

Das Ziel der Treibhausgas-Neutralität bis 2050: Wege zur Umsetzung des Green Deals

Jessica Strefler, Leon Merfort, Miodrag

Stevanović, Nico Bauer, Elmar Kriegler

PIK

26.01.2022



1. Technologie & Innovation

- **Fokus THG-Minderung:** alle Optionen verfügbar
- **Fokus Akzeptanz:** Technologien mit mangelndem (wahrgenommenem) Rückhalt in der Bevölkerung eingeschränkt – CCS, Kern-, Wind-, Bioenergie

2. Politische Koordination

- **Marktorientiert:** CO₂eq-Preis zentrales Instrument
- **Sektororientiert:** ebenfalls hoher CO₂eq-Preis, zusätzliche Sektorpolitiken - Verbot von Kohle-, Öl- und Gasheizungen, Verbrennungsmotor, Subvention E-Mobilität, Strompreis und H₂-Produktion, Precision Agriculture, Methanpille

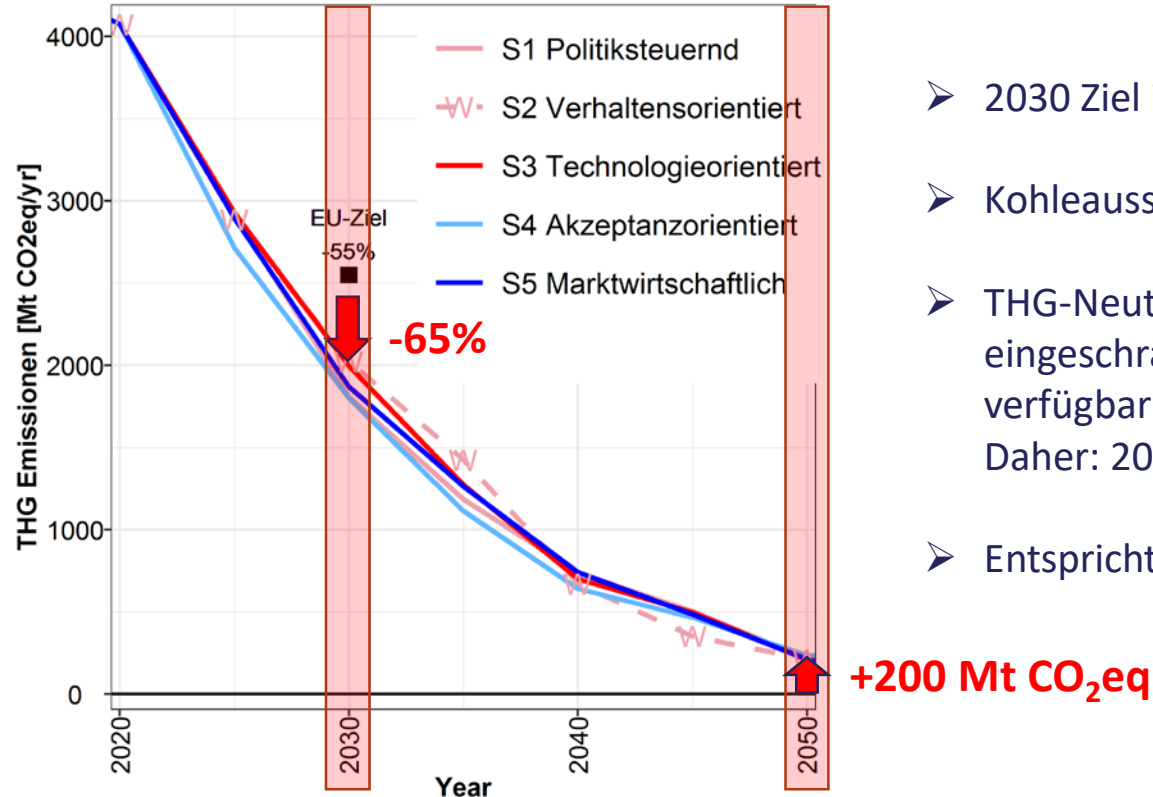
3. Verhaltensänderung

- **Preisorientiert:** nur CO₂eq-Preis getrieben
- **Wertorientiert:** Modal Shift, reduzierter Konsum, EAT-Lancet diet, weniger Nahrungsmittelabfälle

Fünf Szenarien zur Emissionsneutralität 2050

			Technologie & Innovation	Politische Koordination	Verhaltensänderung
	S1	Politiksteuernder Ansatz	Fokus Technologieakzeptanz	Sektororientiert	Preisorientiert
	S2	Verhaltensorientierter Ansatz	Fokus Technologieakzeptanz	Sektororientiert	Wertorientiert
	S3	Technologieorientierter Ansatz	Fokus THG-Minderung	Sektororientiert	Preisorientiert
	S4	Akzeptanzorientierter Ansatz	Fokus Technologieakzeptanz	Marktorientiert	Preisorientiert
	S5	Marktwirtschaftlich orientierter Ansatz	Fokus THG-Minderung	Marktorientiert	Preisorientiert

Szenarienübergreifende Ergebnisse



- 2030 Ziel in allen Szenarien übererfüllt
- Kohleausstieg bis 2030
- THG-Neutralität in Szenarien mit eingeschränkter Technologieverfügbarkeit (S1+S4) nicht erreichbar
Daher: 200 Mt CO₂eq in 2050
- Entspricht CO₂-Neutralität 2040-2050

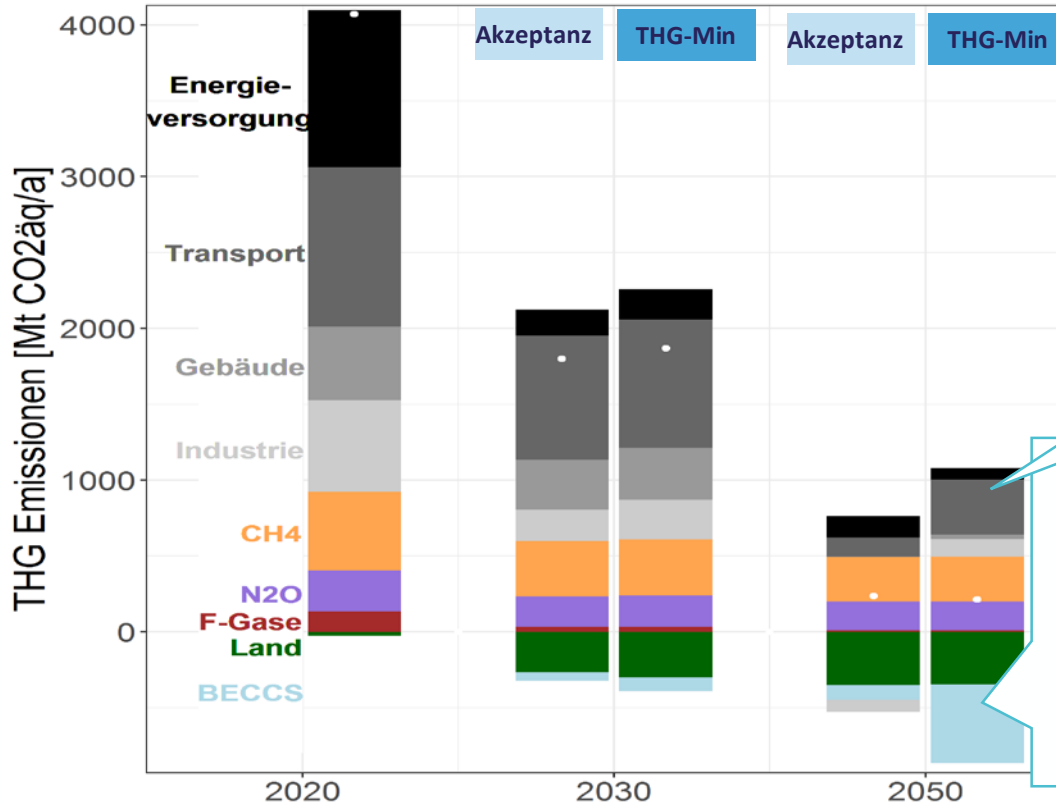
Technologiedimension

THG-Minderung vs. Akzeptanz



4	Technologieakzeptanz	Markt	Preis
5	THG-Minderung	Markt	Preis

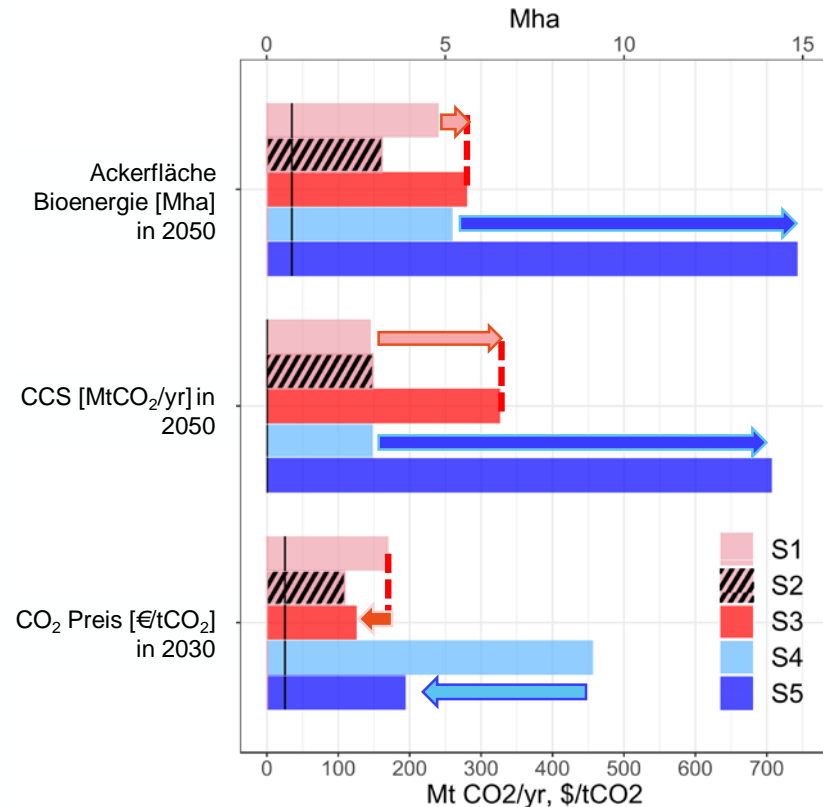
THG Emissionen



Mehr Spielraum insbesondere im Transportsektor

Mehr CO₂-Entnahme durch BECCS

→ CO₂-Preis sinkt in 2030 von >450 auf <200 €/tCO₂



- Zielkonflikt zwischen Akzeptanz von
 - größeren Ackerflächen für Bioenergie und CCS
 - höheren CO₂-Preisen.
- Sektorpolitiken können diesen Zielkonflikt entschärfen, bringen aber höhere Kosten und andere Zielkonflikte mit sich

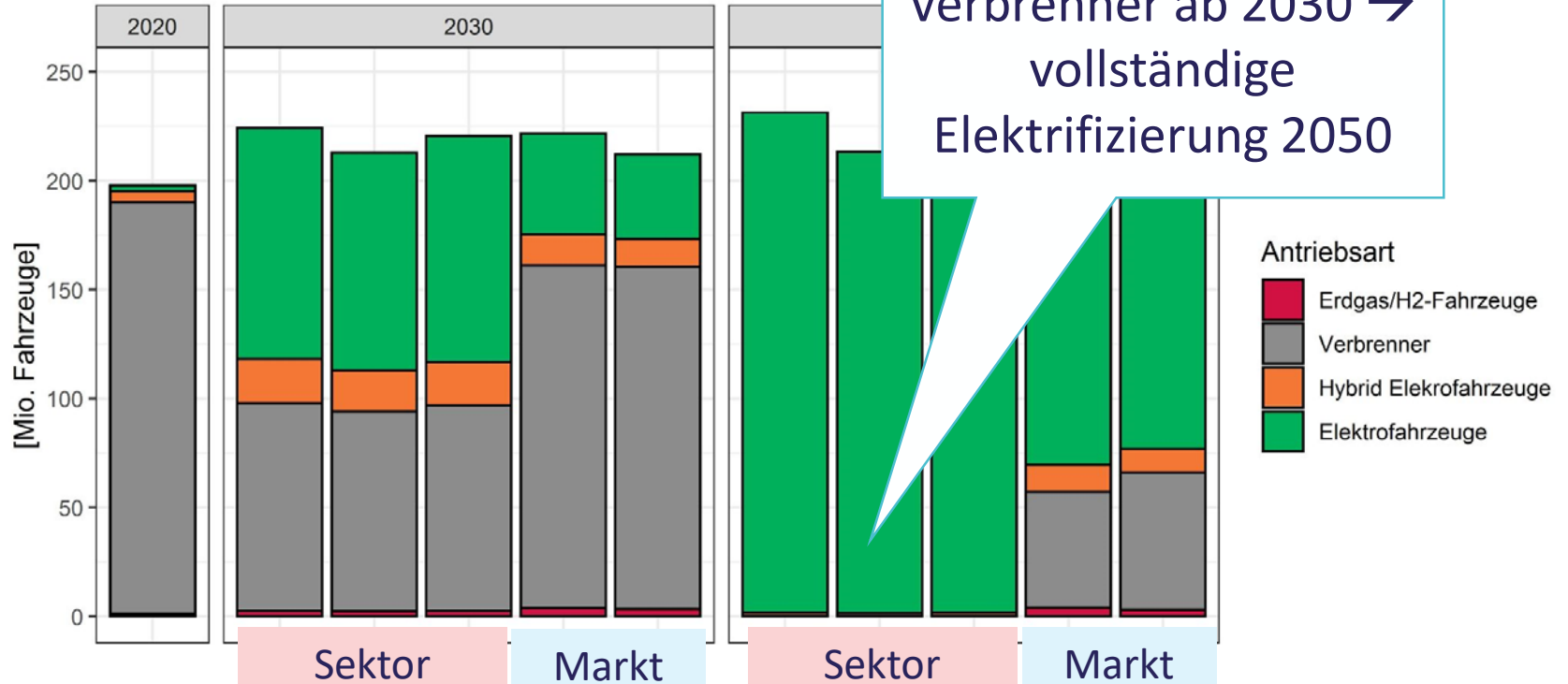
Politikdimension

Marktorientiert vs. Sektororientiert



Elektrifizierung im Personenverkehr

Zugelassene PKW in Europa



Zulassungsverbot
Verbrenner ab 2030 →
vollständige
Elektrifizierung 2050

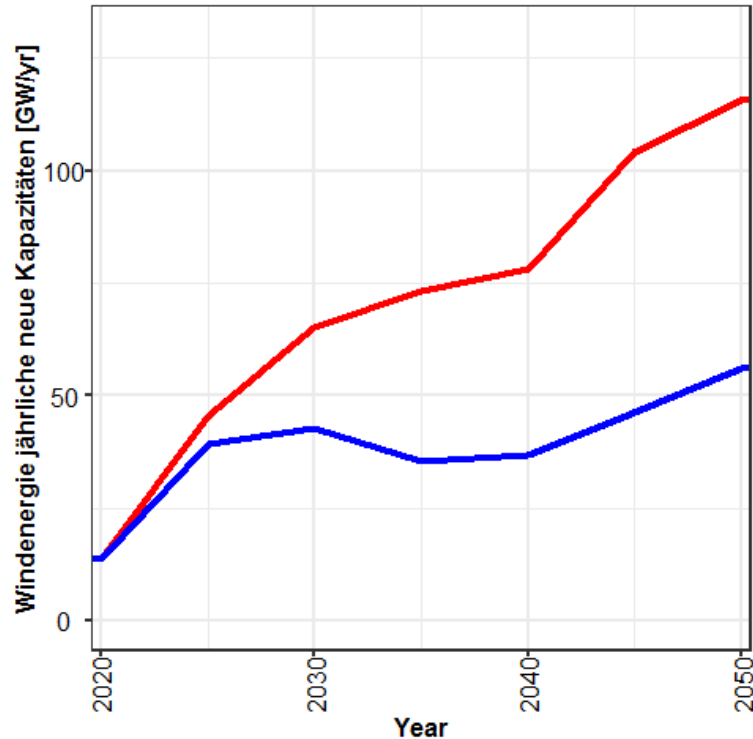
Antriebsart

- Erdgas/H2-Fahrzeuge
- Verbrenner
- Hybrid Elektrofahrzeuge
- Elektrofahrzeuge

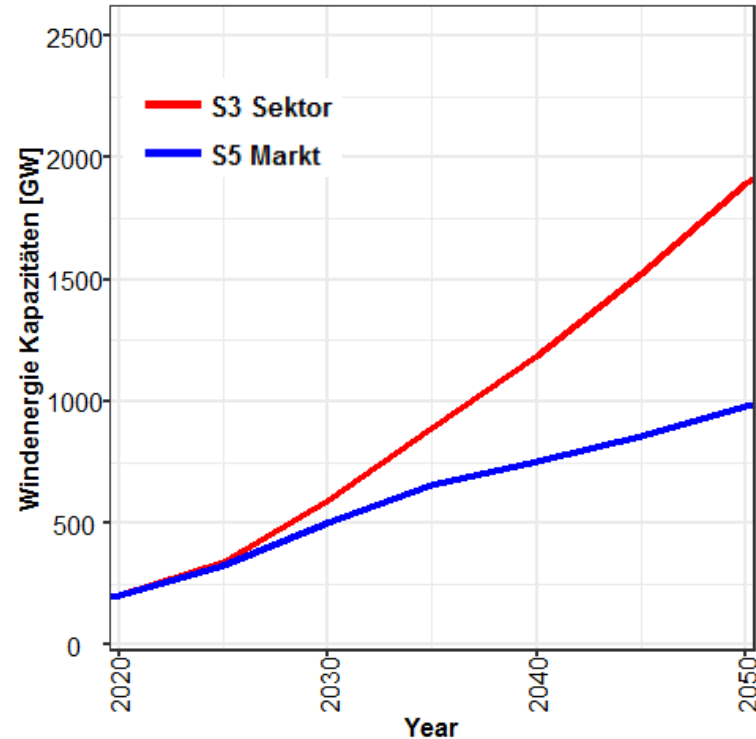
3	THG-Minderung	Sektor	Preis
5	THG-Minderung	Markt	Preis

Beispiel: Windausbau

Zubau neue Kapazitäten pro Jahr

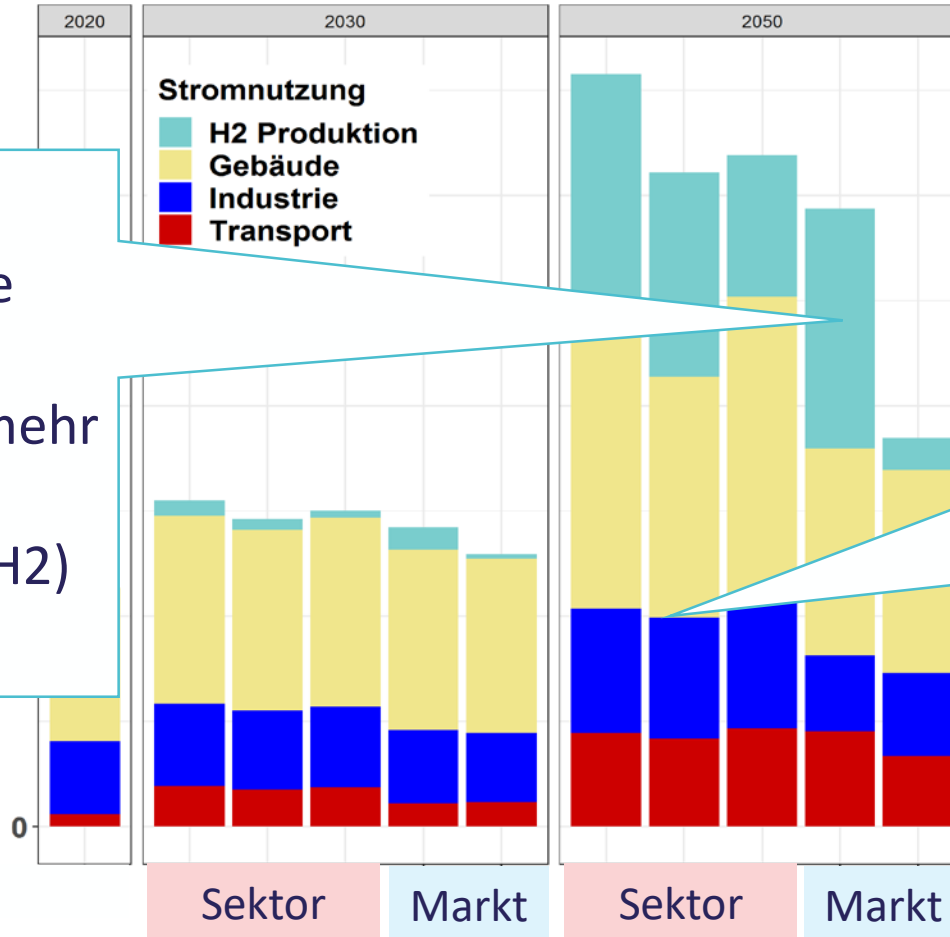


Kapazitäten gesamt



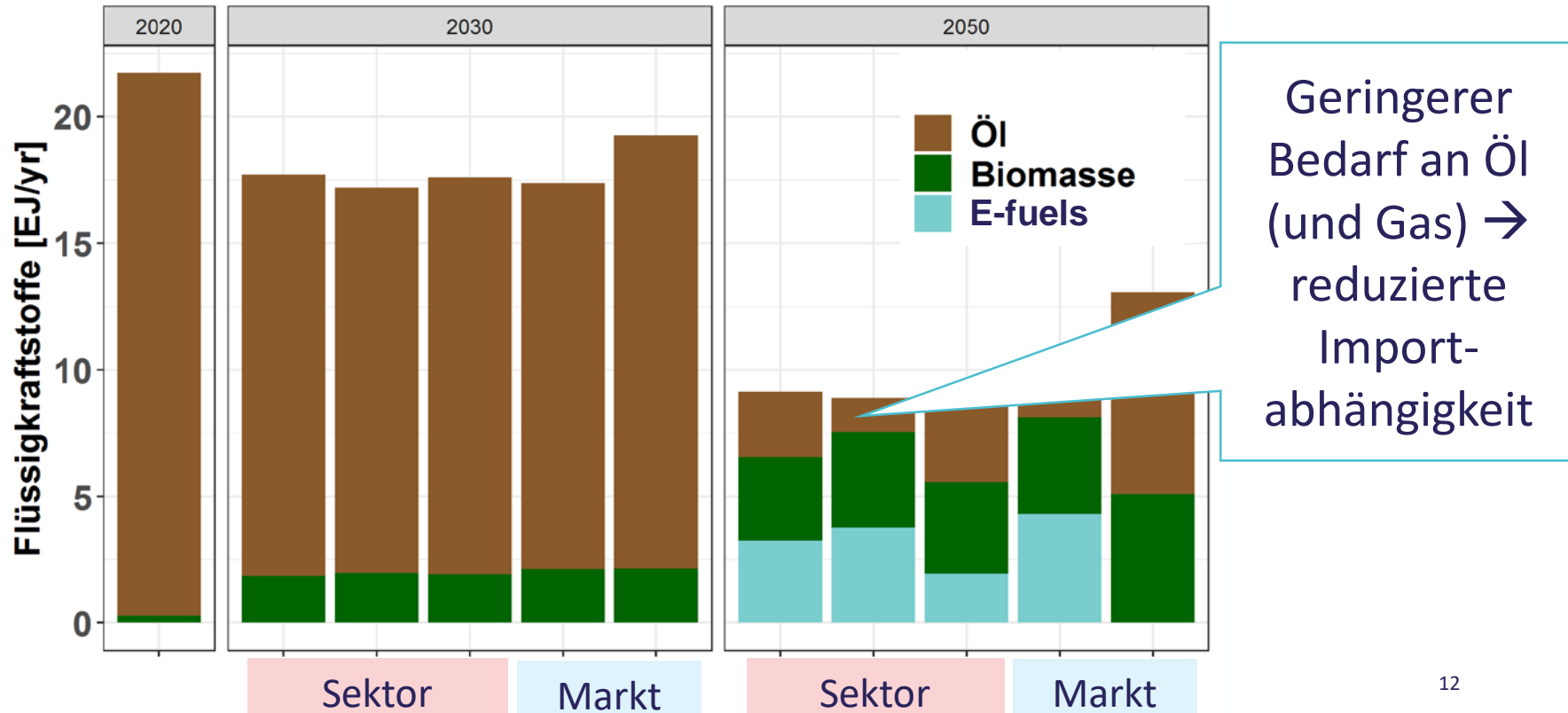
Strombedarf

Eingeschränkte
Technologie-
verfügbarkeit → mehr
indirekte
Elektrifizierung (H2)



Höherer
Strombedarf in
allen
Nachfrage-
Sektoren

Flüssigkraftstoffe

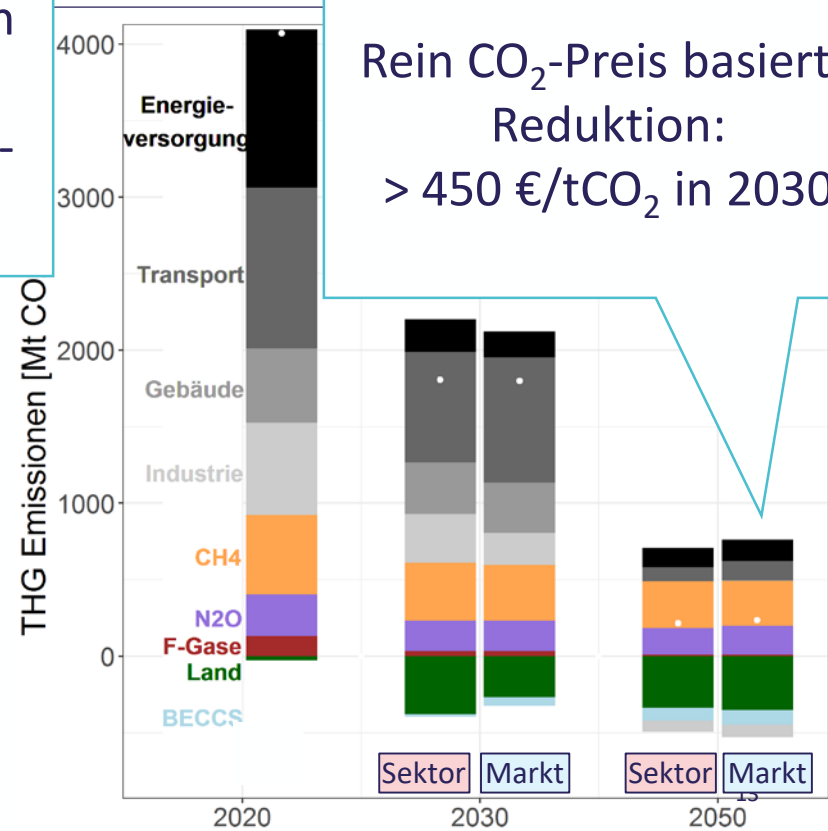
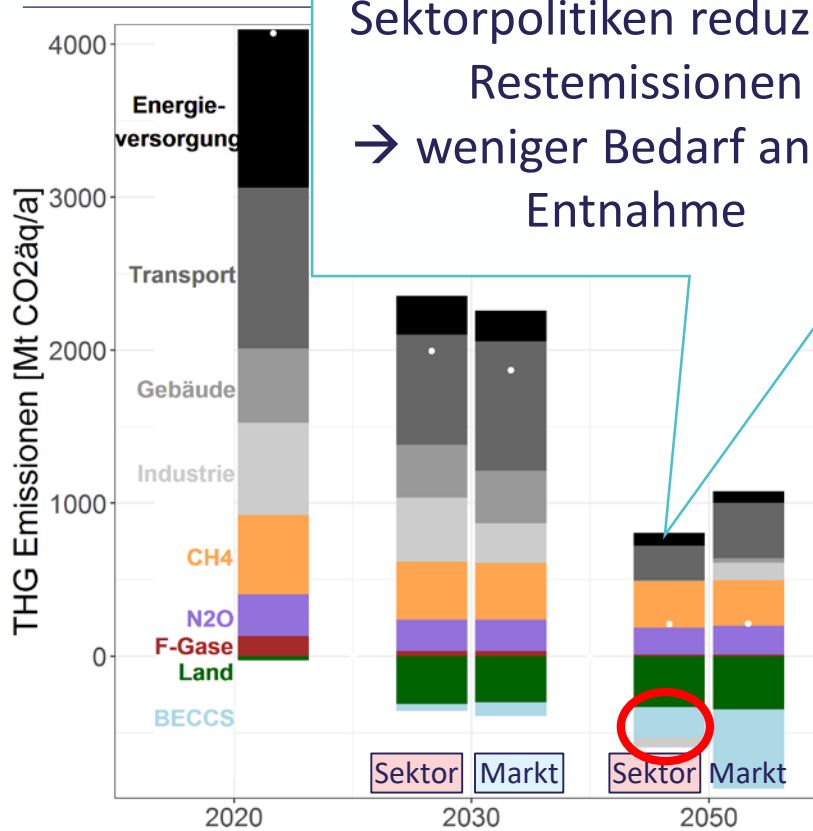


3	THG-Minderung	Sektor	Preis
5	THG-Minderung	Markt	Preis

1	Technologieakzeptanz	Sektor	Preis
4	Technologieakzeptanz	Markt	Preis



THG-Emissionen



-
- Sektorpolitiken können zu **mehr Elektrifizierung** führen, daher
 - mehr Strom → schnellerer Ausbau Erneuerbare
 - weniger Öl und Gas → weniger NO_x, geringere Importabhängigkeit
 - Sektorpolitiken können Restemissionen schon bei niedrigeren CO₂-Preisen deutlich senken und dadurch den **Bedarf an CO₂-Entnahme reduzieren** → politisch leichter umsetzbar?
 - Aber: Sektorpolitiken führen zunächst zu höheren Kosten als markbasiertes System. Auch stehen **weniger Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung** für Abfederung sozialer Härten und grüne Investitionen zur Verfügung. Gesamtwirtschaftliche Kosten lassen sich nur dann verringern, wenn Marktversagen reduziert werden.
 - Auch mit Sektorpolitiken wird noch ein hoher CO₂-Preis gebraucht. Sektorpolitiken sind **kein Ersatz für eine CO₂-Bepreisung**, können aber die letzten Restemissionen effektiv senken.

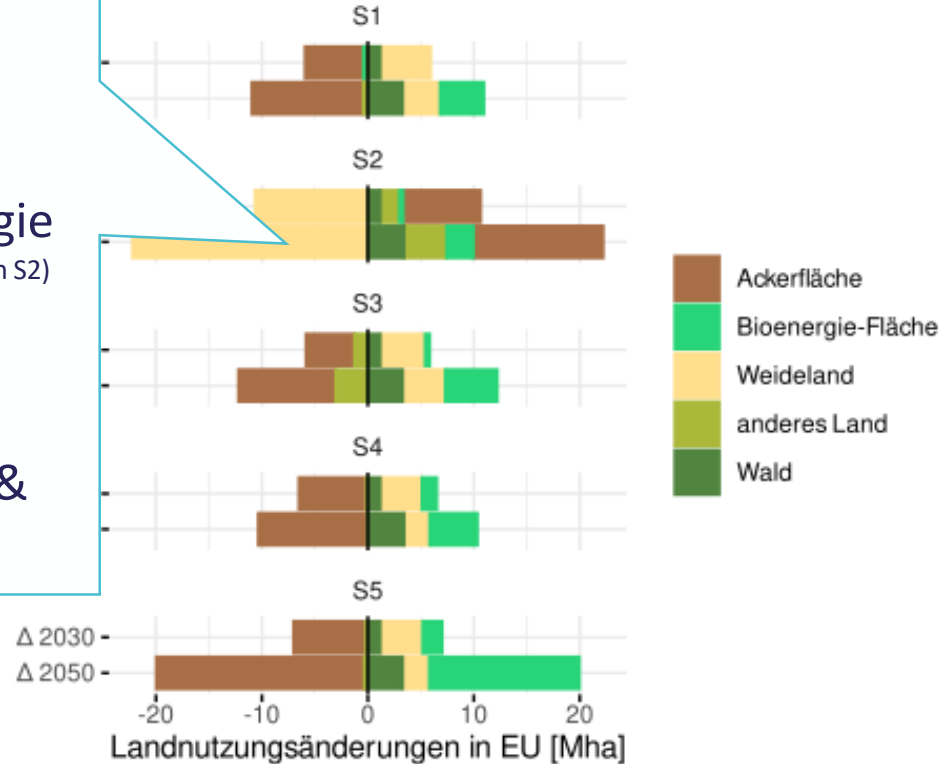
Verhaltensdimension

Wertorientiert vs. preisgetrieben



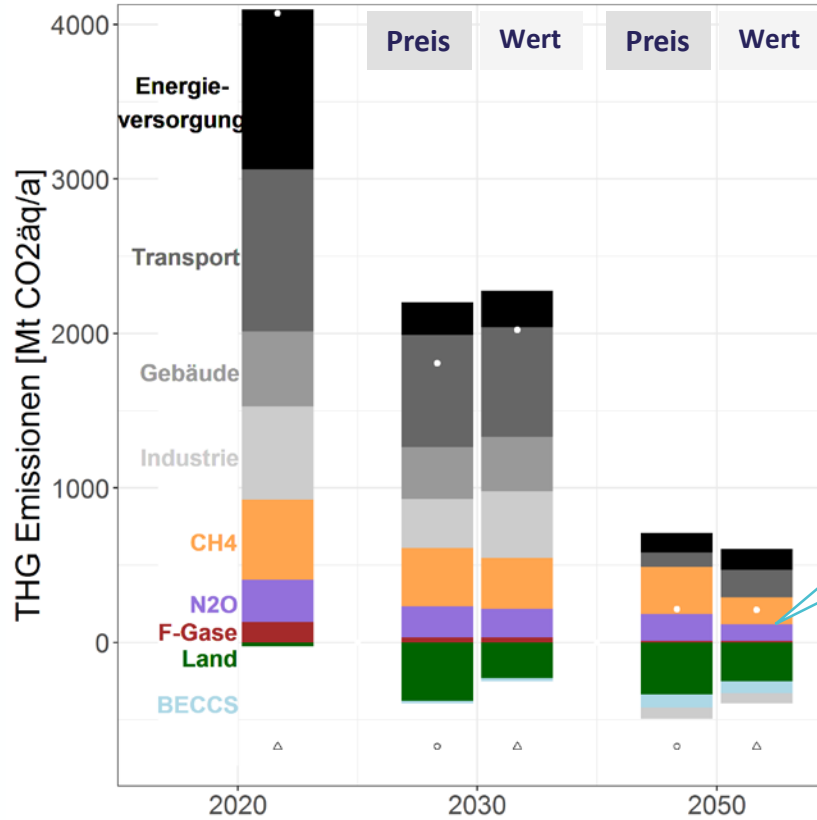
Landnutzungsänderung

Weniger Nachfrage nach tierischen Produkten
→ Weideland frei für Ackerfläche, Wald, Bioenergie
(16% in 2030; 34% in 2050 im Vergleich zu 2020 in S2)
→ Geringere Agrarpreise
(24% niedriger in S2 gegenüber S1)
→ Zusätzlich positive Auswirkungen auf Umwelt & Gesundheit



1	Technologieakzeptanz	Sektor	Preis
2	Technologieakzeptanz	Sektor	Wert

THG-Emissionen



CH₄ und N₂O lassen sich nur durch veränderte Produktion effektiv reduzieren

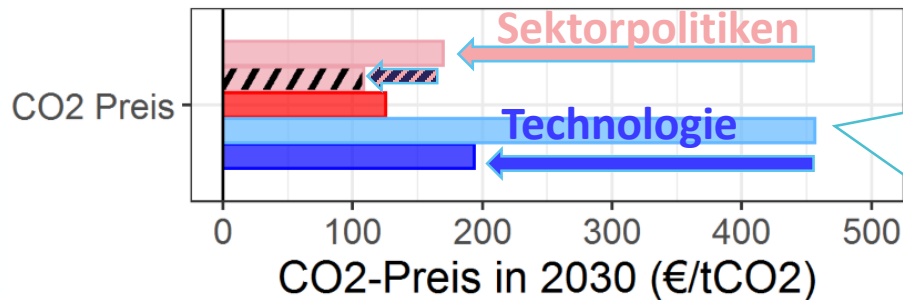
Zusammenfassung



CO₂-Preise

Technologieverfügbarkeit, gezielte Sektorpolitiken und Verhaltensänderung können alle den CO₂-Preis deutlich und in vergleichbarem Ausmaß senken.

Verhaltensänderung



Wenn wir

- Technologien ausschließen
- unser Verhalten nicht ändern
- Sektorpolitiken (z.B. Verbote von Verbrennern)

ausschließen, wird eine rein CO₂-preisgetriebene Klimapolitik sehr hohe CO₂-Preise erfordern.

Drei Optionen den nötigen CO₂-Preis zu senken:

1. Nutzung aller verfügbaren Technologien

- Mehr Ackerfläche für Bioenergie, mehr CCS

2. Unterstützende Sektorpolitiken:

- (Zunächst) höhere Gesamtkosten, geringere staatliche Einnahmen
 - Höherer Strombedarf → schnellerer und stärkerer Ausbau der Erneuerbaren
 - Weniger Fossile → geringere (1) Restemissionen (2) NO_x Emissionen (3) Abhängigkeit von Importen
- Eine hohe CO₂-Bepreisung ist dennoch notwendig.

3. Verhaltensänderung:

- Niedrigere nicht-CO₂ Emissionen → geringere Abhängigkeit von CO₂-Entnahme
- Niedrigerer Energiebedarf → günstigere Preise auch für Strom
- Weniger Bedarf an Weideland → extensive landwirtschaftliche Produktion, positive Umweltwirkung
- Umstellung der Ernährung weg von tierischen Kalorien → gesündere Bevölkerung

Vielen Dank!

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Wege zur Treibhausgasneutralität bis 2050

*Der Einfluss von Politik, Technologie und Verhalten
auf eine erfolgreiche Transformation*

JANUAR 2022

Inhalt

Executive Summary	3
1. Einleitung	7
2. Szenarien	8
3. Einfluss der Technologieverfügbarkeit auf die Transformation	11
4. Einfluss der politischen Koordination auf die Transformation	13
5. Einfluss von Verhaltensänderung auf die Transformation	15
6. Verteilungswirkungen	17
6.1 Verteilungseffekte eines CO ₂ -Preises	17
6.2 Kraftstoffkosten und Luftqualität	20
6.3 Subventionen für die Ladeinfrastruktur und die Zulassung von Elektrofahrzeugen	21
7. Synthese und Handlungsbedarf	23
7.1 Synthese	23
7.2 Politischer Handlungsbedarf	26
8. Stellungnahme der Stakeholder	28
Annex	28
Referenzen	36

Impressum

Lorem ipsum

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

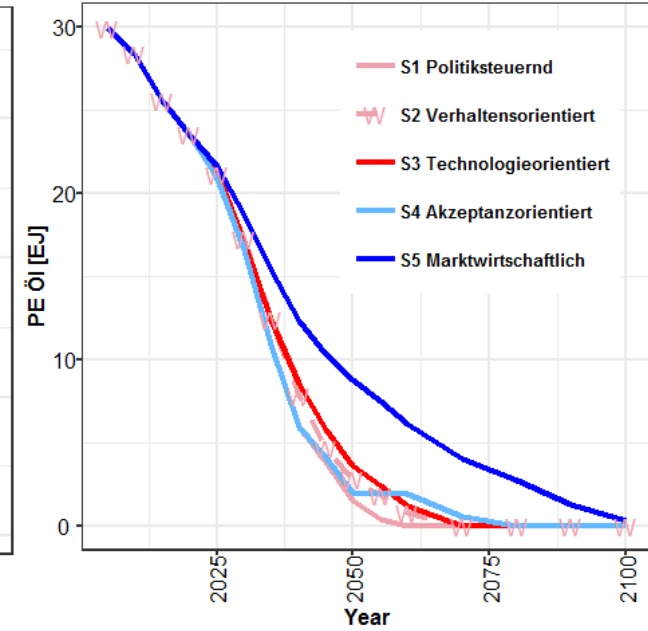
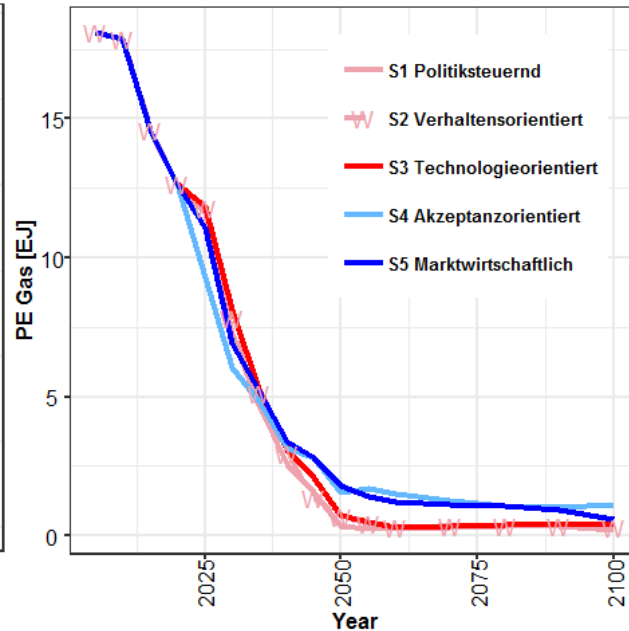
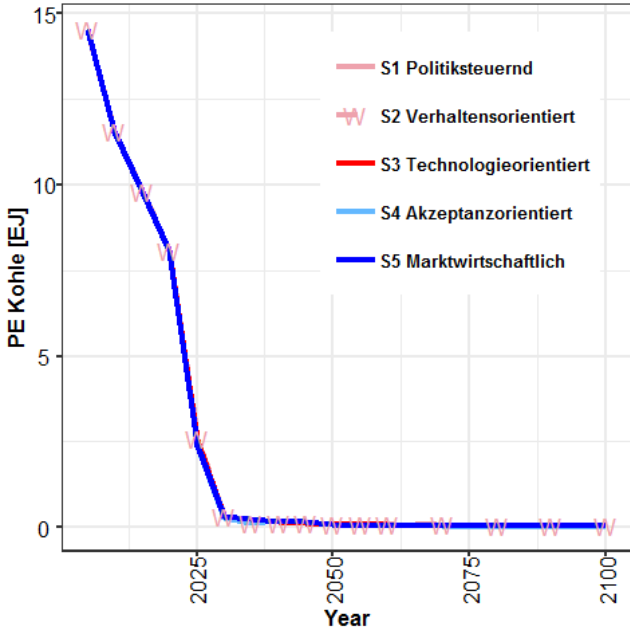
Wege zur Treibhausgasneutralität bis 2050

2

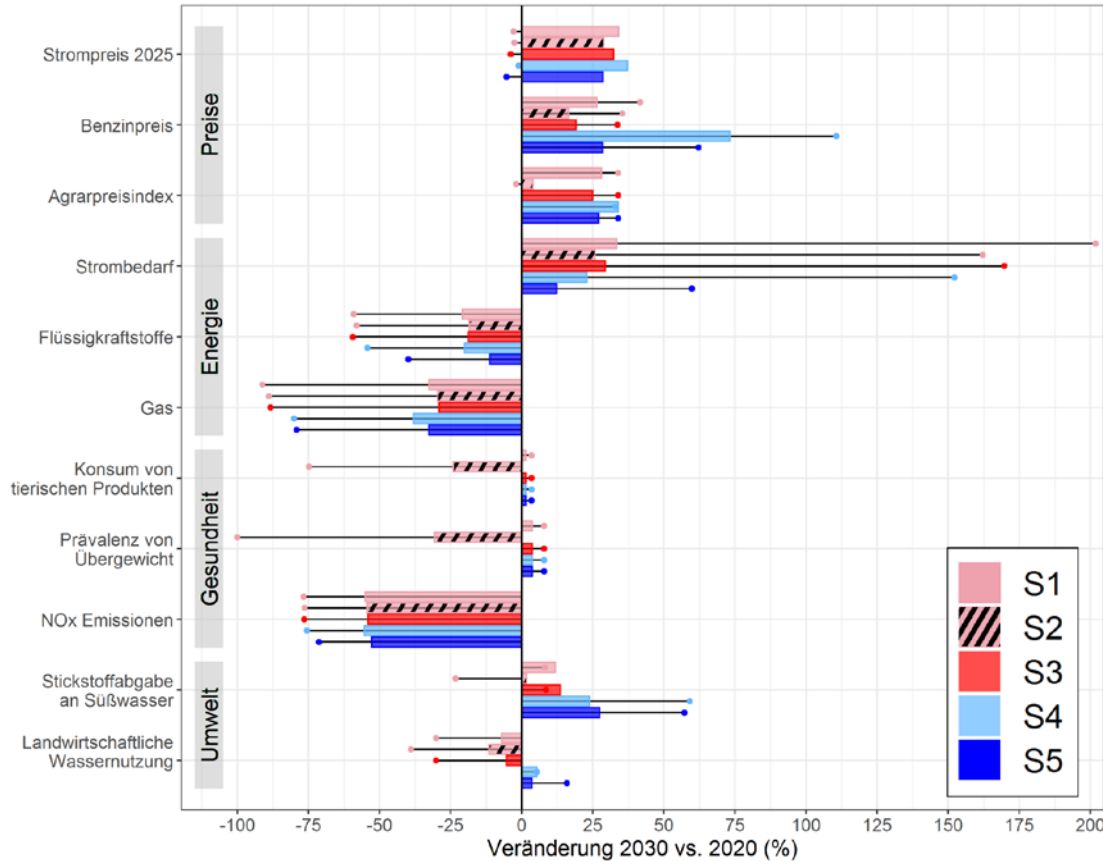
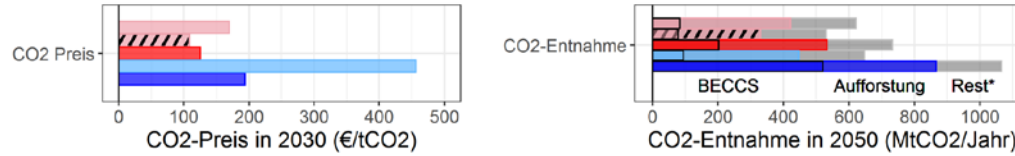
Zusätzliche Informationen



Fossile Energieträger



Transformations-Indikatoren



3	THG-Minderung	Sektor	Preis
5	THG-Minderung	Markt	Preis

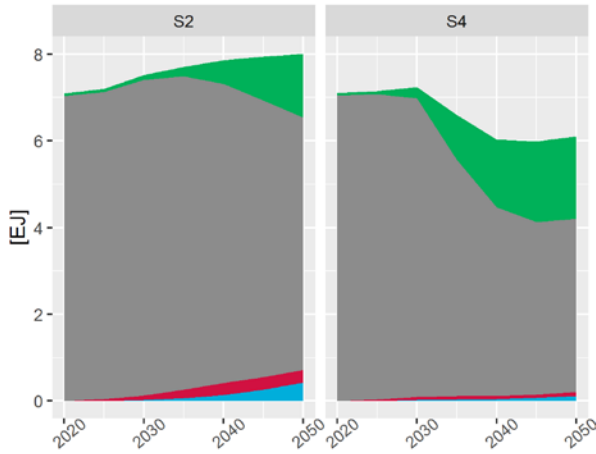


Dekarbonisierung Transport

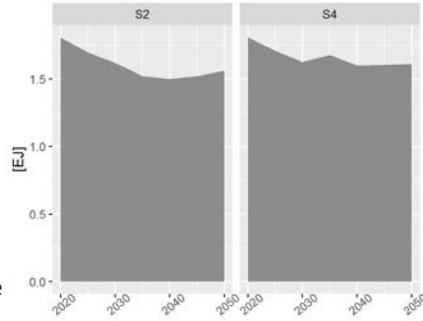
Endenergienachfrage PKW



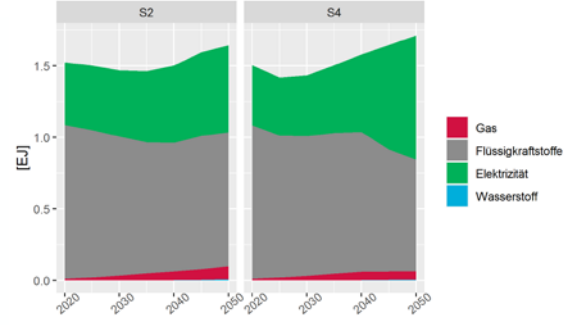
Endenergienachfrage Fracht



Endenergienachfrage Flugverkehr



Endenergienachfrage Bus und Bahn



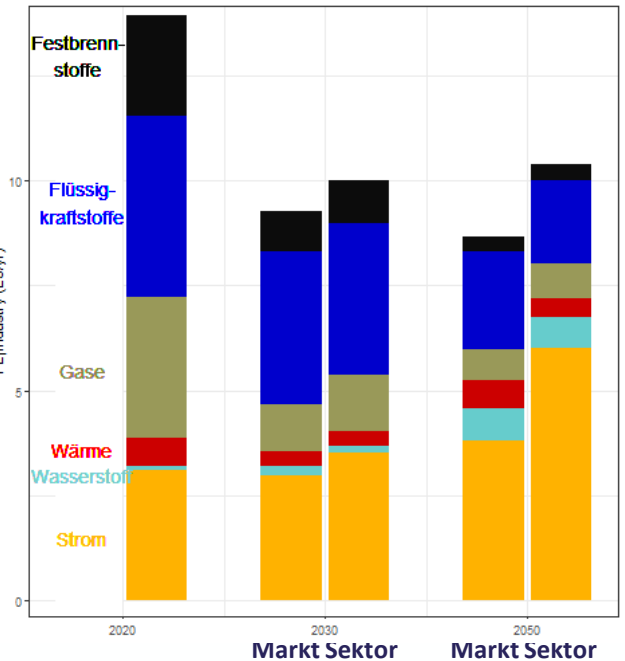
Footnote

3	THG-Minderung	Sektor	Preis
5	THG-Minderung	Markt	Preis

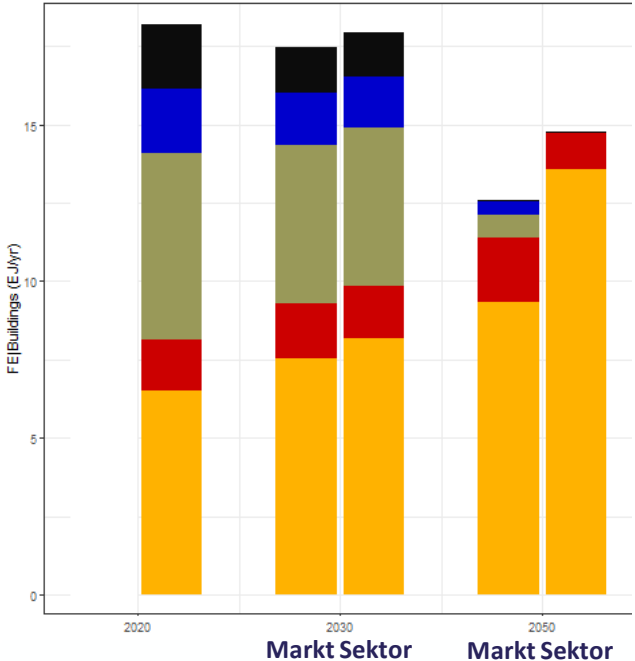


Markt- vs. Sektorpolitiken (THG-Minderung)

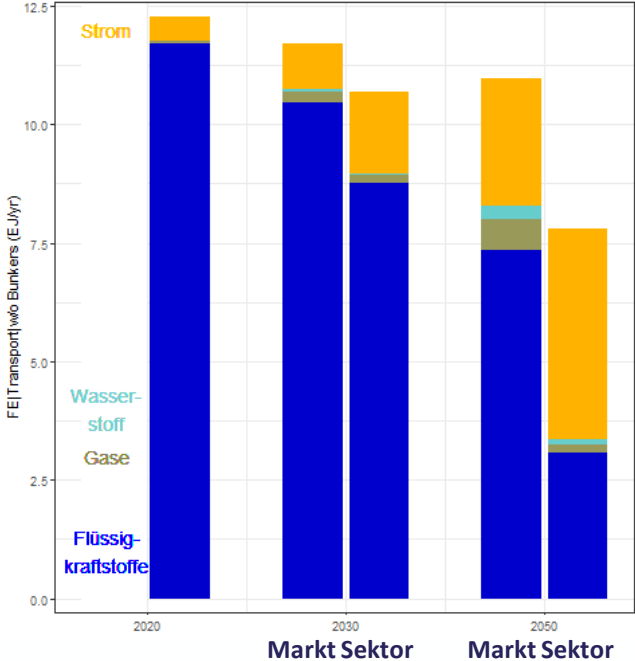
Industrie



Gebäude



Verkehr



Sektorpolitiken: höhere Elektrifizierung, geringerer Bedarf z.B. an Flüssigkraftstoffen

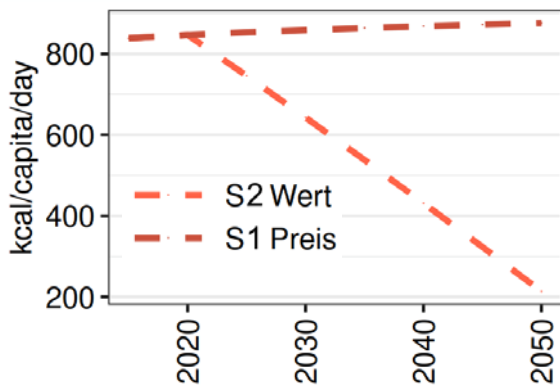
Markt: Höherer CO₂-Preis reduziert die Energienachfrage in Industrie- und Gebäudesektor

1	Technologieakzeptanz	Sektor	Preis
2	Technologieakzeptanz	Sektor	Wert

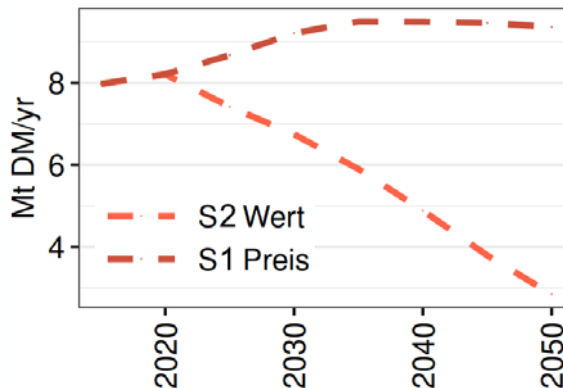
Fleisch- und Milchproduktekonsum und Handel



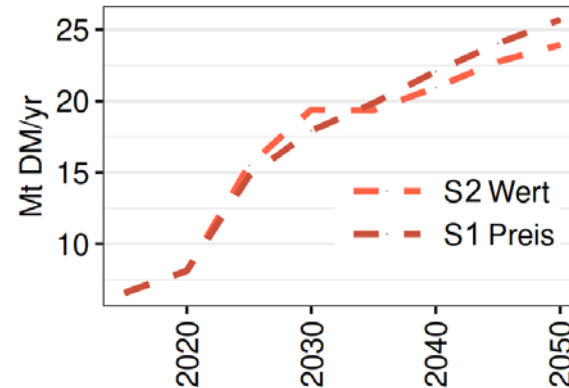
Konsum von tierischen Produkten



Tierische Produktion



Handel mit tierischen Produkten

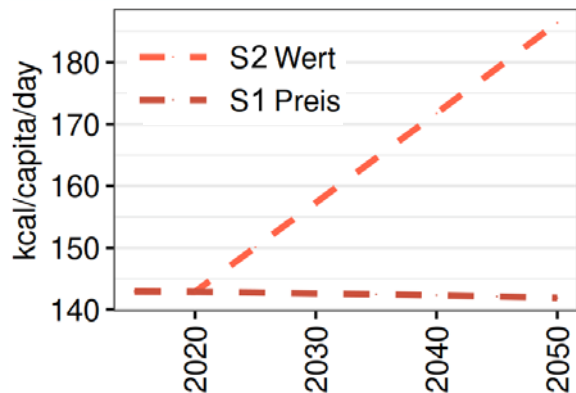


- Trotz steigender Agrarpreise nimmt die Nachfrage nach tierischen Produkten in dem markt(**preis**)orientierten Ansatz weiter zu.
- Im **wertorientierten** Ansatz bleibt das Exportvolumen von tierischen Produkten im gleichen Trend wie im **preisorientierten** Ansatz, obwohl die Inlandsproduktion insgesamt rückläufig ist.

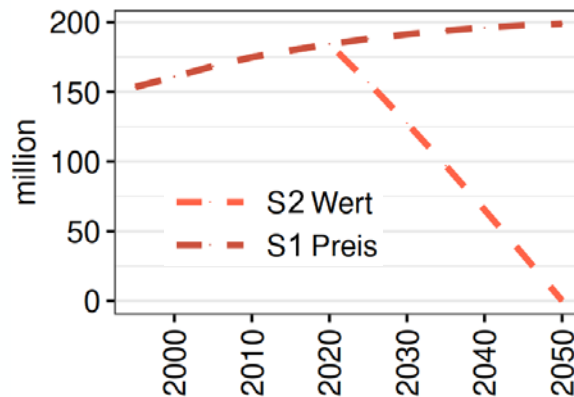
1	Technologieakzeptanz	Sektor	Preis
2	Technologieakzeptanz	Sektor	Wert

Gesundheitsauswirkungen (S2 vs. S1)

Konsum von Obst, Gemüse und Nüsse



Prävalenz von Übergewicht

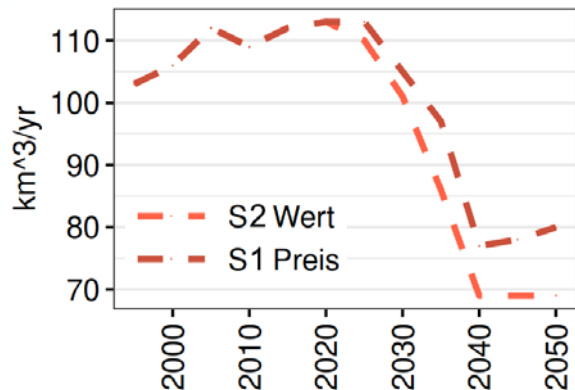


- Während die Nachfrage nach tierischen Produkten abnimmt, steigt die Nachfrage nach Obst, Gemüse und Nüssen im **wertorientierenden** Ansatz.
- **Wert:** Die Anpassung der Ernährung an die EAT-Lancet-Ernährungsempfehlungen hat erhebliche Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung, z. B. die Verringerung der Zahl der übergewichtigen Menschen.

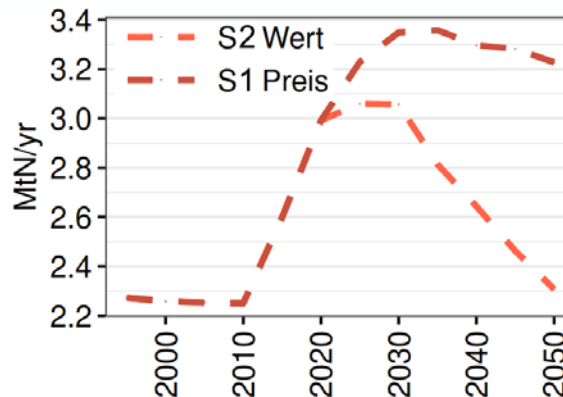
1	Technologieakzeptanz	Sektor	Preis
2	Technologieakzeptanz	Sektor	Wert

Umweltauswirkungen: Wasser

Landwirtschaftliche Wassernutzung

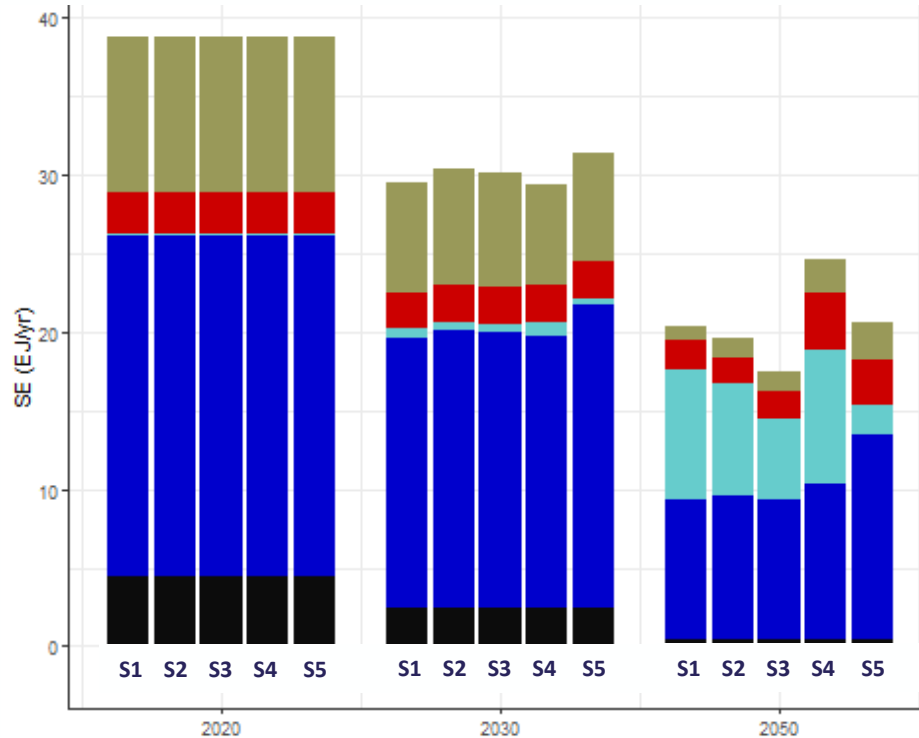


Stickstoffabgabe an Süßwasser



- Die Wasserentnahme für die Landwirtschaft ist aufgrund der verbesserten Bewässerungseffizienz rückläufig. Der veränderte Nahrungsmittelbedarf wirkt sich kaum auf die Wassernutzung auf Ackerflächen aus.
- Im **wertorientierten** Ansatz wird die Qualität des Wassers jedoch verbessert.

Energieträger nicht-elektrische Energie



Installierte Kapazität Strom

