

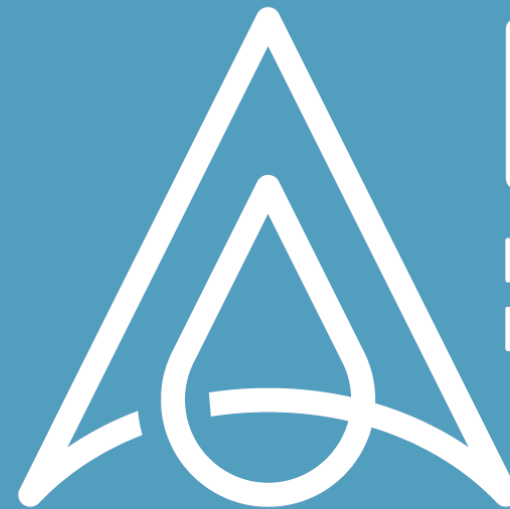
# Treibhausgas-Minderungsquote Einblicke in ökonomische Betrachtungen

Jonas Bannert, 18. Oktober 2024

NRL AG 5.1 „Neue Markt- & Geschäftsmodelle“

CC4E - HAW Hamburg

[Jonas.bannert@haw-hamburg.de](mailto:Jonas.bannert@haw-hamburg.de)

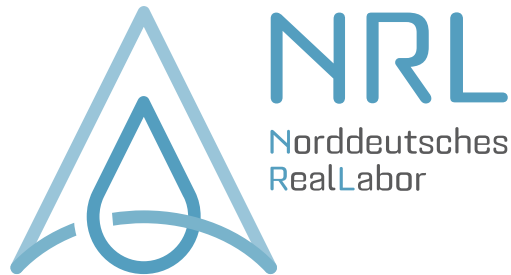


**NRL**

Norddeutsches  
RealLabor



Das Competence Center für Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz (CC4E) ist eine zentrale **wissenschaftliche Einrichtung** der HAW Hamburg, die sich **interdisziplinär** den gegenwärtigen und zukünftigen **Herausforderungen der Energiewende** annimmt.



Das Norddeutsche Reallabor (NRL) ist ein innovatives **Verbundprojekt**, das neue Wege zur **Klimaneutralität** erproben will. Dazu werden Produktions- und Lebensbereiche mit besonders hohem Energieverbrauch schrittweise defossilisiert und **auf erneuerbare Energieträger** umgestellt

## NRL AG 5.1 „Neue Markt- und Geschäftsmodelle“

- Wissenschaftliche Begleitung der Umsetzungsprojekte
- Erzeugung, **Mobilität**, Gebäude & Wärme, Industrie

### **Treibhausgas-Minderungsquote (THG-Quote):**

- **Umweltökonomisches Instrument** zwischen **Theorie und Wirklichkeit**
- **Gesamtsystemische Wirkung**
- neu entstehende **Markt - & Geschäftsmodelle**

→ Einblick geben

## EU

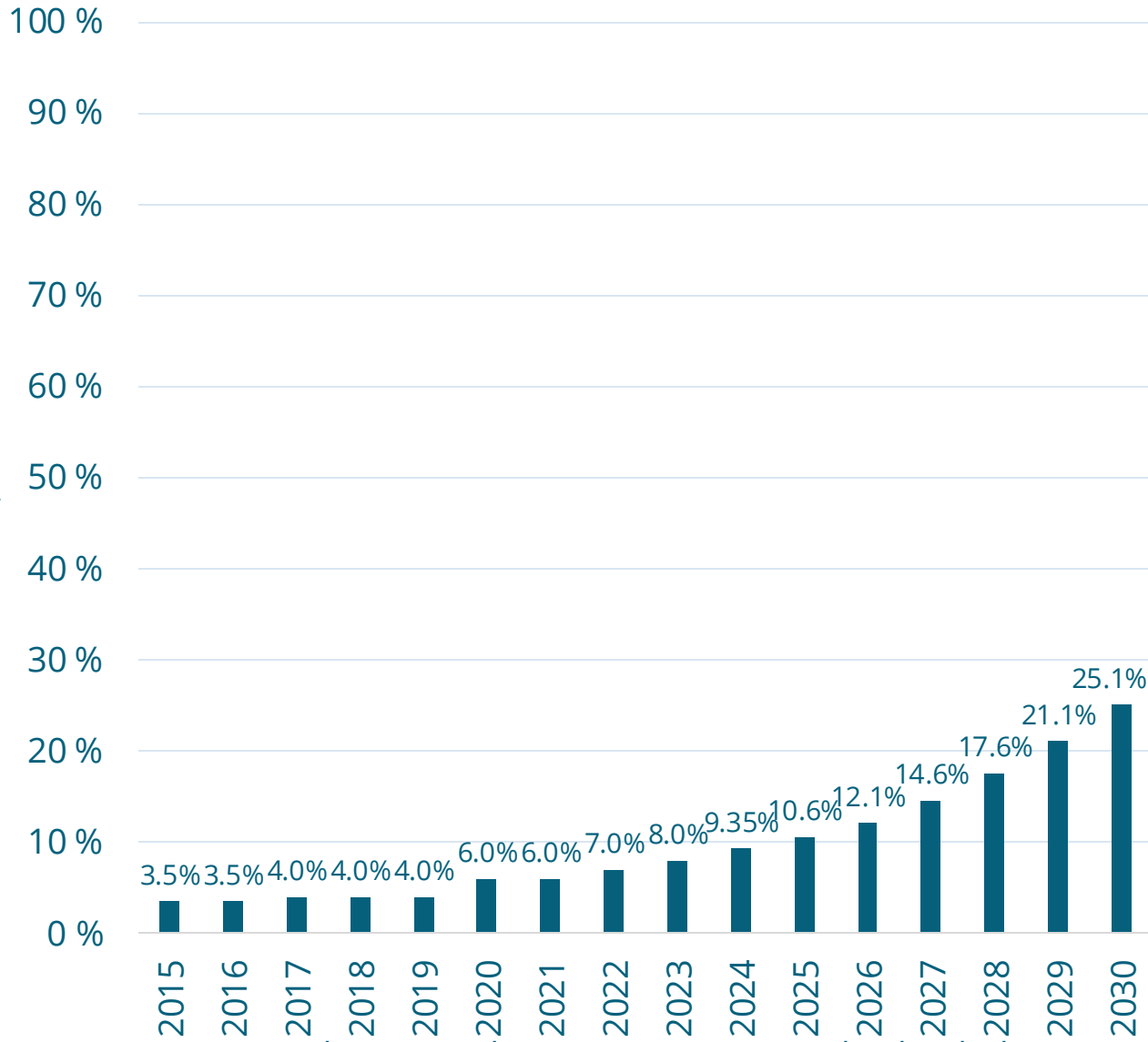
- 2018: Erneuerbare-Energien-Richtlinie II (RED II)
  - 14 % erneuerbare Energie im Verkehrssektor bis 2030
  - Nationale Umsetzung der Richtlinie

## Deutschland

- Umweltökonomische Instrument
- 2021: Verschärfung der „THG-Quote (2015)“ (Nachfolger der Biokraftstoffquote (2007))
- ~~Europäische Emissionshandel (EU-ETS)~~
- ~~Nationale Emissionshandel („CO<sub>2</sub>-Bepreisung“)~~

# Funktionsweise

Quoten-  
verpflichtete  
(Inverkehrbringer  
fossiler Kraftstoffe)



■ Quote (Reduzierung der THG-Emissionen), die durch den Kraftstoffinverkehrbringer erfüllt werden muss

Inverkehrbringen  
von erneuerbarer  
Energie in den  
Verkehrssektor  
bspw. (fortschrittlicher)  
Biokraftstoff,  
H<sub>2</sub>-Tankstellen,  
Ladesäulen

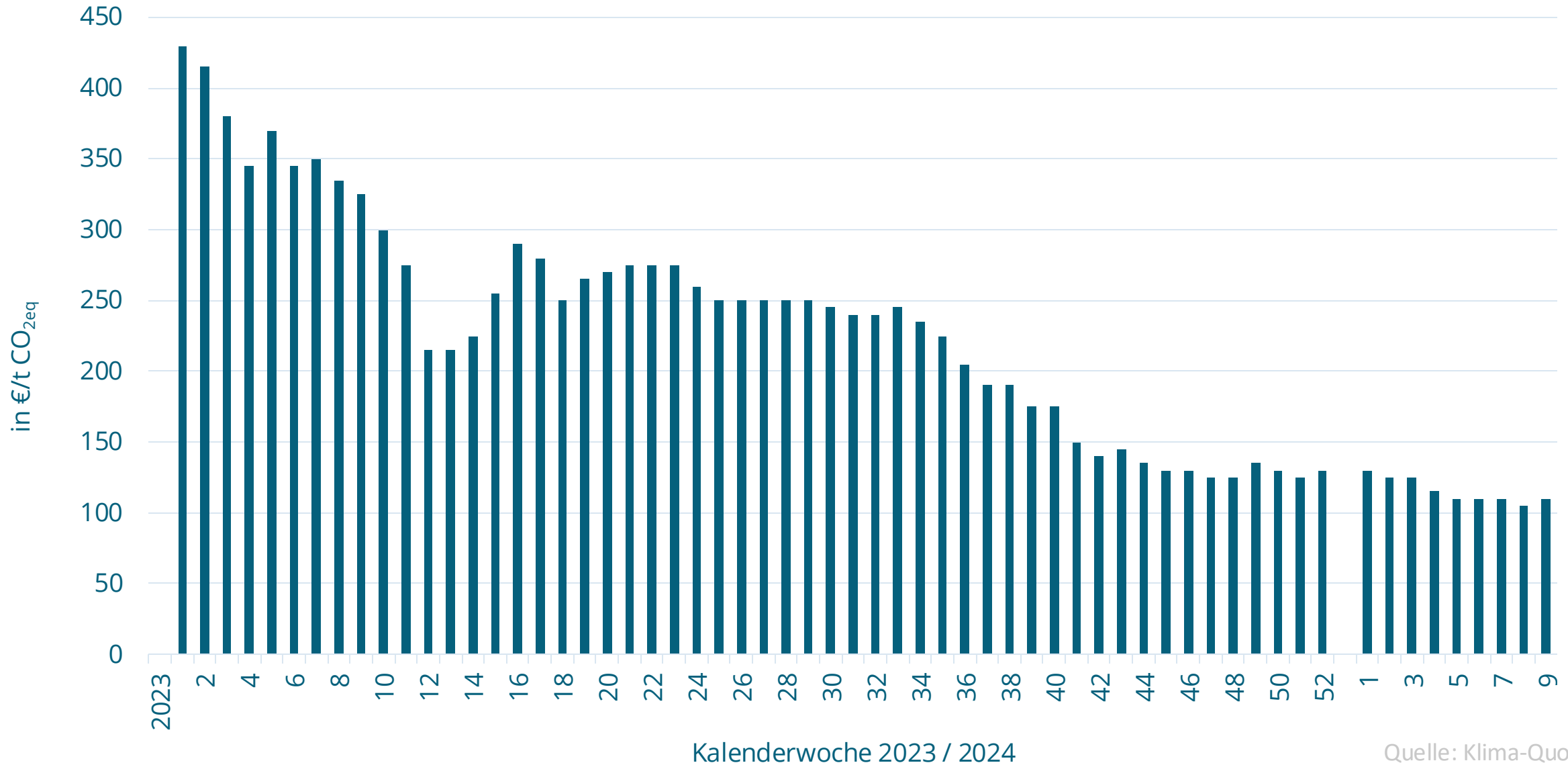
selber  
nachweisen

von Dritten  
kaufen

Besitz von rein  
batterie-  
elektrischen  
Fahrzeugen (BEV)  
Pauschale  
Verbrauchswerte

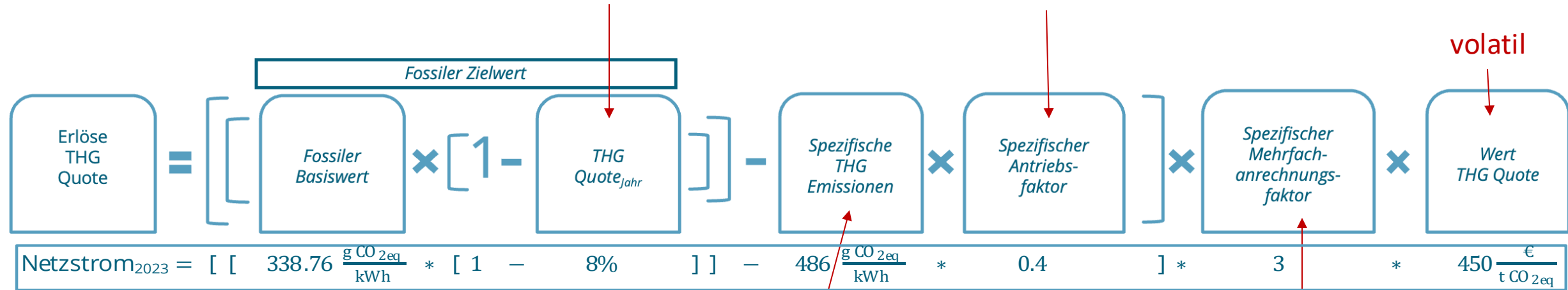
Pönale  
zahlen  
(600 €/t CO<sub>2eq</sub>)

# Wert der THG-Quote in €/t CO<sub>2eq</sub>



ändert sich jährlich

- BEV & FCEV: 0.4
- Verbrenner: 1



Abhängig von der entsprechenden Erfüllungsoption (2024):

- Netzstrom: 496.8 g CO<sub>2eq</sub>/kWh
- PV: 56.6 g CO<sub>2eq</sub>/kWh
- Wind Onshore: 17.6 g CO<sub>2eq</sub>/kWh
- Wind Offshore: 9.7 g CO<sub>2eq</sub>/kWh
- Grüner Wasserstoff: 32.8 g CO<sub>2eq</sub>/kWh

- Strom 3
- Wasserstoff 3 (bisher 2)
- Fortschrittlicher Biokraftstoff 2

## Maximale THG-Quoten Erlöse 2024 (bei 600 €/t CO<sub>2eq</sub>)

→ Laden mit Netzstrom: bis zu 0.20 €/kWh

→ Grüner Wasserstoff: Bis zu 17.64 €/kg

→ Laden mit Solar/Wind-Strom: Bis zu 0.55 €/kWh

# Vergleich verschiedener Erfüllungsoptionen

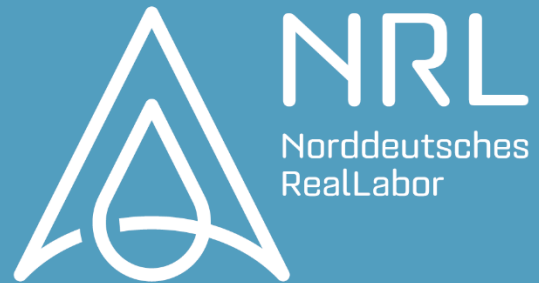
	2022				
	Höhe THG-Quote	Mehrfachanrechnungsfaktor	Spezifische THG-Emissionen	Erlös	
<b>Grüner Wasserstoff</b>	450 €/t CO <sub>2eq</sub>	2	32.76 g CO <sub>2eq</sub> /kWh	<b>0.27 €/kWh</b> bzw. 9.06 €/kg	<p>← <b>Ökonomischer Vorteil Wasserstoff</b></p>
<b>Öffentliche Ladesäule</b>		3	428.4 g CO <sub>2eq</sub> /kWh	<b>0.19 €/kWh</b>	
<b>Solarcarport-Ladesäule</b>		3	428.4 g CO <sub>2eq</sub> /kWh	<b>0.19 €/kWh</b>	

# Vergleich verschiedener Erfüllungsoptionen

	2022				2024			
	Höhe THG-Quote	Mehrfachanrechnungsfaktor	Spezifische THG-Emissionen	Erlös	Höhe THG-Quote	Mehrfachanrechnungsfaktor	Spezifische THG-Emissionen	Erlös
<b>Grüner Wasserstoff</b>	450 €/t CO <sub>2eq</sub>	2	32.76 g CO <sub>2eq</sub> /kWh	<b>0.27 €/kWh</b> bzw. 9.06 €/kg	100 €/t CO <sub>2eq</sub>	3	32.76 g CO <sub>2eq</sub> /kWh <i>(kein einheitlich vorgegebener Wert mehr)</i>	<b>0.09 €/kWh</b> bzw. 2.94 €/kg
<b>Öffentliche Ladesäule</b>		3	428.4 g CO <sub>2eq</sub> /kWh	<b>0.19 €/kWh</b>		3	496.8 g CO <sub>2eq</sub> /kWh	<b>0.03 €/kWh</b>
<b>Solarcarport-Ladesäule</b>		3	428.4 g CO <sub>2eq</sub> /kWh	<b>0.19 €/kWh</b>		3	56.52 g CO <sub>2eq</sub> /kWh	<b>0.09 €/kWh</b>



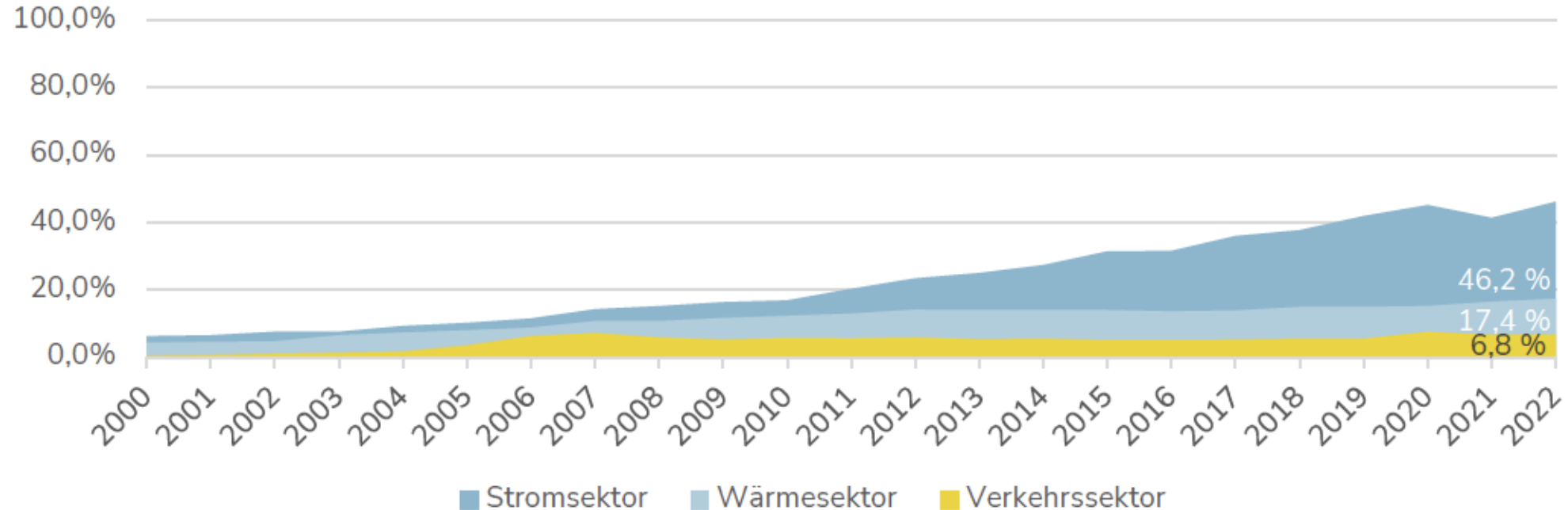
- Welche Bedeutung hat die THG-Quote für die Antriebswende? & Wie ist die Wirkung als umweltökonomisches Instrument zu bewerten?
  - [Bannert et al 2023: Grüner Wasserstoff für die Energiewende – Potentiale, Grenzen und Prioritäten. Teil 3: Wasserstoffanwendung im Verkehrssektor](#)
- Welche Erfüllungsoption profitiert überdurchschnittlich von der THG-Quote? & Ist es ein geeignetes Instrument, um die RED II Ziele zu erreichen?
  - [Bannert et al 2023: Increasing the Share of Renewable Energy in the Transport Sector – Effects of Modified Multiple Crediting Factors in the German Environmental Economic Instrument GHG Quota \("THG-Minderungsquote"\)](#)
- Welche innovativen Geschäftsmodelle sind mit der THG-Quote möglich?
  - Bspw. Aufbau einer Ladeinfrastruktur mit dynamischen Ladetarifen auf Parkplätzen mit Solar-Überdachungspflicht: [Bannert et al 2024: Economics of Public Charging Stations in Solar-Covered Parking Lots under the German GHG Quota](#)
- Wer bekommt die Zusatzerlöse und wofür? (Günstiger Tanken? Ausbau Infrastruktur? Gewinnmaximierung?)
- Welche (Fehl-?) Anreize entstehen durch das System? (bspw. grüne H<sub>2</sub>-Produktion nur für den Verkehrssektor vs. notwendiger Markthochlauf?)
- Welche (potentiellen) Effekte hat die THG-Quote auf die THG-Bilanz eines Unternehmens?
- Wie wird sich der Markt für THG-Quoten zukünftig weiter entwickeln?
- Sollte die THG-Quote auch auf andere Sektoren übertragen werden? (bspw. im Industriesektor als Alternative zu den Klimaschutzverträgen)



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

[Jonas.bannert@haw-hamburg.de](mailto:Jonas.bannert@haw-hamburg.de)

## Anteil Erneuerbare Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr von 2000 bis 2022 (in %)



# Wirkung als umweltökonomisches Instrument

	EU-ETS	CO <sub>2</sub> -Bepreisung (Funktionsweise bis 2025/2026)	THG-Minderungsquote
Gesetzliche Grundlage	TEHG	BEHG	BImSchG
<b>Ökologische Wirksamkeit</b> (Wie treffsicher wird das gesetzte Ziel erreicht?)	<b>Hoch</b> (Das von der EU festgelegte CAP wird nicht überschritten)	<b>Mittel</b> (Fossile Kraftstoffe werden teurer, wodurch sich das Preisgefüge zugunsten erneuerbarer Energie verändert. Eine THG-Minderung ist erwartbar, aber nicht genauer bezifferbar)	<b>Mittel - Hoch</b> (Fossile Kraftstoffe werden teurer und Erneuerbare Energien können einen Zusatzerlös erzielen, wodurch sich das Preisgefüge zugunsten erneuerbarer Energie verändert. Die konkrete THG-Minderung ist bezifferbar, wird allerdings durch verschiedene Mehrfachanrechnung verschiedener Erfüllungsoptionen verwässert.
<b>Ökonomische Effizienz</b> (Zu welchen gesamtwirtschaftlichen Kosten wird das Ziel erreicht?)	<b>Prinzipiell Hoch</b> (über den Marktmechanismus werden die THG-Emissionen gesamtwirtschaftlich zu den geringsten Vermeidungskosten eingespart) → entscheidend ausreichend ambitioniertes Cap wichtig	<b>Gering</b> (Die THG-Emissionen werden von jedem emittierenden Unternehmen gesenkt und nicht von den Unternehmen mit den gesamtwirtschaftlich geringsten Vermeidungskosten)	<b>Gering</b> (Die THG-Emissionen werden von jedem emittierenden Unternehmen gesenkt und nicht von den Unternehmen mit den gesamtwirtschaftlich geringsten Vermeidungskosten)
<b>Dynamische Anreizwirkung</b> (Welche Anreizwirkung wird geschaffen?)	<b>Mittel</b> (THG-vermeidende Technologie ist absehbar kostengünstiger, gleichzeitig sorgt der schwankende Preis der THG-Zertifikate für Investitionsunsicherheit)	<b>Mittel-Hoch</b> (Über die Bepreisung können externen Kosten entsprechend der jeweiligen THG-Emissionen eingepreist werden. So ist THG-vermeidende Technologie absehbar kostengünstiger, der festgelegte Preis sorgt zumindest mittelfristig für Investitionssicherheit bis 2025/26)	<b>Mittel</b> (THG-vermeidende Technologie ist absehbar kostengünstiger, gleichzeitig sorgt die aktuelle gesetzliche Diskussion zu Erhöhung/Senkung von Mehrfachanrechnungen sowie die allgemein schwankenden Quotenhandelsvertragspreise zu Investitionsunsicherheit)
Hohe Wirkung			
Mittlere bis hohe Wirkung			
Mittlere Wirkung			
Geringe Wirkung			

Weitere Vertiefung: Bannert et al. 2023: Grüner Wasserstoff für die Energiewende – Potentiale, Grenzen und Prioritäten. Teil 3: Wasserstoffanwendung im Verkehrssektor



20<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE  
**EUROPEAN ENERGY MARKET**  
10 – 12 June 2024, Istanbul, Türkiye



# Economics of Public Charging Stations in Solar-Covered Parking Lots under the German GHG Quota

Jonas Bannert



Istanbul, 10<sup>th</sup> June

# Charging station business case scenarios



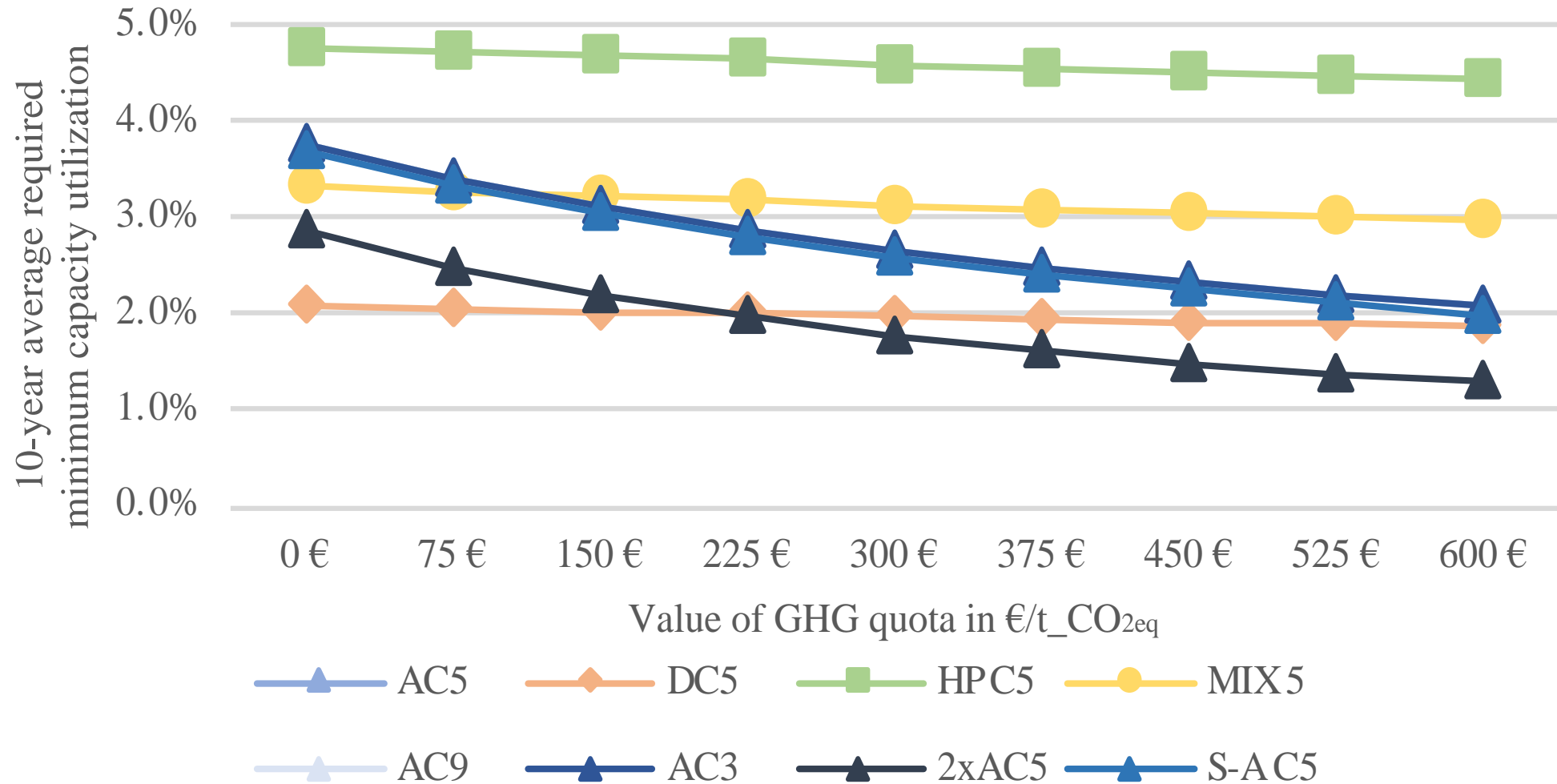
	Changed					
	<i>Parking spaces</i>	<i>Every ... supplied parking space</i>	<i>AC (16.5 kW)</i>	<i>DC (60 kW)</i>	<i>HPC (265 kW)</i>	<i>Solar power production in kWh/kWp</i>
<b>AC5</b>	36	5 <sup>th</sup>	8	0	0	900
<b>DC5</b>	36	5 <sup>th</sup>	0	8	0	900
<b>HPC5</b>	36	5 <sup>th</sup>	0	0	8	900
<b>MIX5</b>	36	5 <sup>th</sup>	2	4	2	900
<b>AC9</b>	36	9 <sup>th</sup>	4	0	0	900
<b>AC3</b>	36	3 <sup>th</sup>	12	0	0	900
<b>2xAC5</b>	72	5 <sup>th</sup>	16	0	0	900
<b>S-AC5</b>	36	5 <sup>th</sup>	8	0	0	960

AC = alternating current charging (low speed charging)

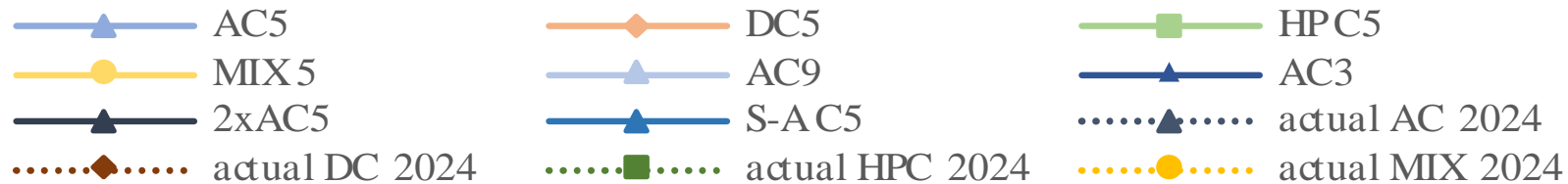
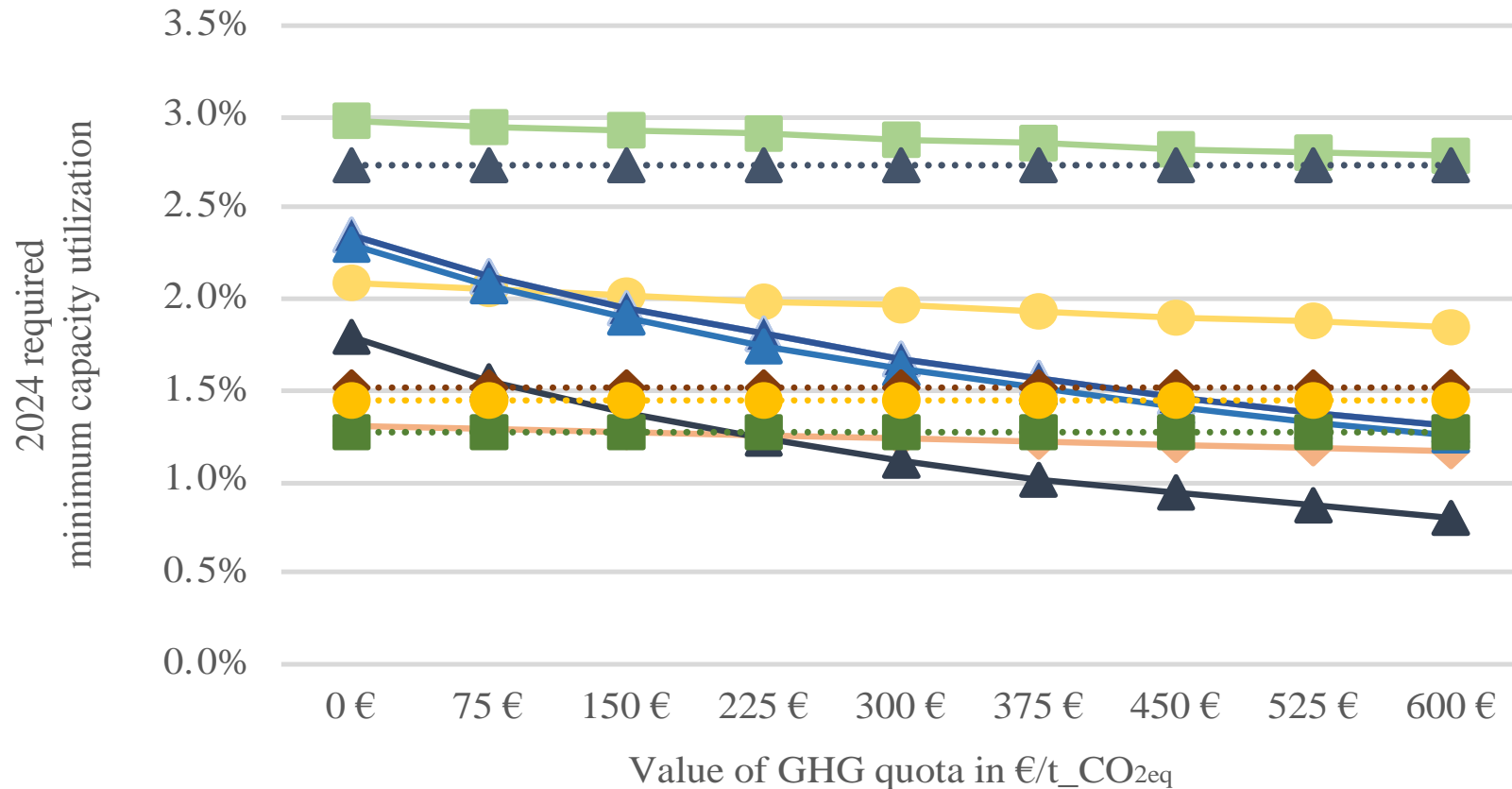
DC = direct current charging (faster charging)

HPC = high power charging

# 10-year average required minimum capacity utilization



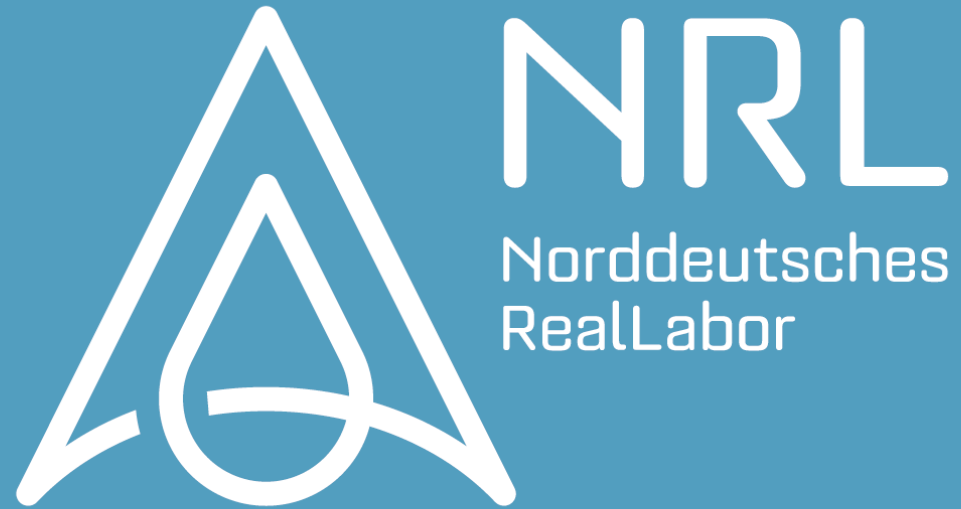
# 2024 required minimum capacity utilization





# Changed economic viability by an incentive charging tariff

Changed economic viability	Value of GHG quota per t CO <sub>2eq</sub>									Average required GHG quota	% - change to 300 € average	
	0 €	75 €	150 €	225 €	300 €	375 €	450 €	525 €	600 €			
Scenario	AC5	-14,881 €	-7,190 €	-784 €	4,634 €	9,276 €	13,298 €	16,816 €	19,919 €	22,677 €	230 €	76.7%
	DC5	-17,077 €	-12,994 €	-9,030 €	-5,178 €	-1,435 €	2,204 €	5,743 €	9,187 €	12,539 €	315 €	104.9%
	HPC5	-19,031 €	-10,329 €	-1,708 €	6,798 €	15,175 €	23,444 €	31,609 €	39,671 €	47,634 €	233 €	77.5%
	MIX5	-17,406 €	-11,045 €	-4,875 €	1,113 €	6,926 €	12,572 €	18,059 €	23,392 €	28,578 €	255 €	85.1%
	AC9	-7,441 €	-3,595 €	-392 €	2,317 €	4,638 €	6,649 €	8,408 €	9,960 €	11,338 €	230 €	76.7%
	AC3	-22,987 €	-11,714 €	-1,732 €	6,808 €	13,914 €	19,947 €	25,224 €	29,879 €	34,015 €	232 €	77.3%
	2xAC5	-47,091 €	-22,479 €	-2,570 €	12,637 €	24,653 €	34,582 €	42,924 €	50,030 €	56,157 €	232 €	77.2%
	S-AC5	-15,556 €	-7,485 €	-813 €	4,794 €	9,572 €	13,693 €	17,284 €	20,440 €	23,236 €	230 €	76.7%



## Die Energiewende-Allianz für Innovationen und wirksamen Klimaschutz

Diese Präsentation ist urheberrechtlich geschützt.  
Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Autors unzulässig und strafbar.

Herausgeber: Competence Center für Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz  
Konzeption: Competence Center für Erneuerbare Energien und EnergieEffizienz

© CC4E der HAW Hamburg, 2022

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz