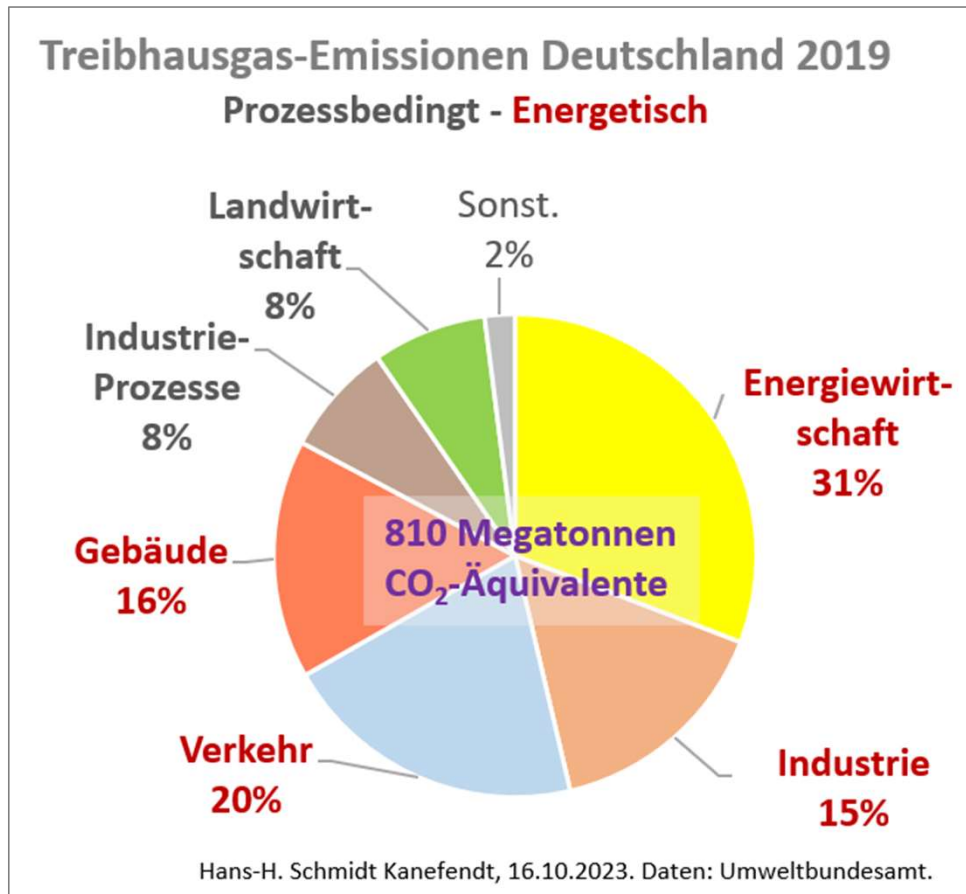


CO2-Emissionen in Deutschland. Grün: Emissionen bis 2018 nach Zahlen des Umweltbundesamtes (für 2018 habe ich denselben Wert wie 2017 veranschlagt, da die Zahl noch nicht veröffentlicht ist). Blau: exemplarische lineare Emissionsminderung, die einem fairen Beitrag Deutschlands zu den Paris-Zielen entsprechen könnte.  
Grafik: Prof. Stefan Rahmstorf, Creative Commons BY-SA 4.0.

- Treibhausgase gefährden die Lebensgrundlagen
- UN Klimaschutz-Konferenz Paris 2015 mit 197 Staaten: Deutschland unterzeichnet Klimaschutzabkommen
- Zum Umbau zur klimaneutralen Wirtschaft Deutschlands blieb 2019 ein Restbudget von 7,3 Gigatonnen CO<sub>2</sub>-Äqiv.
- Um das Restbudget nicht zu überschreiten, müsste Deutschland 2035 klimaneutral sein (bei linearer Senkung).
- Bundestag und Bundesrat beschließen 2021 aktuelles Klimaschutzgesetz: Treibhausgasneutralität bis 2045
- Novelle Niedersächsisches Klimagesetz vom 28.06.2022: Treibhausgasneutralität bis 2045

# Treibhausgasneutralität

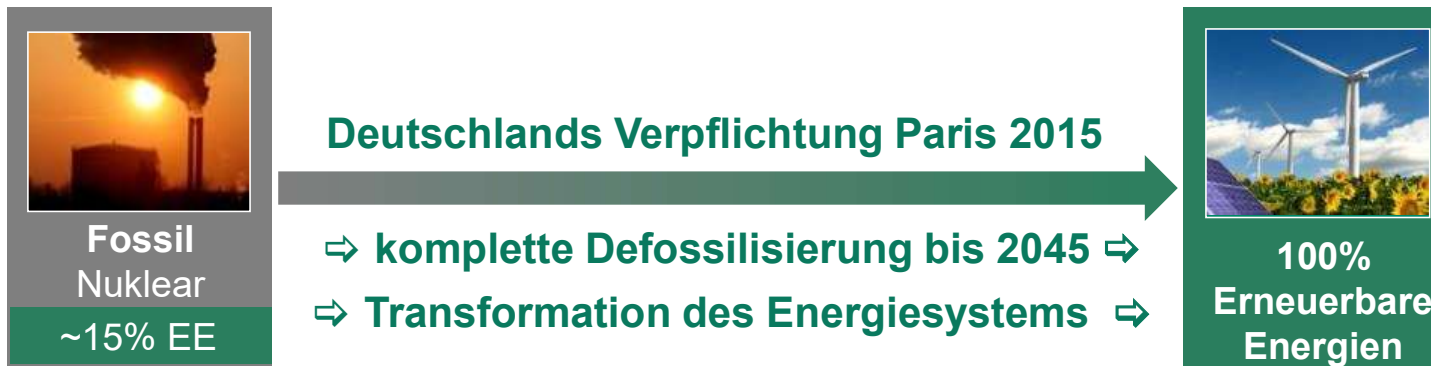
## Die Herausforderung (2)



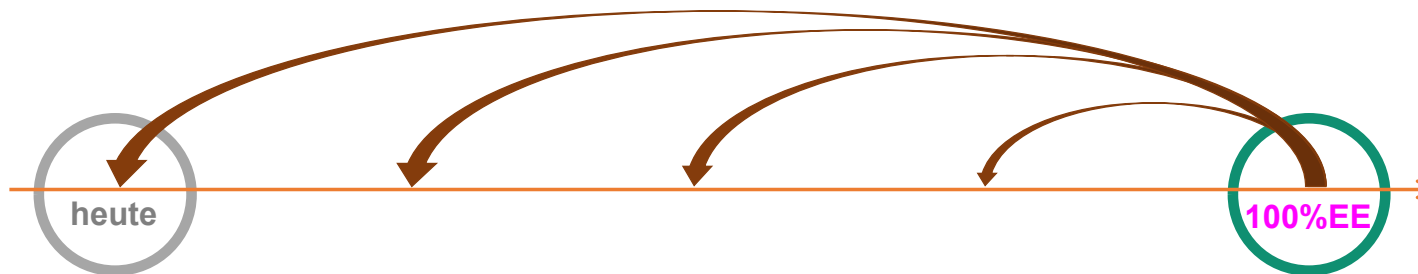
- 82% der Treibhausgas-(THG) Emissionen heute von der Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen
- 18% der THG-Emissionen sind Prozessbedingt und damit größtenteils unvermeidlich
- Umstellung auf Treibhausgas-neutrale Energiegewinnung ist mit Erneuerbaren Energien dagegen möglich
- Erfolgsentscheidend: Schnelle Transformation vollständig zu Erneuerbaren Energien

# Treibhausgasneutralität

## Vom Ziel her denken - Backcasting



Wie ist das zu schaffen?



**Zielfokussierung vermeidet Fehlinvestitionen – Zeitverzug – Zielgefährdung**

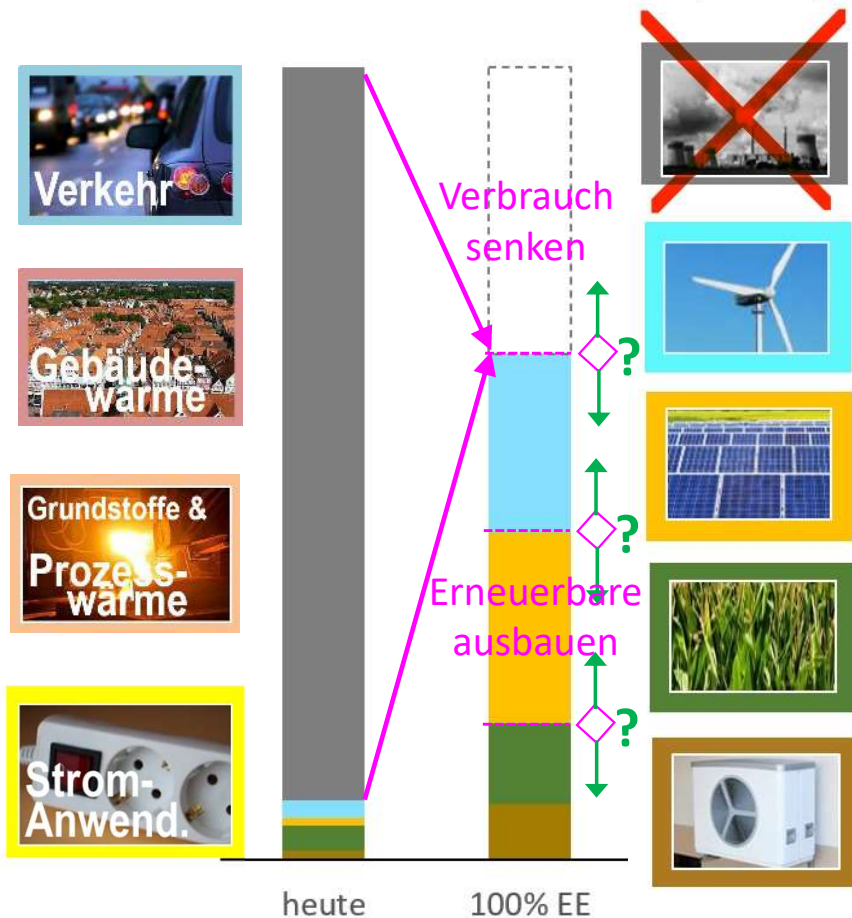
# Transformation

## Energieszenarien für den Landkreis Goslar



Anwendung

Versorgung



- Die Anwendungsbereiche basieren heute größtenteils auf Einsatz fossiler Brennstoffe (direkt oder verstromt)
- Fossile Energien scheidern künftig zur Versorgung aus, → Umstellung auf 100% Erneuerbare Energien
- Verbrauch möglichst stark senken, um so weniger müssen die Erneuerbaren Energien ausgebaut werden
- Welche technischen Effizienzpotenziale sind in den Anwendungsbereichen nutzbar zur Verbrauchssenkung?
- Welche Deckungsanteile von Wind-, Solar-, Bio- und sonstigen Erneuerbaren Energien wären optimal im Landkreis Goslar mit seinen Gegebenheiten?

# Transformation

## Wissenschaftliche Grundlage



Szenarien zur Energieversorgung  
in Niedersachsen im Jahr 2050  
- Gutachten -



Herausgeber:  
Niedersächsisches Ministerium  
für Umwelt, Energie und Klimaschutz  
Archivstr. 2  
30169 Hannover



April 2016

poststelle@mu.niedersachsen.de  
www.umwelt.niedersachsen.de

ISBN 978-3-00-052763-0

[https://noa.gwlb.de/receive/mir\\_mods\\_00001117](https://noa.gwlb.de/receive/mir_mods_00001117)

### Gutachter-Konsortium

- vertreten durch Prof. Dr.-Ing. Faulstich -

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck (EFZN), Prof. Dr. Christina von Haaren (IUP), Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kuck (Ostfalia), Prof. Dr. Michael Rode (IUP), Jan Ahmels, M. A. (EFZN), M. Sc. Francesca Dossola (IUP), Dr.-Ing. Jens zum Hingst (CUTEC), Dipl.-Ing. Friederike Kaiser (EFZN), M. Sc. Ann Kruse (CUTEC), Dr. Claudia Palmas (IUP), Dr. Gottfried Römer (EFZN), Dipl.-Wirtsch.-Ing. Isa Ryspaeva (CUTEC), Dipl.-Ing. (FH) Hans-Heinrich Schmidt-Kanefendt (Ostfalia) Dr.-Ing. Werner Siemers (CUTEC), Ronia Simons, B.Sc (EFZN), Dr. Jens-Peter Springmann (EFZN), Dipl.-Ing. Can Yilmaz (EFZN)

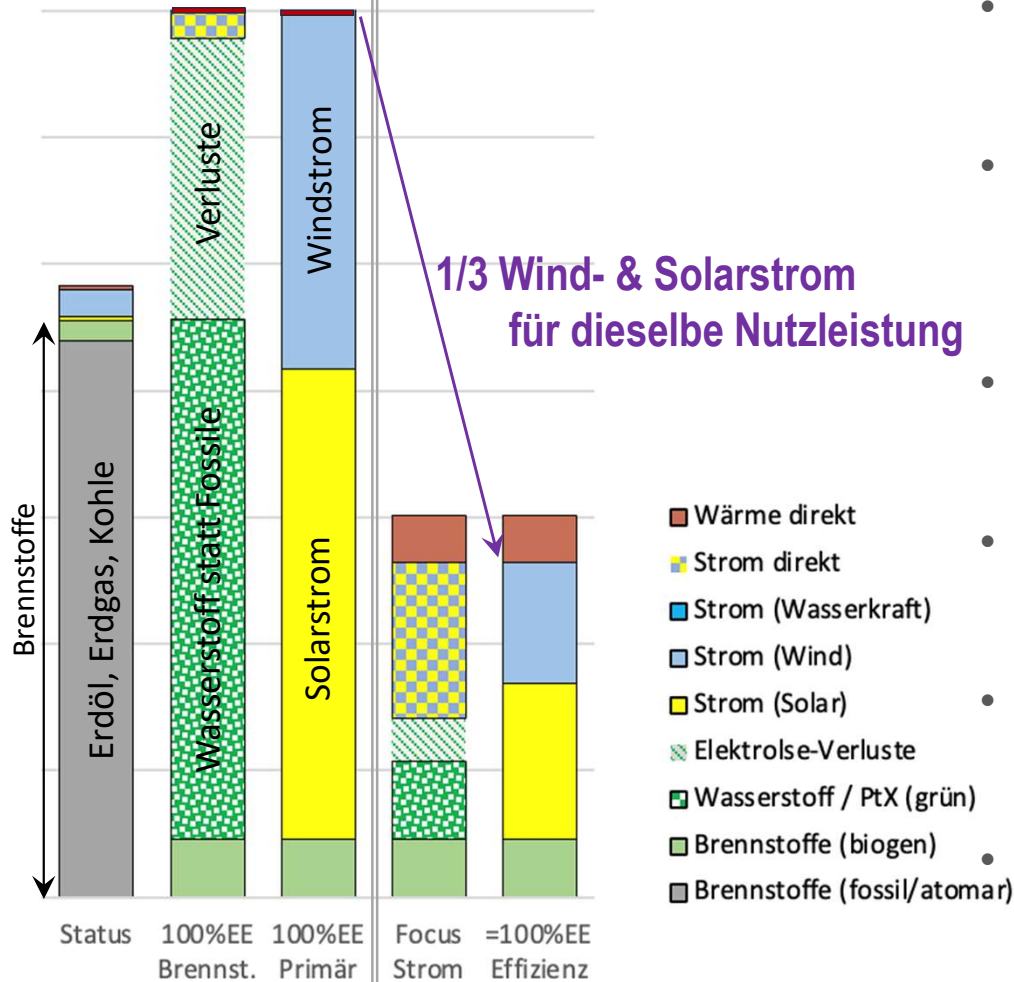


- Transparentes Szenariomodell zur Abbildung des Energiesystems mit seinen komplexen Zusammenhängen
- Abwägung der Modellansätze mit hoher Expertise beim *Runden Tisch Energiewende 2050* im Jahr 2015
- Statusdaten auf den Stand 2019 aktualisiert, Zieljahr 2045 gemäß aktueller Gesetzeslage
- 100% EE-Szenario für Niedersachsen dient als Rahmen zur fundierten Betrachtung der Transformation im LK Goslar

# Transformation

*Weiter so mit Wasserstoff?*

*Effizienz mit Strom!*



## - Systemfrage -

- Heutiger Energieverbrauch in Niedersachsen: größtenteils Brennstoffe, fossil und etwas biogen
- Potenziale für Biobrennstoffe sind eng begrenzt, auch bei optimistischer Annahme einer Verdoppelung würde grüner Wasserstoff den größten Teil übernehmen
- Bei der Wasserelektrolyse wären erhebliche Verluste unvermeidlich (zusätzlich ggf. Transportverluste bei Import)
- Der Primärenergieverbrauch wäre 45% höher als heute, Deckung hauptsächlich mit Wind und Solarstrom
- Das wiss. Gutachten setzt dagegen auf Effizienz mit Strom: Für dieselbe Nutzleistung genügen 1/3 an Wind-/Solarstrom
- Dazu wird, wo möglich, Strom verlustarm direkt eingesetzt: Elektrofahrzeuge, elektr. Wärmepumpen, elektr. Industrieöfen



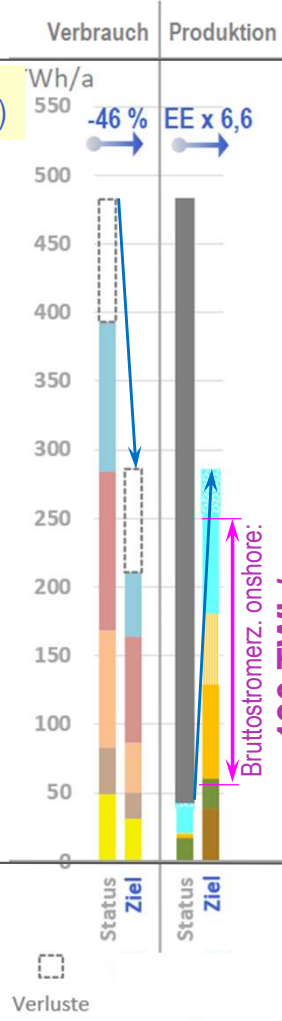
# Rahmen-Szenario Niedersachsen

## Workshop-Ergebnisse



### A. Wieviel werden wir noch brauchen?

	<b>Verkehr</b> - Einzelworkshop 26.09. <b>-56 %</b> Ergebnisse: (Einsparung) <b>-56 %</b>
	<b>Gebäudewärme</b> - Einzelworkshop 28.09. <b>-33 %</b>
	<b>Prozesswärme</b> - Einzelworkshop 10.10. <b>-57 %</b>
	<b>Grundstoffe</b> - Einzelworkshop 10.10. <b>-46 %</b>
	<b>Strom-Anwendungen</b> (ohne Wärme, Mobile Anw.) - Einzelworkshop 10.10. <b>-35 %</b>
	<b>Bevölkerungszahl</b> <b>+1,4 %</b> (gemäß 14. amtlicher Bevölkerungsvorausberechnung)



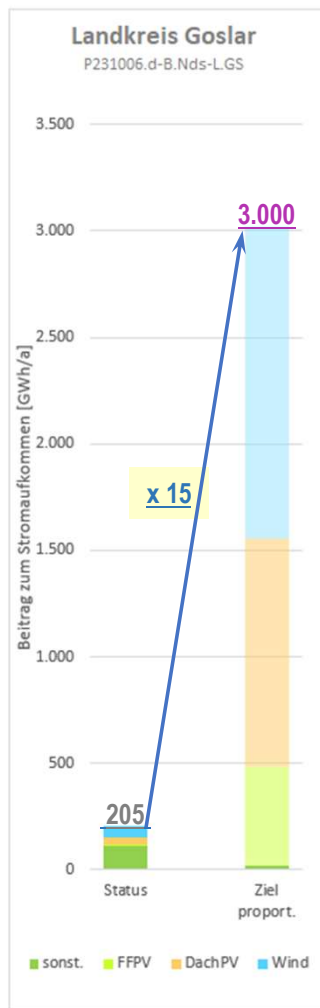
### B. Wo soll es herkommen?

	<b>Fossile / atomare Brennstoffe</b>
	<b>Windstrom</b> von Einzelworkshop 12.10.: <ul style="list-style-type: none"> <li>offshore-Windparks <b>x 8,7</b></li> <li>onshore-Windparks <b>x 3,9</b></li> </ul>
	<b>Solarstrom</b> von Einzelworkshop 12.10.: <ul style="list-style-type: none"> <li>Frei-/Agrarflächen <b>x 95</b></li> <li>Dachflächen <b>x 24</b></li> </ul>
	<b>Biobrennstoffe</b> von Einzelworkshop 12.10.: <ul style="list-style-type: none"> <li>Forstflächen <b>x 0,3</b></li> <li>Agrarflächen <b>x 0,4</b></li> <li>Stroh / Wertstoffe <b>x 2,0</b></li> </ul>
	<b>Sonstige Erneuerb.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Luft-/Erdwärme <b>x 55</b></li> <li>Wasserkraft <b>x 1,1</b></li> <li>Solarthermie <b>x 3,7</b></li> </ul>
	<b>Netto-Importanteil</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wind-/Solar-Strom <b>0 %</b></li> <li>Wind-/Solar-Gase <b>0 % *</b></li> </ul>

\*) Szenariovariante Import: 33 %

# Szenario Landkreis Goslar

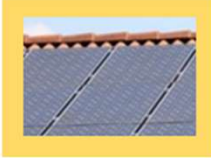
## Beitrag zur Bruttostromerzeugung



Windenergie onshore:



Solarstrom vom Dach:



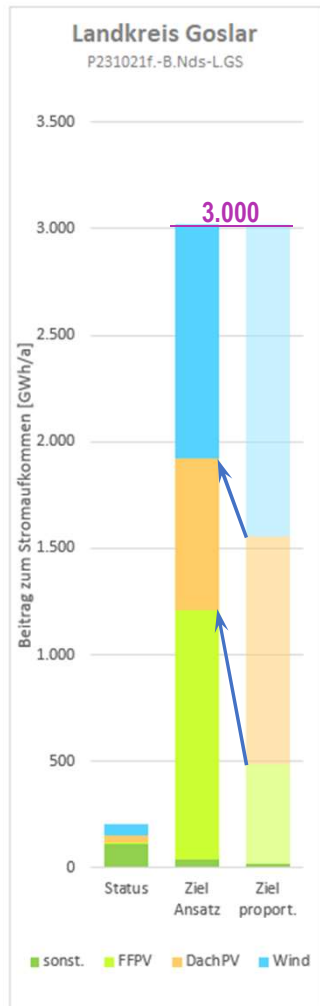
Solarstrom von Freiflächen:



- Natürliche Energieströme sind über Fläche verteilt. Gewinnbare Energiemenge ist proportional zur Fläche von Windparks, Solaranlagen, Energiepflanzen-Anbau.
- Anteil Landkreis Goslar an der niedersächsischen Bodenfläche 2 % (Wind), Landwirtschaftsfläche 1 % (PV).
- Demnach sind 3 TWh/a = **3.000** GWh/a anteilig an 190 TWh/a niedersächsischer Bruttostromerzeugung zu betrachten.
- Bei **205** GWh lag 2020 die Stromerzeugung im LK: Wind (52), PV (42), Wasserkraft (26), Biomasse (85).
- Das bedeutet: Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung auf das **15-fache** bis 2045, trotz starker Verbrauchssenkung.
- Die Anteile von Wind, Dach-PV und Freiflächen-PV können nach örtlichen Gegebenheiten gewählt werden.

# Energieerzeugung

## Anteile an Bruttostromerzeugung (Skizze)



Status → Ziel

Ausbaufaktor 2023-2045

Windenergie onshore:



24 → 474 MW

17 → 135 Anlagen

x 8

Solarstrom vom Dach:



44 → 862 MWp

x 19



2,3 → 30 m<sup>2</sup>/Einw.

Solarstrom von Freiflächen:



33 → 1.417 MWp

x 43



- Windparks auf 1,8 % der Bodenfläche statt 2,2 % Nieders. 1: Bei 3,26 % Zielvorgabe für Großraum Braunschweig<sup>2</sup>, aber weniger offenen Flächen (Landwirt.fl. Anteil 28 / 52 %).
- Das Potenzial für Solarstrom von Dächern wird wegen geringer Nutzungskonkurrenzen weitgehend genutzt, wegen Altbausituation aber nur 67 % des Nds.-Ansatzes.
- Biogas wird aus Effizienzgründen anstelle von Verstromung weitgehend für Kraftstoffsynthese und Prozesswärme eingesetzt.
- Wasserkraftnutzung wird unverändert fortgeführt (26 GWh/a).
- Solarstrom von Freiflächen beansprucht zum Ausgleich 4,4 % der Landwirtschaftsfläche (Nds.-Rahmen: 1,9 %), überkompensiert mit 7,5 % weniger für Energiepflanzenanbau.

1) Bundesregierung. Wind-an-Land-Gesetz. In Kraft getreten am 01.02.2023.

2) Energieministerium Niedersachsen am 07.02.2023: Flächenbedarfsberechnung zur Umsetzung der 2,2%-Zielvorgabe des Bundes in den Landkreisen und Regionalverbänden. Wird verbindlich mit Erlass des Windenergie-Beschleunigungs-Gesetz. Zuordnung zu Landkreisen wird mit der Regionalen Raumordnungsplanung erfolgen.

# Verkehr

## Ansatz-Alternativen?



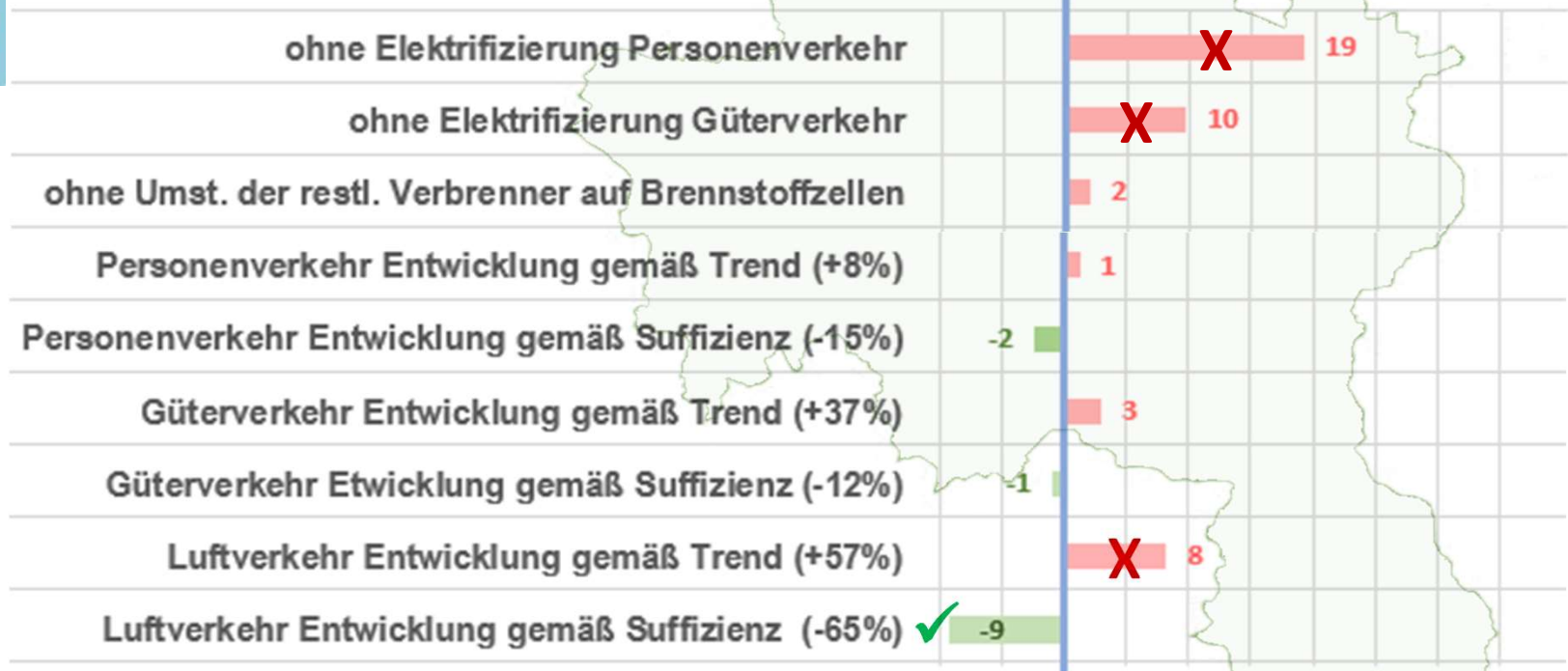
Für die Energieerzeugung:

**X** Starke Belastung

**✓** Starke Entlastung

### Erforderliche Gesamt-Bruttostromerzeugung (Wind-, Solar ...)

% **weniger** / **mehr** als Stationär-Szenario: \* -10 -5 0 5 10 15 20 25 30 35



Energieszenario Landkreis Goslar, Modifikationen von 230914.GS-Stat. Hans-H. Schmidt-Kanefendt 21.10.2023.

\*) Stationär-Szenario: Erarbeitetes Szenario mit Nachfrage-Entwicklung +/- 0 in allen Anwendungsbereichen (Beispiel: Personenverkehrsleistung pro Person im Zieljahr auf Niveau vom Statusjahr 2019).

# Verkehr

## Entwicklungs-Skizze



-56 %



Status	Ziel	
6	→ 90	% Anteil Elektroantriebe an Personenverkehrsleistung
0,1	→ 70	Tsd. Anzahl Batterie-PKW im Landkreis
?	→ 54	Tsd. Private Ladepunkte (Wohngrundstück, Arbeitgeberparkplatz)
?	→ 7	Tsd. Öffentliche Ladepunkte
0,3	→ 212	GWh Ladestromversorgung jährlich
94	→ 10	% Anteil Kraftstoff- / Brennstoffzellen-Fahrzeuge an Personenverkehrsleistung
739	→ 51	GWh Kraftstoff- / Wasserstoffversorgung Personenverkehr jährlich
	= 1,5	Tsd. t Wasserstoffversorgung Personenverkehr

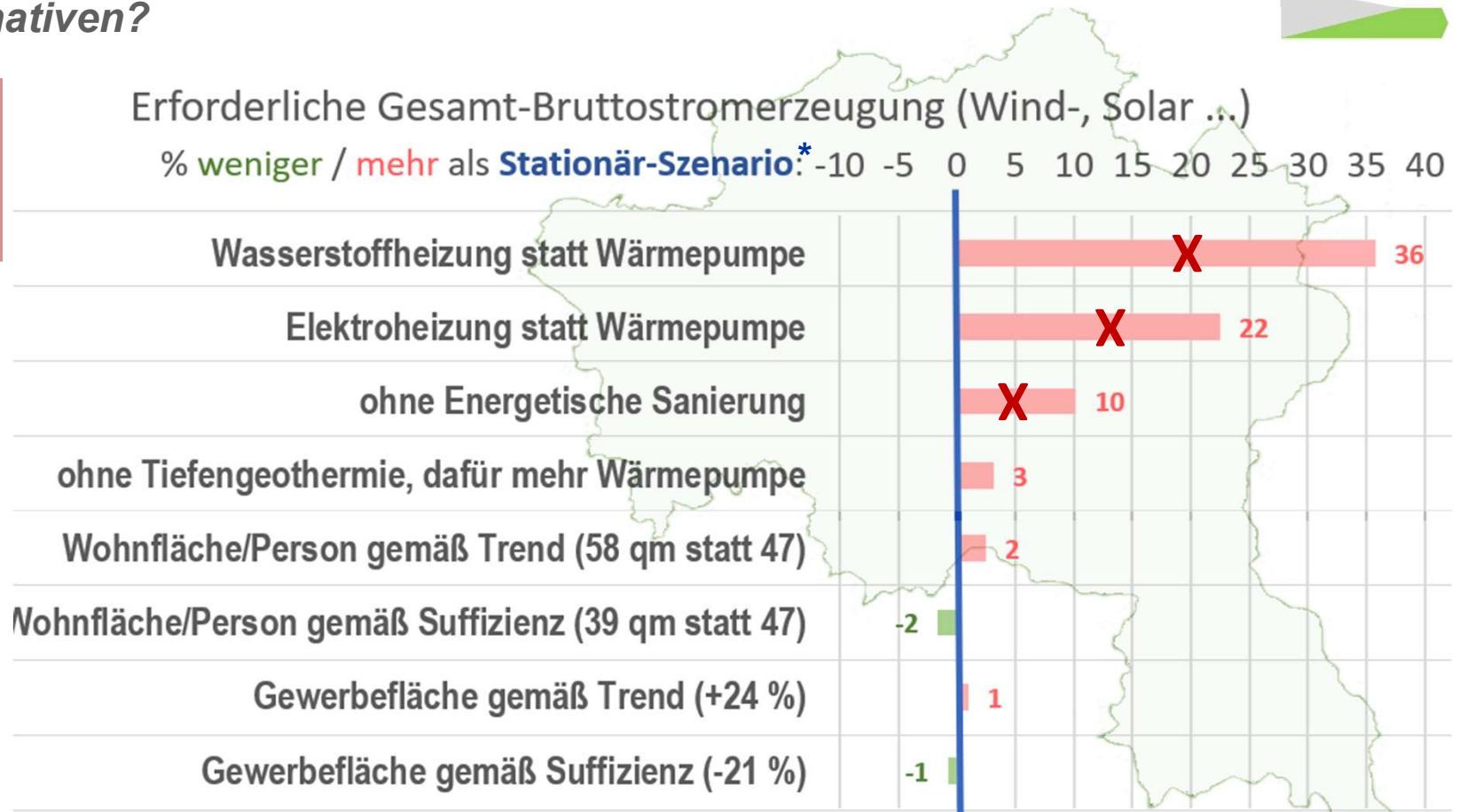
# Gebäude

## Ansatz-Alternativen?



Für die Energieerzeugung:

**X** Starke Belastung

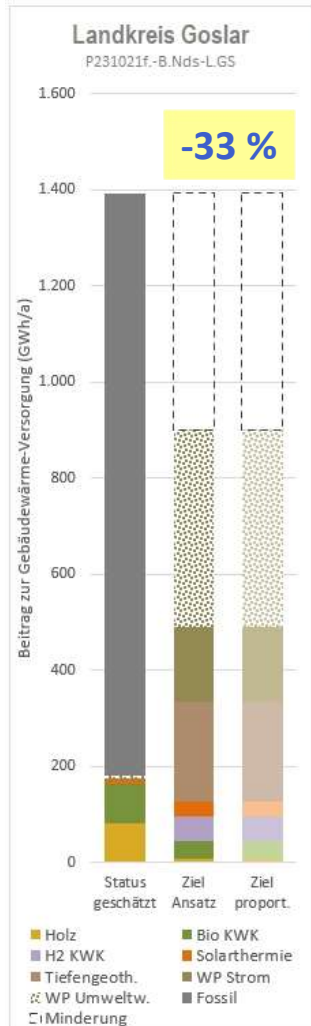


Energieszenario Landkreis Goslar, Modifikationen von 230914.GS-Stat. Hans-H. Schmidt-Kanefendt 23.10.2023.

\*) Stationär-Szenario: Erarbeitetes Szenario mit Nachfrage-Entwicklung +/- 0 in allen Anwendungsbereichen (Beispiel: Wohnfläche pro Person im Zieljahr auf Niveau vom Statusjahr 2019).

# Gebäude

## Entwicklungs-Skizze



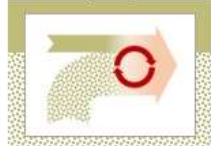
Status → Ziel

Gebäudesanierung -Wärmeeschutz:



117 → 70 kWh/qm/a  
<1 → 2,2 %/a

Wärmepumpen:



1,5 → 92 MW el.  
Antriebsenergie (Wind-/Solarstrom)  
Umweltwärme (aus Luft, Erdreich, Grundwasser, solar erwärmt)

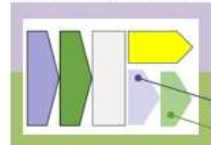
Solarthermie:



Tiefengeothermie  
(nachträglich eingefügt)

27 → 75 Tsd. qm  
0,2 → 0,6 qm/Einw.

Abwärme aus KWK:



81 → 89 GWh/a

(Strom)  
Abwärme von ...  
Wasserstoff  
Biobrennstoff

Brennholz:



81 → 8 GWh/a

- Sanierung nach Wärmeschutzstandard von 70 kWh/qm/a, erhöhte Sanierungsrate von 2,2 % der Gebäude bzw. 1.400 Wohnungen pro Jahr.
- Einbau von 1.400 Wärmepumpen pro Jahr und Verteilnetz-ertüchtigung für 92 MW Anschlussleistung.
- Erschließung der Tiefengeothermie mit Beitrag von 208 GWh/a (vorbehaltlich der anstehenden Potenzialerkundung).
- Solarthermie: 2.200 qm Zubau pro Jahr.
- Nutzung der Abwärme aus Wasserstoff- & Biogas-Verstromung in Strom-Mangelphasen über Nahwärmenetze, vorzugsweise in Stadtgebieten mit verdichteter Bebauung.
- Minimierung der Holzverbrennung für Heizzwecke wegen ausbleibender Holzerträge und zugunsten Prozesswärme.

# Produktions-Prozesse

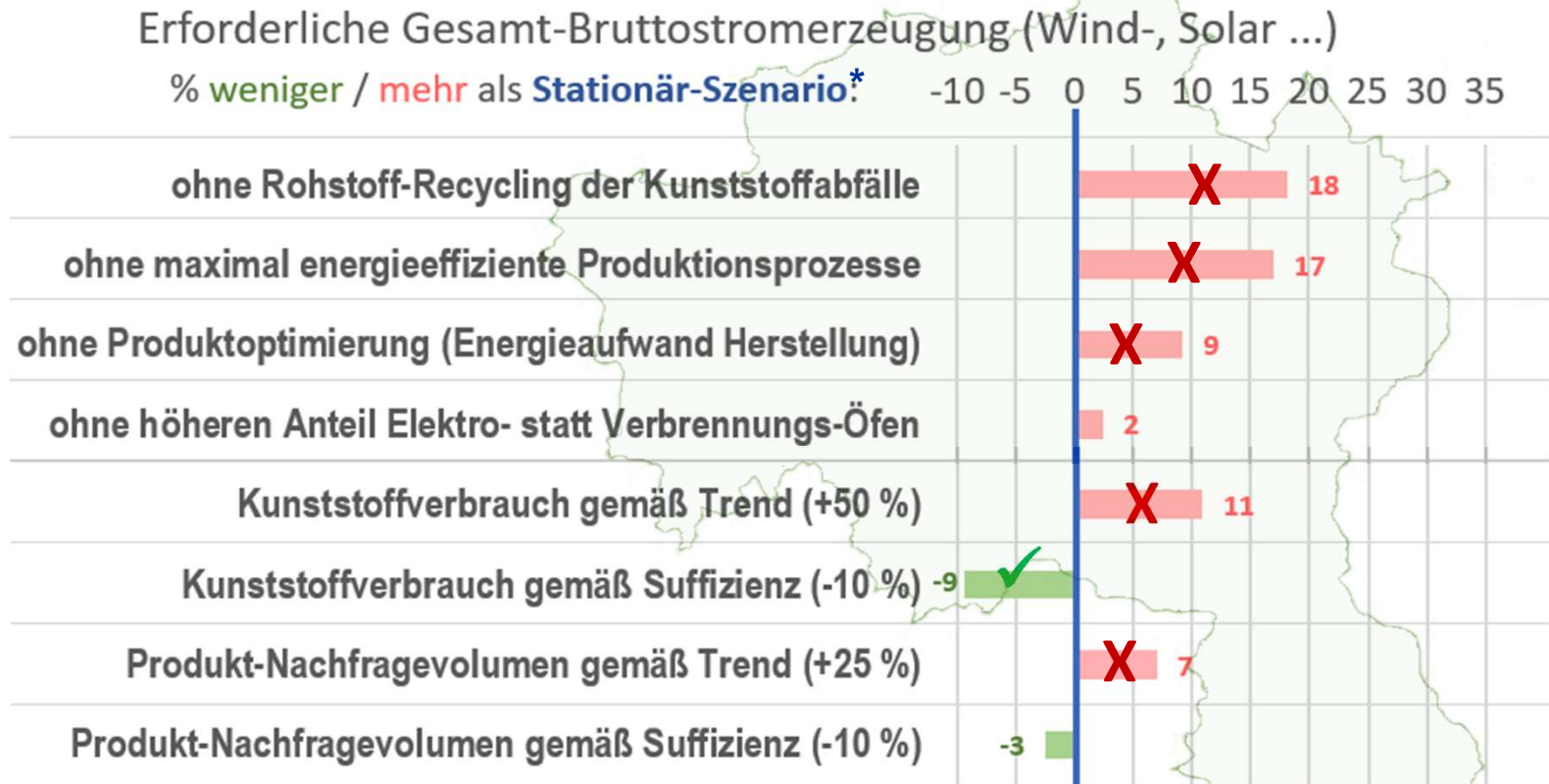
## Ansatz-Alternativen?



Für die Energieerzeugung:

**X** Starke Belastung

**✓** Starke Entlastung



Energieszenario Landkreis Goslar, Modifikationen von 230914.GS-Stat. Hans-H. Schmidt-Kanefendt 23.10.2023.

\*) Stationär-Szenario: Erarbeitetes Szenario mit Nachfrage-Entwicklung +/- 0 in allen Anwendungsbereichen (Beispiel: Kunststoffverbrauch im Zieljahr auf Niveau vom Statusjahr 2019).

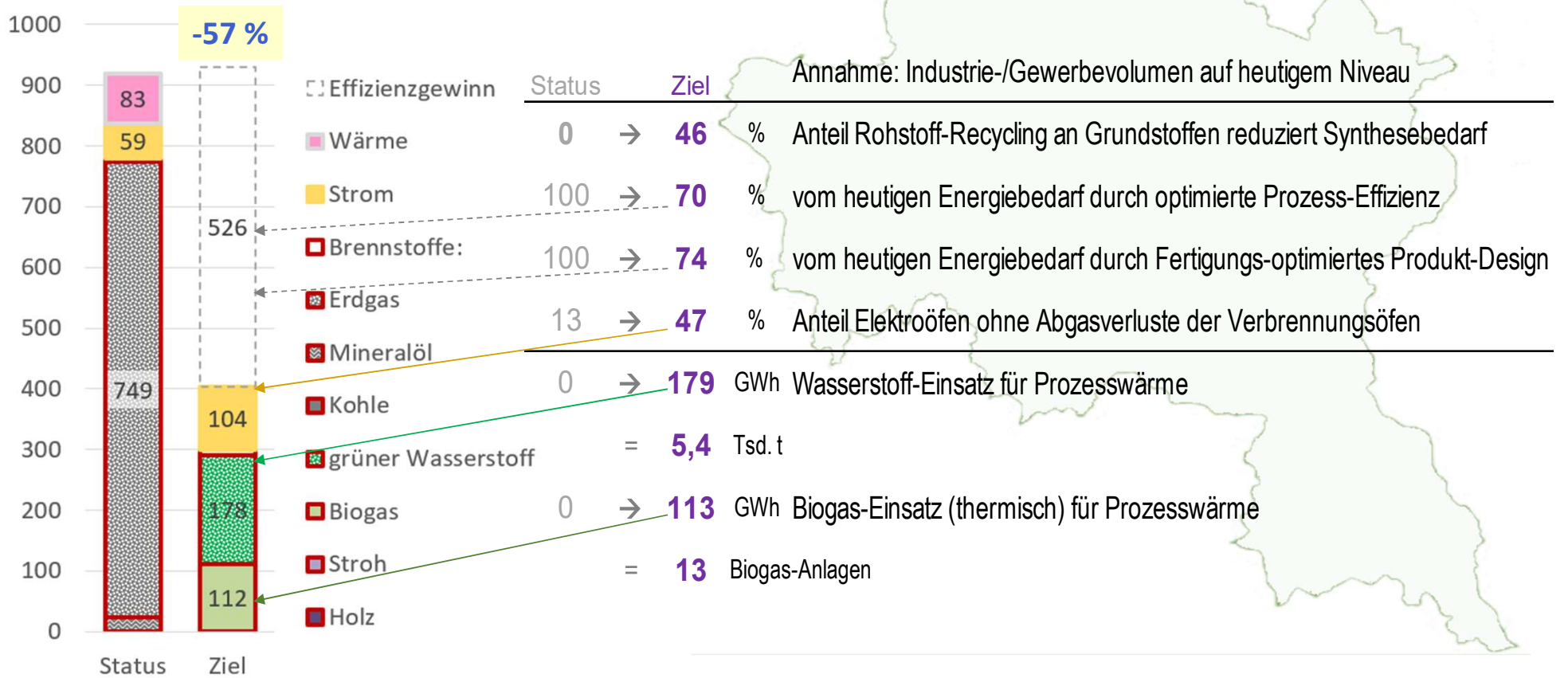


# Produktions-Prozesse

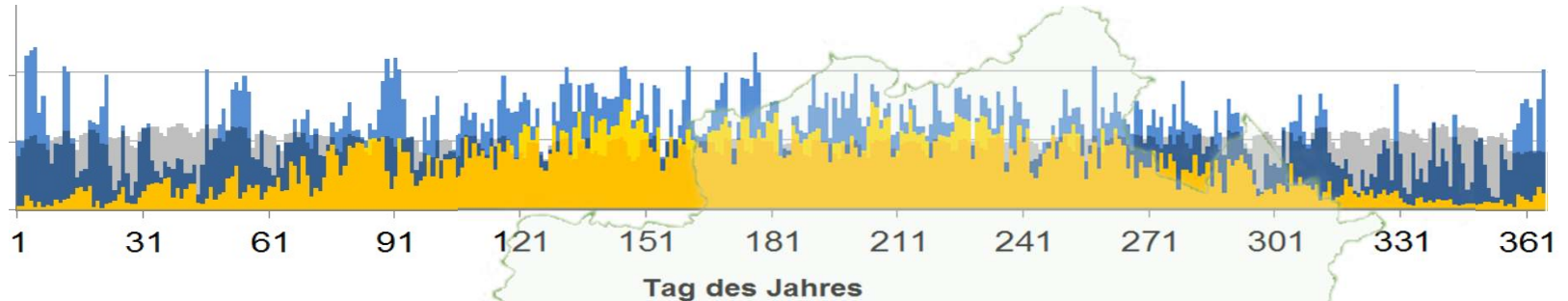
## Entwicklungs-Skizze



Energieträger Prozesswärme [GWh/a]  
Landkreis Goslar, Zielanteile gem. Nds (230914.PStat)



# Energieversorgung Schwankungsausgleich



- Stromangebot **Wind & Solar**: ▲ oder ▼ **Stromverbrauch**.
- Lösung: Speicherung der Überschüsse für Mangelausgleich.
- Ausgleich über Stunden: Pumpspeicher, Batterien ...
- Für Ausgleich über Tage, Wochen, Monate Wasserstoff-Wandlung und -Speicherung in Salzkavernen ohne Alternative wegen des großen Bedarfs an Speicherkapazität (330 GWh).
- Salzkavernen-Potenzial im LK GS vermutlich nicht verfügbar.
- Positionierung Elektrolyseure und BHKW nach Zweckmäßigkeit

# Energieversorgung

## Wasserstoff



Zieljahr 2045

GWh Tsd. t

Wasserstoff aus Wind-/PV-Stromüberschüssen im Landkreis Goslar

474

**Stromüberschuss > Elektrolyse** (im Landkreis oder an Salzkavernen)

310

9,3

**Wasserstoff > Kavernenspeicher**

218

6,5

**Wasserstoff-Kavernenspeicherkapazität** (keine Potenziale im Landkreis)

GWh Tsd. t

Wasserstoffbedarf, von Bewohnern&Unternehmen im LK Goslar verursacht :

76

2,3

**Verkehr** (teilweise außerhalb des Landkreises an Hauptverkehrswegen)

0

0,0

**Gebäudewärme** (keine Wasserstoff-Heizungen)

179

5,4

**Prozesswärme** (abhängig von Entwicklung von Industrie&Gewerbe im LK)

0

0,0

**Grundstoff** (bei Produktion weiterhin außerhalb des Landkreises)

310

9,3

**Kraftwerke** (teilweise außerhalb des Landkreises in Ballungszentren)

565

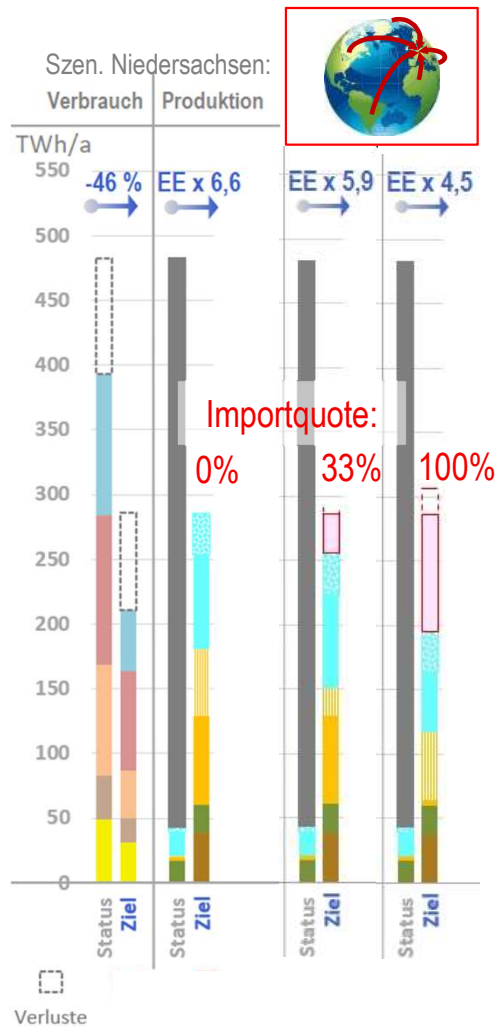
17,0

**Gesamt**

Der Anschluss an ein überregionales Wasserstoffnetz wird unverzichtbar sein, allein schon um die großen Salzkavernenpotenziale in Norddeutschland als Speicher nutzen zu können.

# Energieversorgung

## Wasserstoff-Import



- Wasserstoff und PtX für Verkehr- und Produktionsbereich können aus dem Ausland importiert werden.
- Bei einer Importquote von 33% wären im Landkreis Goslar 10 % weniger Wind-/Solaranlagen erforderlich.
- Bei einer Importquote von 100 % wären im Landkreis Goslar nur noch die Hälfte der Wind-/Solaranlagen erforderlich.
- Die eigene Erzeugung wird entlastet durch teilweise Verlagerung der erforderlichen Wind- und Solarstromanlagen ins Ausland..
- Aspekte, die gegen eine hohe Importquote sprechen:
  - Hohe Nachfrage weltweit > hohe Weltmarktpreise,
  - Erhebliche zusätzliche Transportverluste
  - Risiken bei der Sicherheit der Transportwege
  - Abhängigkeit von Lieferländern, Gefahr von Verteilungskonflikten

Hans-Heinrich Schmidt-Kanefendt

✉ [hsk@ernes.de](mailto:hsk@ernes.de)



ErnES  
Erneuerbare Energie-Szenarien e. V.

[www.ernes.de](http://www.ernes.de)

Alle verwendeten Fotos: Entweder Schmidt-Kanefendt oder lizenzfrei von pixabay (<https://pixabay.com/de/>)