



EE.SH

Netzwerkagentur  
Erneuerbare Energien

Kreis  
Nordfriesland



IPP  
ESN  
Power  
Engineering

Wir fördern Wirtschaft



Landesprogramm Wirtschaft: Gefördert durch  
die Europäische Union - Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung (EFRE), den Bund  
und das Land Schleswig-Holstein

SH  
Schleswig-Holstein  
Der echte Norden

# Perspektiven für die Einführung einer Wasserstoffwirtschaft in Schleswig-Holstein

Axel Wiese - Projektleiter EE.SH

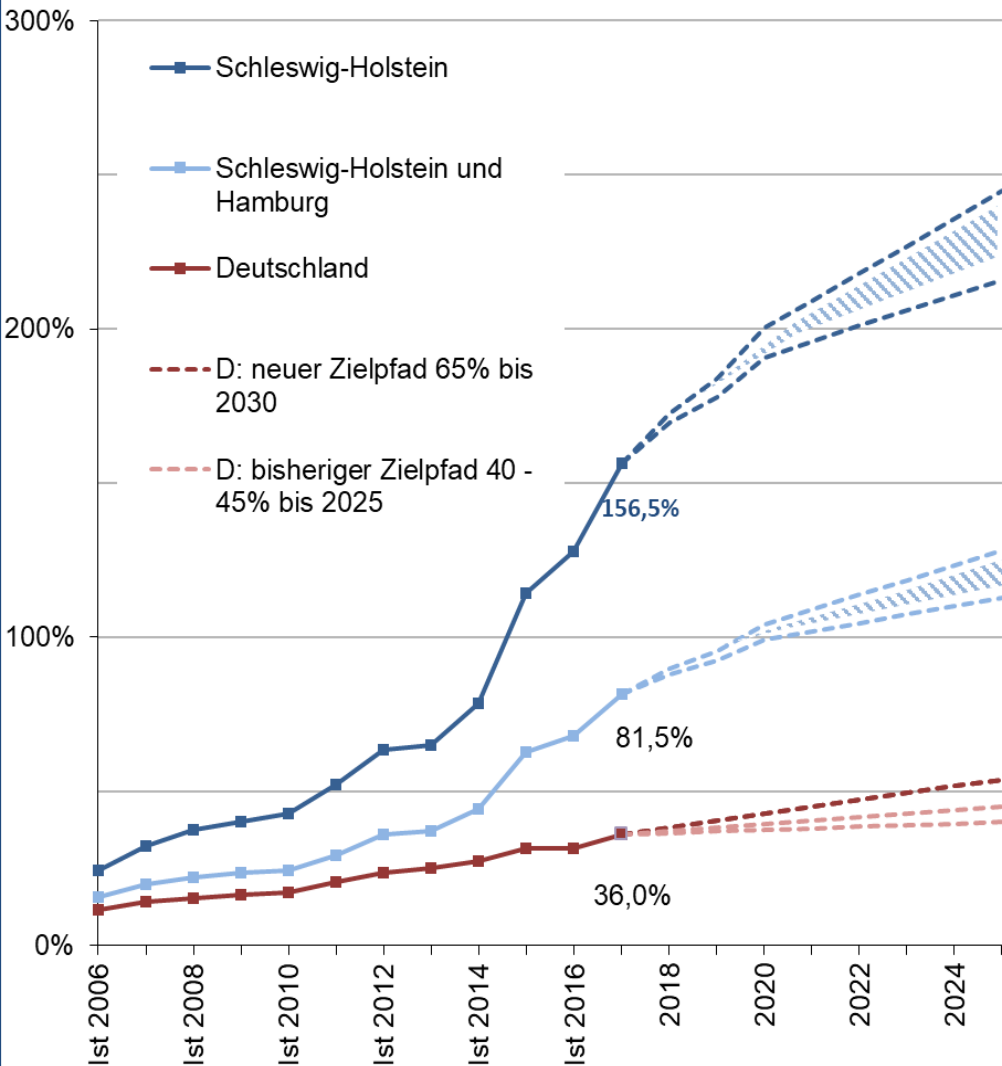
# Perspektiven für die Einführung einer Wasserstoffwirtschaft in Schleswig-Holstein

- Ausbau der Erneuerbaren in SH
- Wasserstoff – Klimaschutz
- Potenzialstudie Wasserstoff-Wirtschaft
- H<sub>2</sub>-Erzeugungskosten
- H<sub>2</sub>-Nutzungskosten – Beispiel
- H<sub>2</sub>-Nutzungskosten – Vergleich
- H<sub>2</sub>-Absatzpotenzial – Vergleich
- Fazit - Handlungsempfehlungen

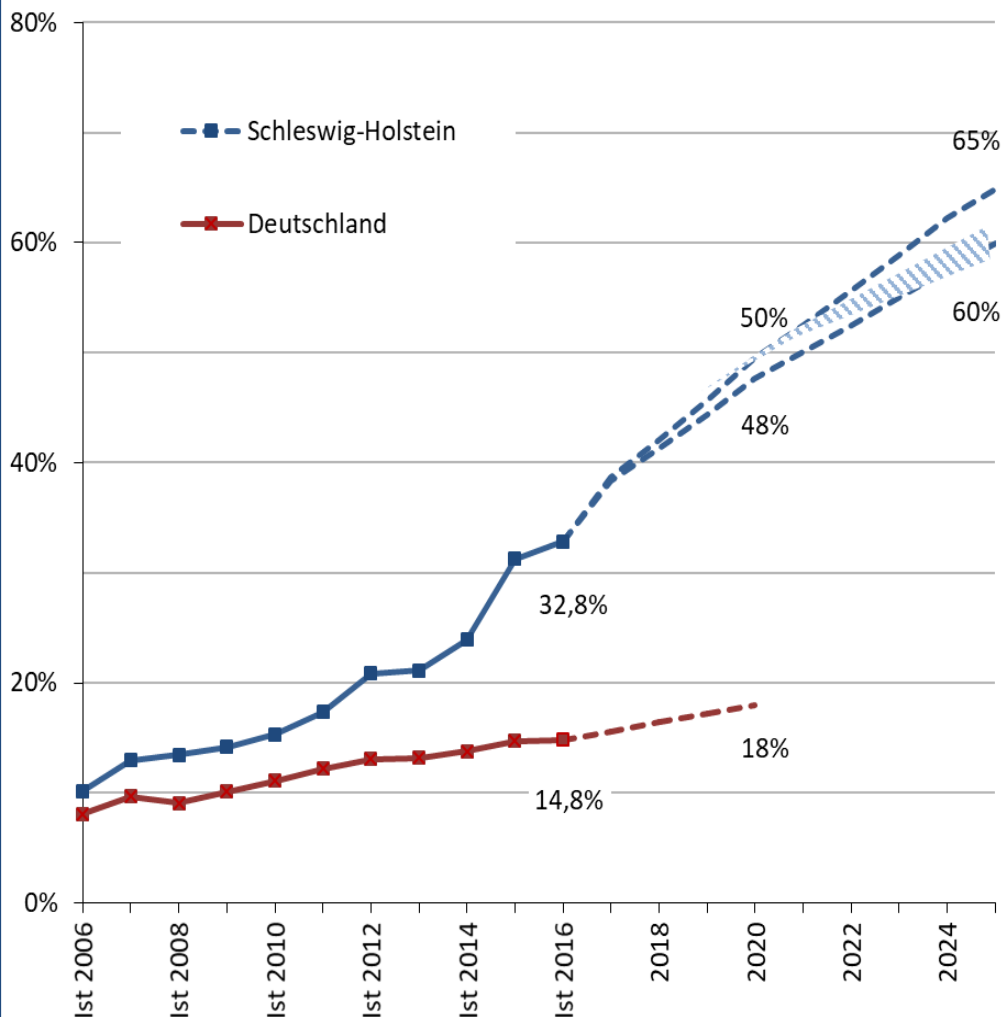
# Ausbau der Erneuerbaren in SH

(Monitoringbericht des MELUND, Stand 11.2.19)

## EE-Anteil am Bruttostromverbrauch

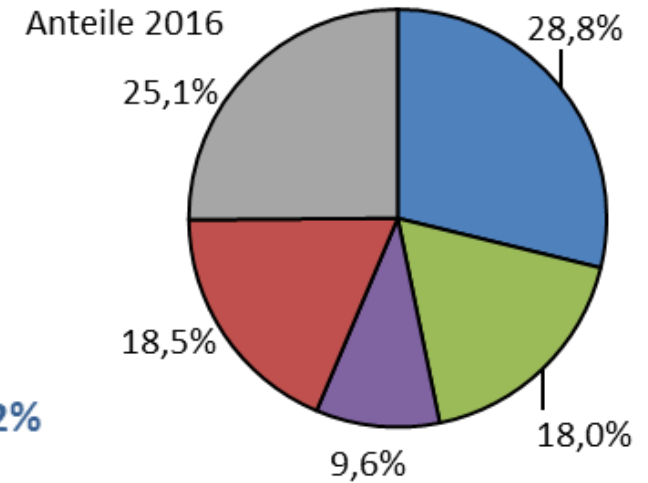
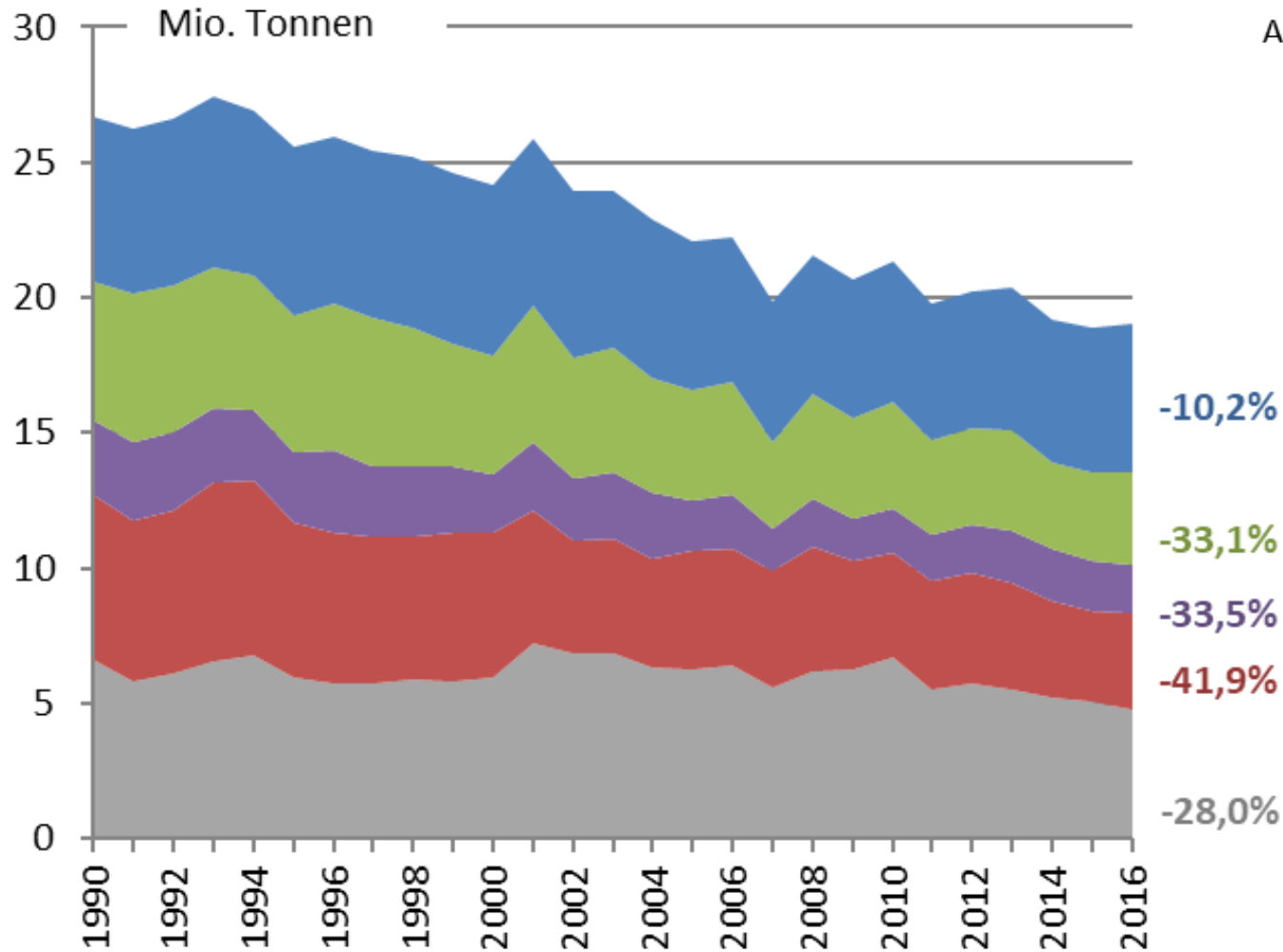


## EE-Anteil am Bruttoendenergieverbrauch



# CO<sub>2</sub>-Bilanz Schleswig-Holstein

(Monitoringbericht des MELUND, Stand 11.2.19)



- Verkehr
- private Haushalte
- GHD
- Industrie\*
- Umwandlungsbereich

\* inkl. prozessbedingter CO<sub>2</sub>-Emissionen

# Wasserstoff – Klimaschutz

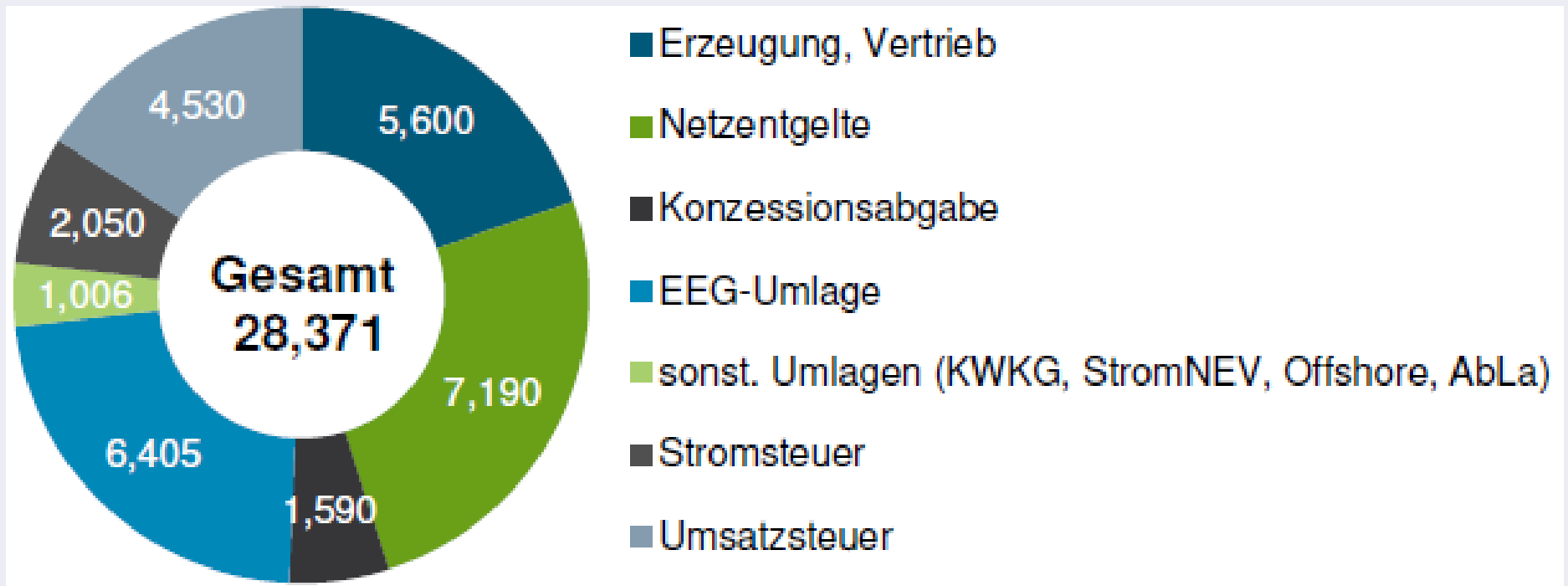
- Wärme
  - EU: 40% aus Erdgas
  - Wärmebedarf korreliert wenig mit EE-Erzeugung
- Verkehr
  - Batterie kaum geeignet für lange Strecken u. hohe Gewichte
- Grundstoff
  - Erzeugung aus Erdgasreformation
  - Bedarf ChemCoast 2015: 52.700t => 660.000 t CO<sub>2</sub>
- Wasserstoff kann diese Bedarfe decken
- Wasserstoff ist auch in großen Mengen einfach zu transportieren und zu speichern

# Potenzialstudie Wasserstoff-Wirtschaft

- Auftrag durch den Kreis Nordfriesland
- Umsetzung durch IPP ESN Power Engineering
- 12.2018 – 08.2018
- Ziele der Potenzialstudie:
  - Identifikation möglicher Pilotprojekte als „Keimzelle“ für mögliche zukünftige Anwendungen im Rahmen einer Wasserstoffwirtschaft.
  - Benennung der wirtschaftlichen Gegebenheiten bzw. des Förderbedarfs.
  - Diskussion der Übertragbarkeit / Skalierbarkeit.
  - Aussagen zur Frage der zentralen versus dezentralen Erzeugung (Elektrolyse).

# H2-Erzeugungskosten

## Strompreis & Umlagen / Technologieoptionen



Invest €/kW	Alkali	PEM	HT-EL
heute	800 - 1.500	1.000 – 2.300	> 2.400
2030	~ 690	~ 810	~ 460
2050	~ 500	~ 510	~ 280

# H2-Erzeugungskosten

## Optionen zur Reduzierung von Umlagen

- Dezentrale Erzeugung (am Windpark):
  - Elektrolyse direkt an WKA
  - WKA ist post-EEG-Anlage, Direktvermarktung von Überschussmengen
  - Personenidentität WKA-und Elektrolyse-Betreiber
  - >> Umlagen 0,055 ct/kWh.
- Zentrale Erzeugung (Großverbraucher):
  - Die Elektrolyse ist auf Mittelspannungsebene ans öffentliche Stromnetz angeschlossen.
  - Verbrauch > 10 GWh/a für Elektrolyse
  - H2-Produktion in eigenständigem Unternehmen (produzierendes Gewerbe).
  - >> Umlagen ~ 1,936 ct/kWh



## H2-Erzeugungskosten aktuell / perspektivisch (2030) [€/kg]

		Stromkosten in ct/kWh															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Vollbenutzungsstunden	500	24	24	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31
	1.000	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	16	17	17	18	18	19
	1.500	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	12	13	13	14	14	15
	2.000	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13
	2.500	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11
	3.000	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10	10	11
	3.500	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10	10
	4.000	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10
	4.500	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9
	5.000	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9
5.500	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	
6.000	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	9	
6.500	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9	
7.000	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	
7.500	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	
8.000	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	
8.500	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	

		Stromkosten in ct/kWh															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Vollbenutzungsstunden	500	15	16	16	17	17	18	18	19	19	19	20	20	21	21	22	22
	1.000	8	8	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	14
	1.500	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11	12
	2.000	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11
	2.500	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	10
	3.000	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9
	3.500	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9
	4.000	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	9
	4.500	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8
	5.000	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8
5.500	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	8	
6.000	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	
6.500	1	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	
7.000	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	
7.500	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	
8.000	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	7	7	8	
8.500	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	

Investition (inkl. Planung etc.) 1,8 Mio. €.

Investition (inkl. Planung etc.) 0,8 Mio. €.

Weitere Annahmen: 1 MW PEM-Elektrolyse. 2 % Kapitalzins, 10 a Nutzungsdauer. Wartung: 15 €/(kW·a).  
 Versicherung & Sonstiges 3 % der Investitionskosten p. a. Logistikkosten nicht enthalten!  
 Pot Erlös Wärme 5ct/kWh nicht eingerechnet.

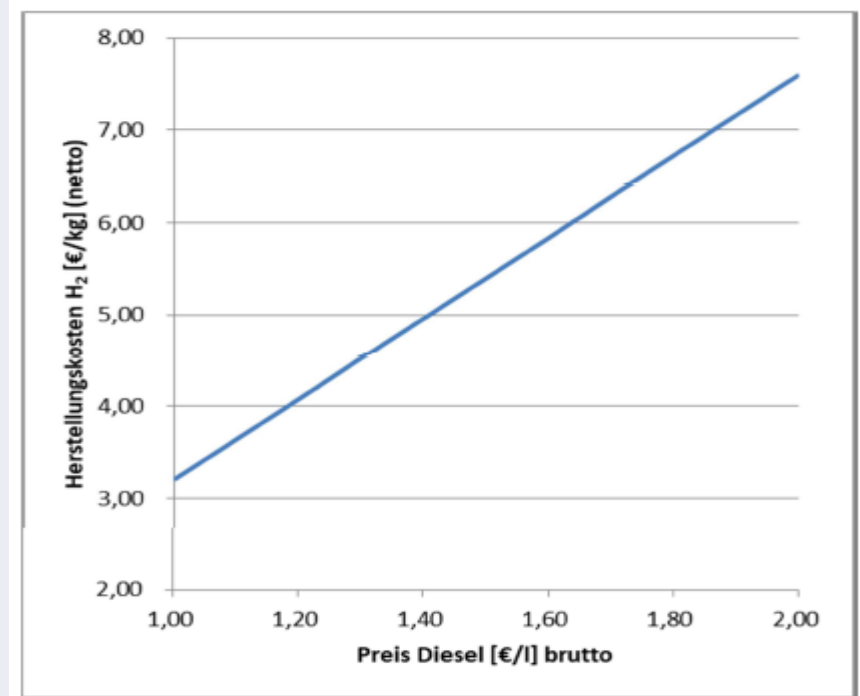
## H2-Nutzungskosten – Beispiel Linienbusse

	DIESEL	WASSERSTOFF + BRENNSTOFFZELLE	WASSERSTOFF- VERBRENNUNGSMOTOR
Verbrauch <sup>36</sup>	30,0 l / 100 km	8,2 kg / 100 km	8,5 kg / 100 km
CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>37</sup>	0,95 kg/km	0,09 - 1,03 kg/km	0,09 - 1,06 kg/km
Preis <sup>38</sup>	200 T€	650 T€	350 T€
Laufleistung p. a.	71.000 km		
Nutzungsdauer	9 Jahre		
Energiekosten p. a.	24.612 €	46.648 €	48.355 €
Instandhaltungskosten <sup>39</sup> p. a.	17.815 €	15.677 €	15.677 €
Kapitalkosten p. a.	24.503 €	79.635 €	42.880 €
<b>Σ Kosten p. a.</b>	<b>66.930 €</b>	<b>141.961 €</b>	<b>106.913 €</b>

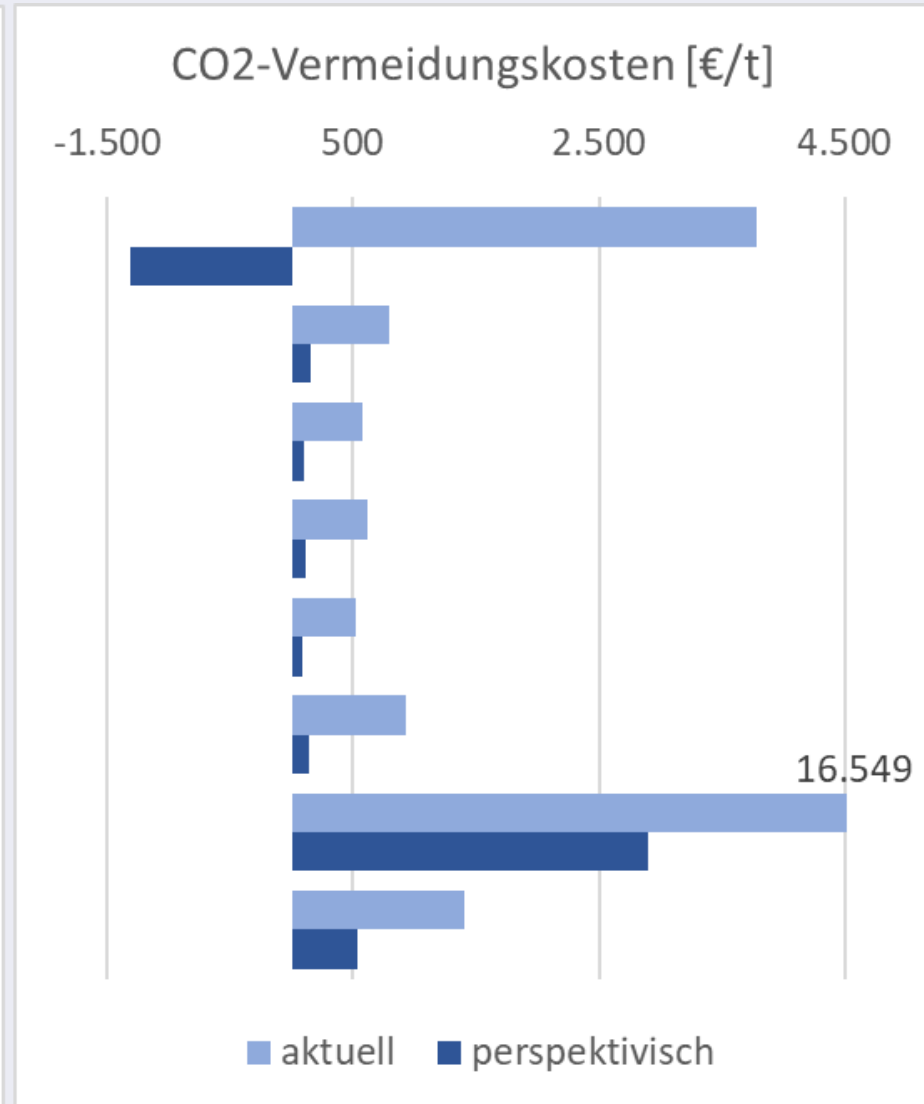
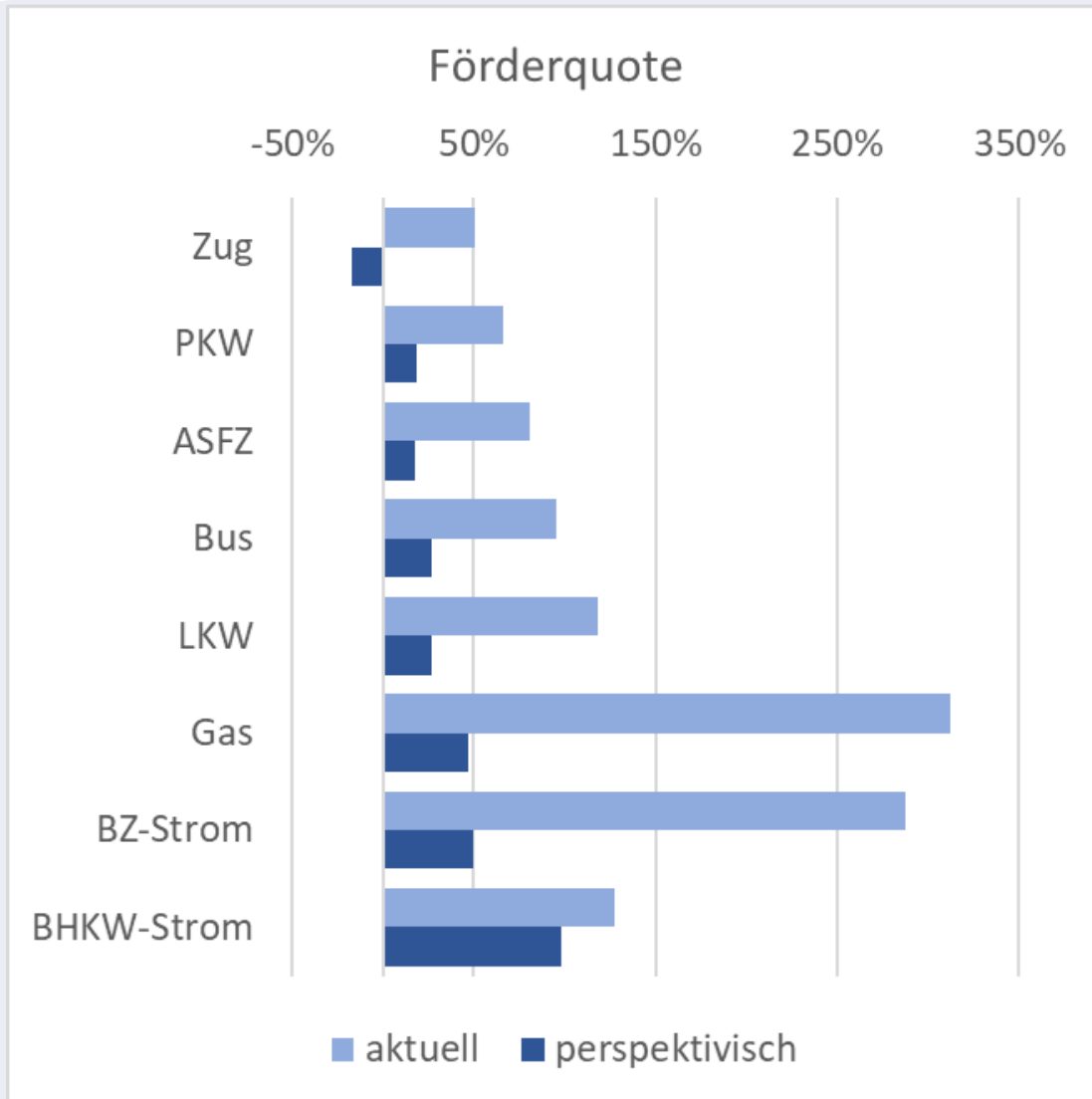
	BRENNSTOFFZELLE (FCHV)		H <sub>2</sub> -VERBRENNUNGSMOTOR	
	aktuell	perspektivisch	aktuell	perspektivisch
Investition	650 T€	485 T€	350 T€	235 T€
Förderbedarf	676 T€	354 T€	335 T€	64 T€
Förderquote	104 %	73 %	95 %	27 %
CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten	1.228 €/t	644 €/t	610 €/t	115 €/t
Anmerkungen	Invest. Diesel: 200 T€	Invest. Diesel: 205 T€	Invest. Diesel: 200 T€	Invest. Diesel: 205 T€

# H2-Nutzungskosten – Beispiel Zug

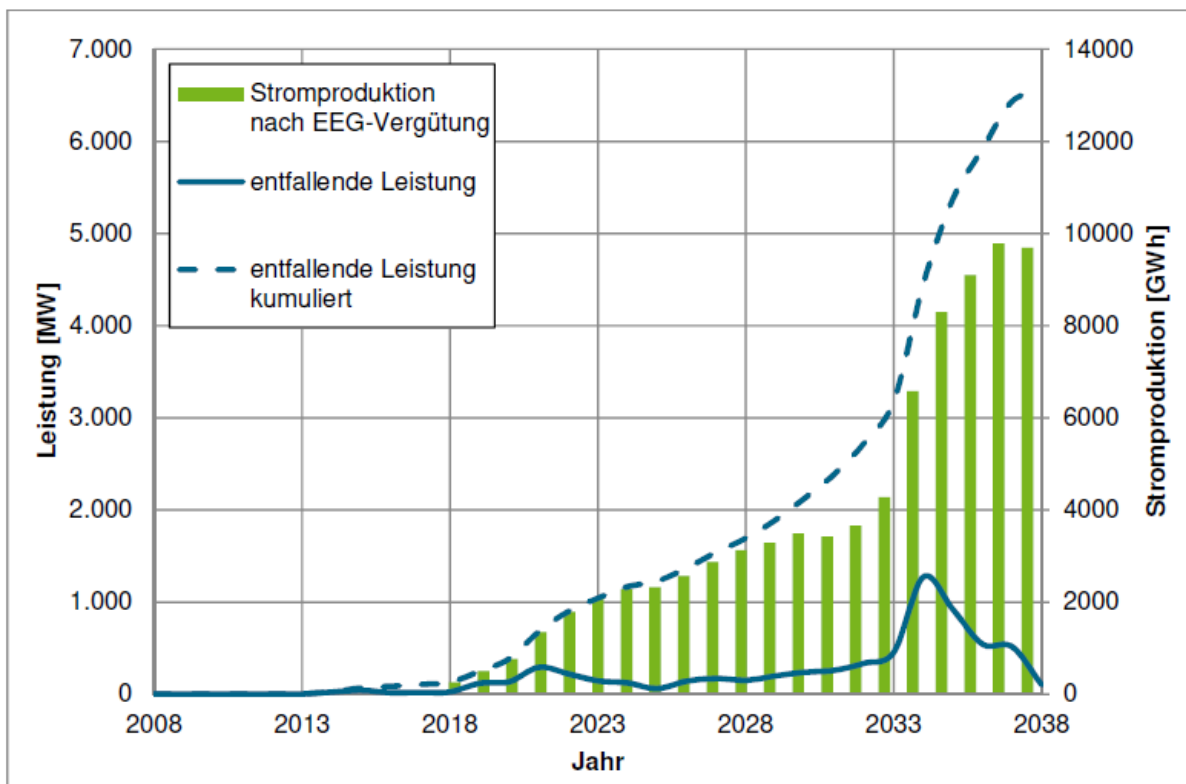
	DIESEL	FCHV
Laufleistung p. a. [km]	200.000	
Anschaffungskosten [Mio. €]	4,3	5,3
Verbrauch [l/km bzw. kg/km]	1,20	0,23
Betriebskosten exkl. Energie [€/km]	0,80	0,72
Energiekosten p. a. [€]	276.303	367.080
Instandhaltung p. a. [€]	160.000	144.000
Kapitalkosten p. a. [€]	191.995	236.645
<b>Summe Kosten p. a. [€]</b>	<b>628.297</b>	<b>747.725</b>



# H2-Nutzungskosten – Vergleich



# H2-Erzeugungs-/Absatz-Potenzial



Absatz		
Anwendung [t/a]		Annahmen
Zug	1.000	+ 2 vergleichbare Strecken
PKW	2.300	7 ‰ der PKW, je 30 Tkm/a
ASFZ	200	10 % der Abfallsammelfahrz.
Bus	550	7 % der Linienbusse
LKW	300	1 ‰ der LKW, ca. 68 Tkm/a

Max. Erzeugung durch post-EEG-Anlagen:

- 67.300t in 2030 / 220.000t in 2037

Absatz:

- ChemCoast 2015: 52.700t
- Mobilität: < 5.000t

## Fazit - Handlungsempfehlungen

- Pilotanwendungen im Sektor Mobilität unterstützen (Land, Kreise , Kommunen)
- Förderprogramme Markthochlauf (EU, Bund, Land)
- CO<sub>2</sub>-Emissionen adäquat bepreisen, z.B. CO<sub>2</sub>-Steuer (Bund)
- Reform der Abgaben und Umlagen in der Energiewirtschaft
  - Keine Doppelbelastung bei Stromumwandlung und Speicherung
  - Variable Umlagen für effektive netzdienliche Verbrauchssteuerung



Netzwerkagentur  
Erneuerbare Energien

Wir fördern Wirtschaft



Landesprogramm Wirtschaft: Gefördert durch  
die Europäische Union - Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung (EFRE), den Bund  
und das Land Schleswig-Holstein



**Axel Wiese**  
04841 – 668527  
0151 - 5065 6326  
a.wiese@ee-sh.de