

*Vorstellung zentraler Ergebnisse des Gutachtens im Auftrag der Bayerischen Landtagsfraktion
von Bündnis 90/Die Grünen*

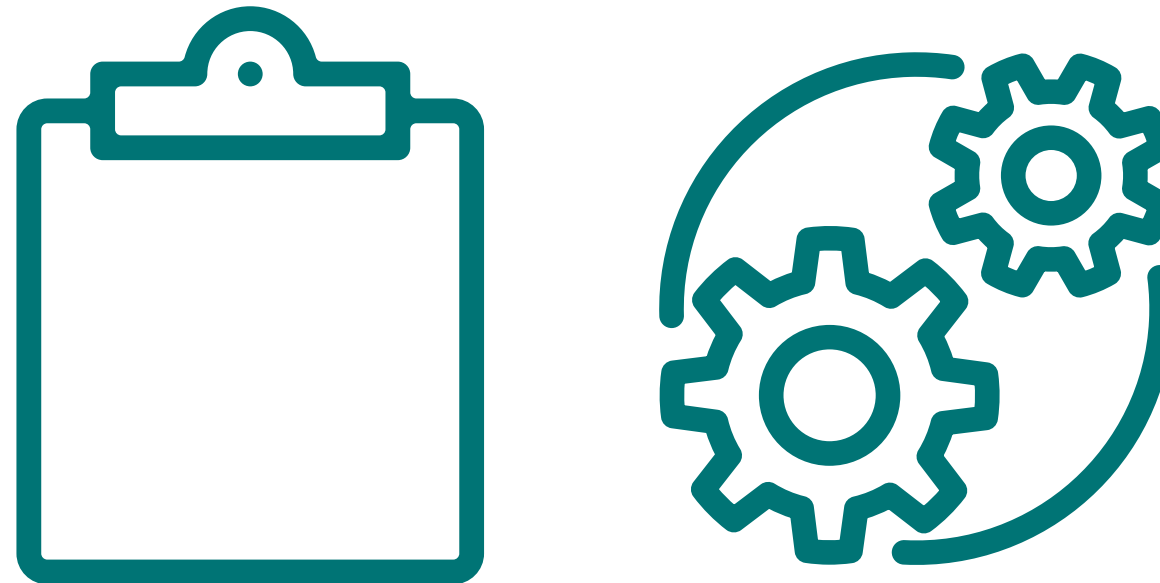
Quantifizierung der Treibhausgasminderungs- potenziale möglicher klimaschutzpolitischer Maßnahmen in Bayern für das Jahr 2030

Webinar, 21. Juni 2022

Dr. Sascha Samadi

- Projekthintergrund und Methodik
- CO₂-Einsparpotenziale im Bereich „Windenergie und Fotovoltaik“
- CO₂-Einsparpotenziale im Bereich „Mobilität“
- CO₂-Einsparpotenziale im Bereich „Gebäudewärme und Effizienz“
- CO₂-Einsparpotenziale im Bereich „Landwirtschaft und Landnutzung“
- CO₂-Einsparpotenziale im Bereich „Öffentliche Hand“
- Zusammenfassende Betrachtung des CO₂-Einsparpotenzials

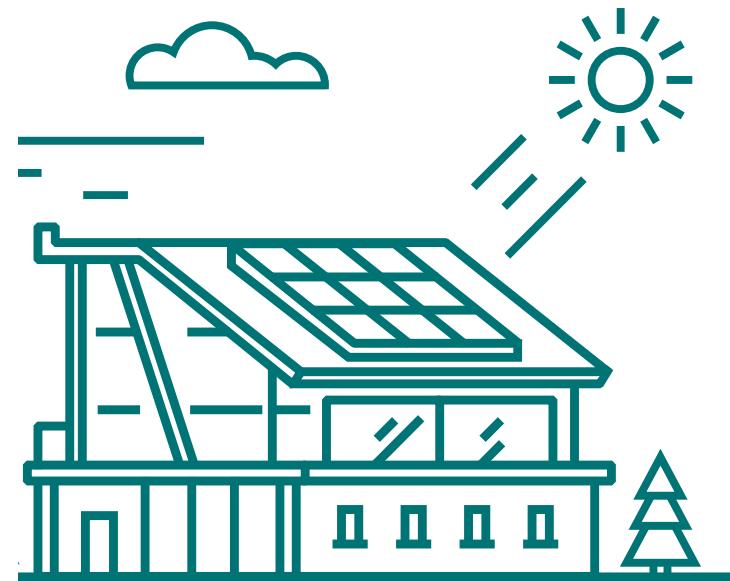
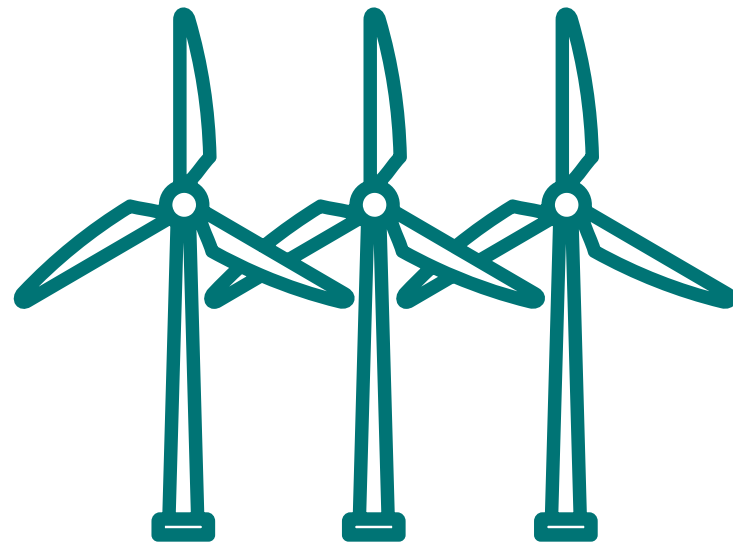
Projekthintergrund und Methodik



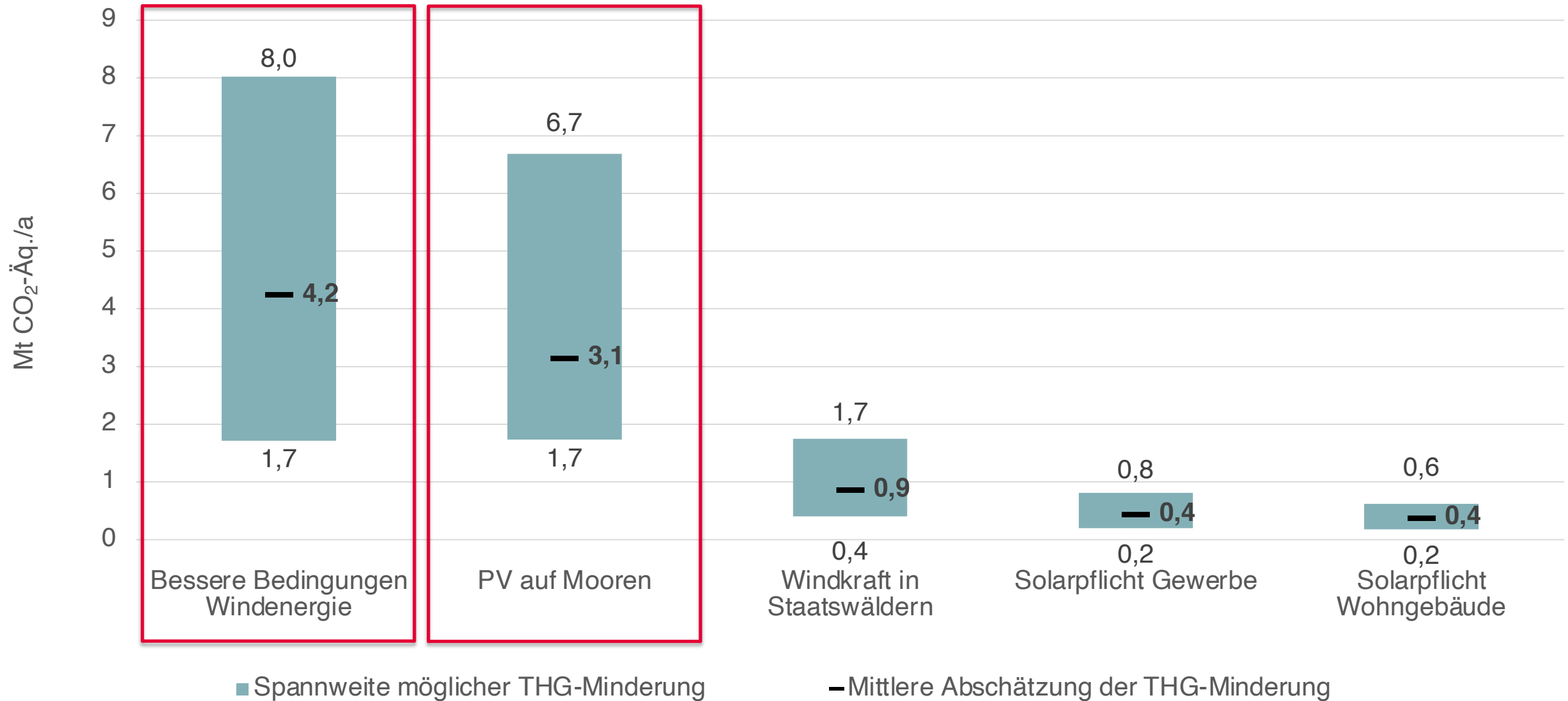
- Auftraggeber: Bayerische Landtagsfraktion von Bündnis 90/Die Grünen
- Ziel der Studie: Quantifizierung des Treibhausgasreduzierungs potenzials von 23 ausgewählten möglichen klimapolitischen Maßnahmen auf Landesebene
- Laufzeit: November 2021 bis Mai 2022
- Bearbeitung am Wuppertal Institut: Sascha Samadi (mit Mitwirkung weiterer Kolleg*innen)
- Veröffentlichung der Studie: Anfang Mai

- Ermittlung des Reduzierungspotenzials (ausschließlich) für das Jahr 2030
- Fokus auf *insgesamt* vermiedenen Emissionen (Verursacherprinzip)
- Fokus auf zusätzliche (Netto-) Emissionsreduzierungen (über Referenzentwicklung hinaus)
- Annahme für das Gesamtenergiesystem: Klimapolitische Ziele für 2030 werden erreicht
- Vorketten-Emissionen fossiler Energieträger berücksichtigt
- Vorketten-Emissionen physischer Anlagen und Infrastrukturen nicht berücksichtigt
- Mögliche Wechselwirkungen im Rahmen des Emissionshandels nicht berücksichtigt
- Erdgas-“Grenzkraftwerk“ angesetzt bei Änderungen der Stromnachfrage und Stromerzeugung
- Erwartete Emissionsreduzierungen als Spannweiten (niedrig, mittel, hoch) abgeschätzt
- Quantifizierung von Emissionsreduzierungsunterschieden, nicht jedoch von konkreten politischen Maßnahmen

CO₂-Einsparpotenziale im Bereich „Windenergie und Fotovoltaik“



Erwartete Treibhausgas-minderungen der untersuchten Maßnahmen im Bereich „Windenergie und Fotovoltaik“ im Jahr 2030



Vorgehen zur Abschätzung des Treibhausgasminderungspotenzials der Maßnahme „Bessere Rahmenbedingungen für die Windenergie“

- Angenommene Maßnahme: Deutliche Verbesserung der bundes- und landespolitischen Rahmenbedingungen für den Windenergieausbau
- Annahmen für die mittlere Abschätzung:
 - Zwischen 2022 und 2030 im Schnitt 120 neue Anlagen in Bayern (= Zubau-Schnitt 2013 bis 2017)
 - Neuanlagen mit je 5 MW Leistung (führt zu 600 MW/a)
 - 2400 Volllaststunden pro Jahr
 - Zusätzlich erzeugter Strom (knapp 12 TWh/a) verdrängt Strom aus Erdgaskraftwerken
- Annahme für die Referenzentwicklung (ohne Verbesserungen der politischen Rahmenbedingungen): Jährlicher Leistungszubau von 24 MW (= Zubau-Schnitt 2018 bis 2020)
- Aber: Angemessener Beitrag Bayerns zu neuem Wind-Ausbauziel des Bundes liegt wohl eher bei rund 1000 MW/a; dies wurde für obere Abschätzung des Treibhausgasminderungspotenzials angenommen

Übersicht über die Unterschiede in der Spannweite der Abschätzungen für die Maßnahme „Bessere Rahmenbedingungen für die Windenergie“

	Niedrig	Mittel	Hoch
Anzahl der zwischen Mitte 2022 und Mitte 2030 jährlich durchschnittlich neu installierten WEA in Bayern	60	120	190
Durchschnittliche Nennleistung der neu errichteten WEA in Bayern (in MW pro Anlage)	4,5	5,0	5,5
Durchschnittliche jährliche Volllaststunden der neu errichteten Anlagen	2250	2400	2500
Emissionseinsparungen im Jahr 2030 insgesamt, zusätzlich zum Trend (in Mt CO₂-Äq.)	1,7	4,2	8,0

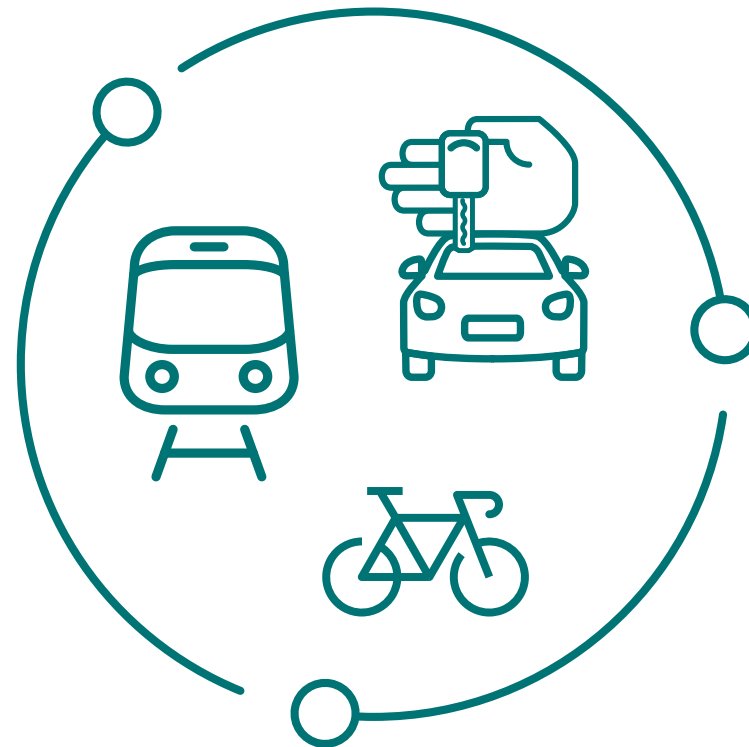
Vorgehen zur Abschätzung des Treibhausgasminderungspotenzials der Maßnahme „PV-Anlagen auf einem Teil der Moorflächen“

- Angenommene Maßnahme (mittlere Abschätzung): Bis 2030 werden auf 5 % der bayerischen Anmoor- und Niedermoorflächen (knapp 10.000 Hektar) PV-Anlagen installiert (zuvor Wiedervernässung)
- Weitere Annahmen:
 - 1 MW_p pro Hektar (führt in mittlerer Abschätzung zu knapp 10.000 MW_p)
 - 1000 Volllaststunden pro Jahr
 - 10 % Minderung der nutzbaren Stromerzeugung durch Abregelung und Verluste bei Zwischenspeicherung
 - Zusätzlich erzeugter und genutzter Strom (9 TWh/a in mittlerer Abschätzung) verdrängt Strom aus Erdgaskraftwerken
- In Referenzentwicklung: Nur minimaler Zubau auf Mooren angenommen

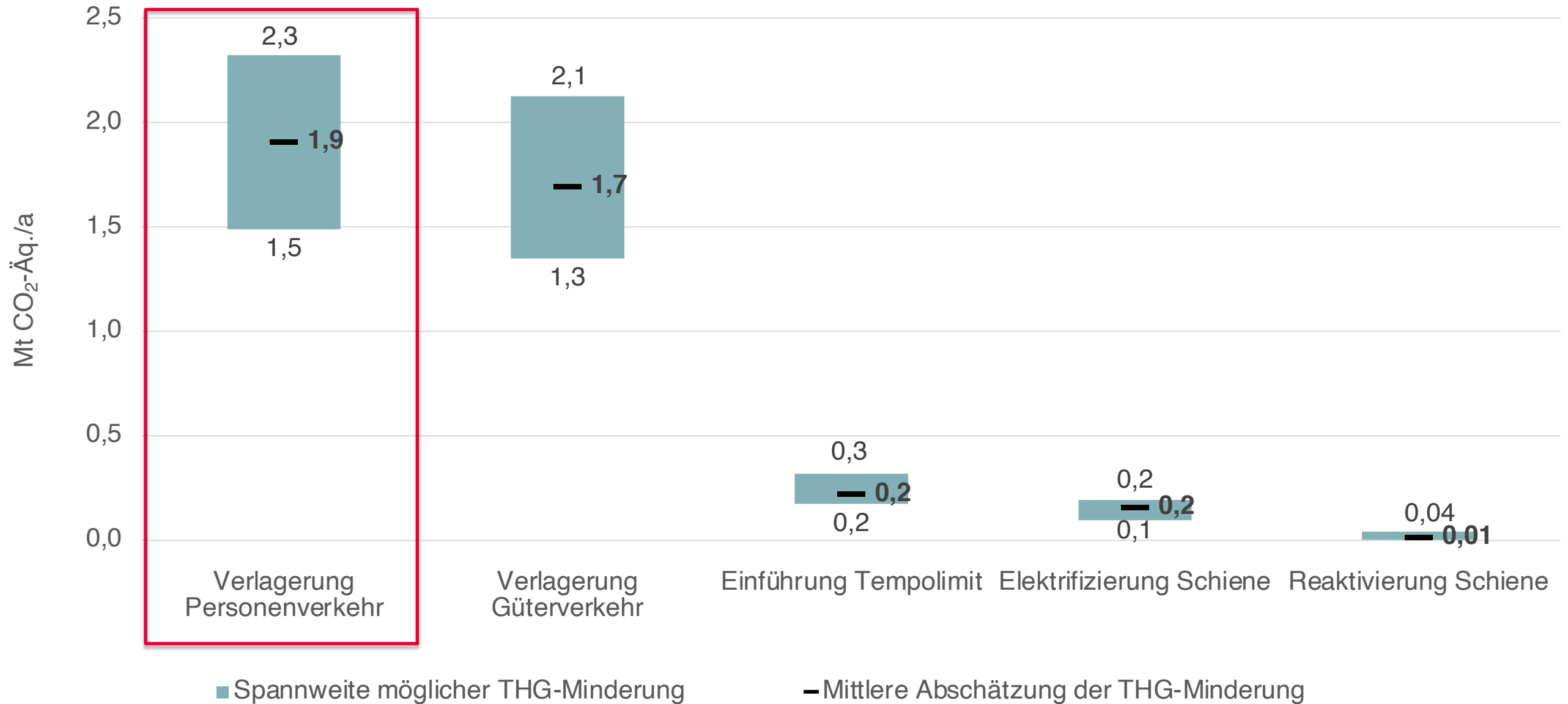
Übersicht über die Unterschiede in der Spannweite der Abschätzungen für die Maßnahme „PV-Anlagen auf einem Teil der Moorflächen“

	Niedrig	Mittel	Hoch
Anteil der Moorflächen, auf denen bis 2030 PV-Anlagen installiert werden können	3 %	5 %	10 %
Installierbare PV-Leistung pro ha (in MW _p)	1,0	1,0	1,0
Durchschnittliche jährliche VLS der neu installierten PV-Anlagen (inkl. Korrekturfaktor wegen Zwischenspeicherung und Abregelung)	900	900	900
Emissionseinsparungen im Jahr 2030 insgesamt, zusätzlich zum Trend (in Mt CO₂-Äq.)	1,7	3,1	6,7

CO₂-Einsparpotenziale im Bereich „Mobilität“



Erwartete Treibhausgas-minderungen der untersuchten Maßnahmen im Bereich „Mobilität“ im Jahr 2030



Vorgehen zur Abschätzung des Treibhausgasminderungspotenzials der Maßnahme „Verdopplung des ÖPNV und des Rad- und Fußverkehrsanteils“

- Angenommene Maßnahme: Bis 2030 deutliche Verkehrsverlagerung im Personenverkehr:
 - Öffentlicher Verkehr: Anteil (an den Personenkilometern) steigt von 18 % auf 36 %
 - Rad- und Fußverkehr: Anteil steigt von 7 auf 14 %
 - Motorisierter Individualverkehr (MIV): Anteil sinkt von 76 % auf 50 %
- Für die Ermittlung des CO₂-Einsparpotenzials wurden die 2030 erwarteten Emissionen pro Personenkilometer für die verschiedenen Verkehrsarten abgeschätzt, diese umfassen sowohl die direkten Emissionen der Verkehrsmittel, als auch die indirekten Emissionen infolge des Strombedarfs.
- Bis 2030 wurden Effizienzfortschritte bei allen Verkehrsmitteln, beim MIV zudem ein Fortschreiten der Antriebswende (hin zu E-Motoren) und beim öffentlichen Verkehr eine höhere Auslastung angenommen.
- Zwar nach Umsetzung der Maßnahme höherer Strombedarf, aber auch deutlich niedrigerer Kraftstoffbedarf.
- Im Referenzfall wird bis 2030 nur von einer marginalen Minderung des Anteils des MIV ausgegangen.

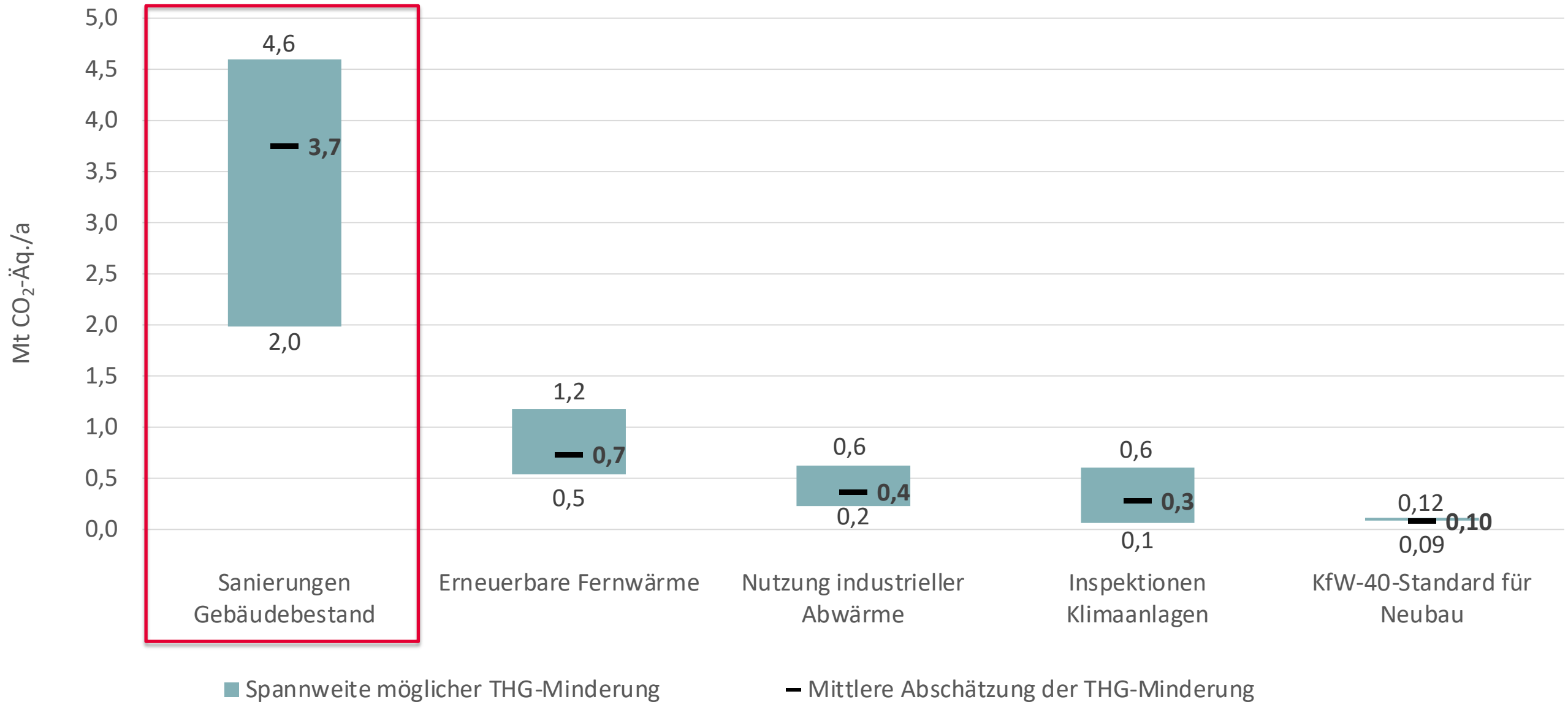
Übersicht über die Unterschiede in der Spannweite der Abschätzungen für die Maßnahme „Verdopplung des ÖPNV und des Rad- und Fußverkehrsanteils“

	Niedrig	Mittel	Hoch
Anteil des öffentlichen Verkehrs an den Pkm im Jahr 2030 (in Klammern: Anteil im Jahr 2017)	36 % (18 %)	36 % (18 %)	36 % (18 %)
Anteil des Rad- und Fußverkehrs an den Pkm im Jahr 2030 (in Klammern: Anteil im Jahr 2017)	14 % (7 %)	14 % (7 %)	14 % (7 %)
Kraftstoffbedingte THG-Emissionen des MIV im Jahr 2030 (in CO ₂ -Äq. pro Pkm, inkl. Vorkettenemissionen)	64	71	78
Kraftstoffbedingte THG-Emissionen des ÖV im Jahr 2030 (in CO ₂ -Äq. pro Pkm, inkl. Vorkettenemissionen)	14	11	10
Rückgang des spezifischen Strombedarfs (pro Pkm) des schienengebundenen ÖV zwischen 2019 und 2030	15 %	20 %	25 %
Emissionseinsparungen im Jahr 2030 insgesamt, zusätzlich zum Trend (in Mt CO₂-Äq.)	1,5	1,9	2,3

CO₂-Einsparpotenziale im Bereich „Gebäudewärme und Effizienz“



Erwartete Treibhausgas-minderungen der untersuchten Maßnahmen im Bereich „Gebäudewärme und Effizienz“ im Jahr 2030



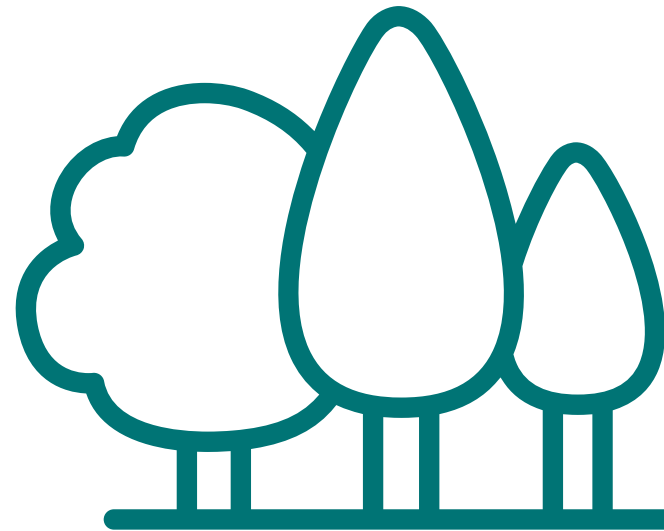
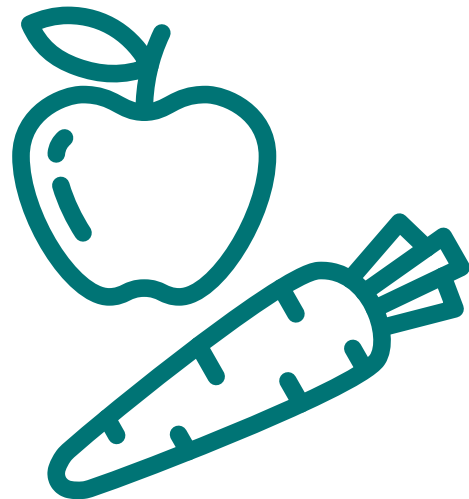
Vorgehen zur Abschätzung des Treibhausgasminderungspotenzials der Maßnahme „Energetische Sanierung des vermieteten Wohngebäudebestands“

- Angenommene Maßnahme: Deutlich verstärkte energetische Sanierung des Gebäudebestandes (orientiert an dem von Bündnis 90/Die Grünen eingebrachten Entwurf eines Bayerischen Wärmegesetzes)
- Konkrete Annahme für mittlere Abschätzung: Großteil (85 %) der bestehenden vermieteten Wohngebäude der Effizienzklasse E oder schlechter werden bis 2030 energetisch saniert
- Zunächst abgeschätzt: wie groß ist die Wohnfläche dieser Gebäude, wie hoch ist ihr Energieverbrauch für Wärme gegenwärtig und wie sieht der Mix an Heiztechnologien derzeit aus
- Weitere Annahmen für die mittlere Abschätzung:
 - Sanierungen führen zu Minderung des Wärme-Energiebedarfs um knapp 65 %
 - Im Zuge der Sanierungen teilweise auch Austausch der Heizungen → deutlicher Trend zu Wärmepumpen
- In der oberen Abschätzung gelingt es, 95 % dieser Gebäude bis 2030 zu sanieren; der Energiebedarf für Wärme sinkt durch Sanierungen um knapp 70 %
- Für den Referenzfall wird angenommen, dass nur rund 15 % dieses Einsparpotenzials realisiert werden.

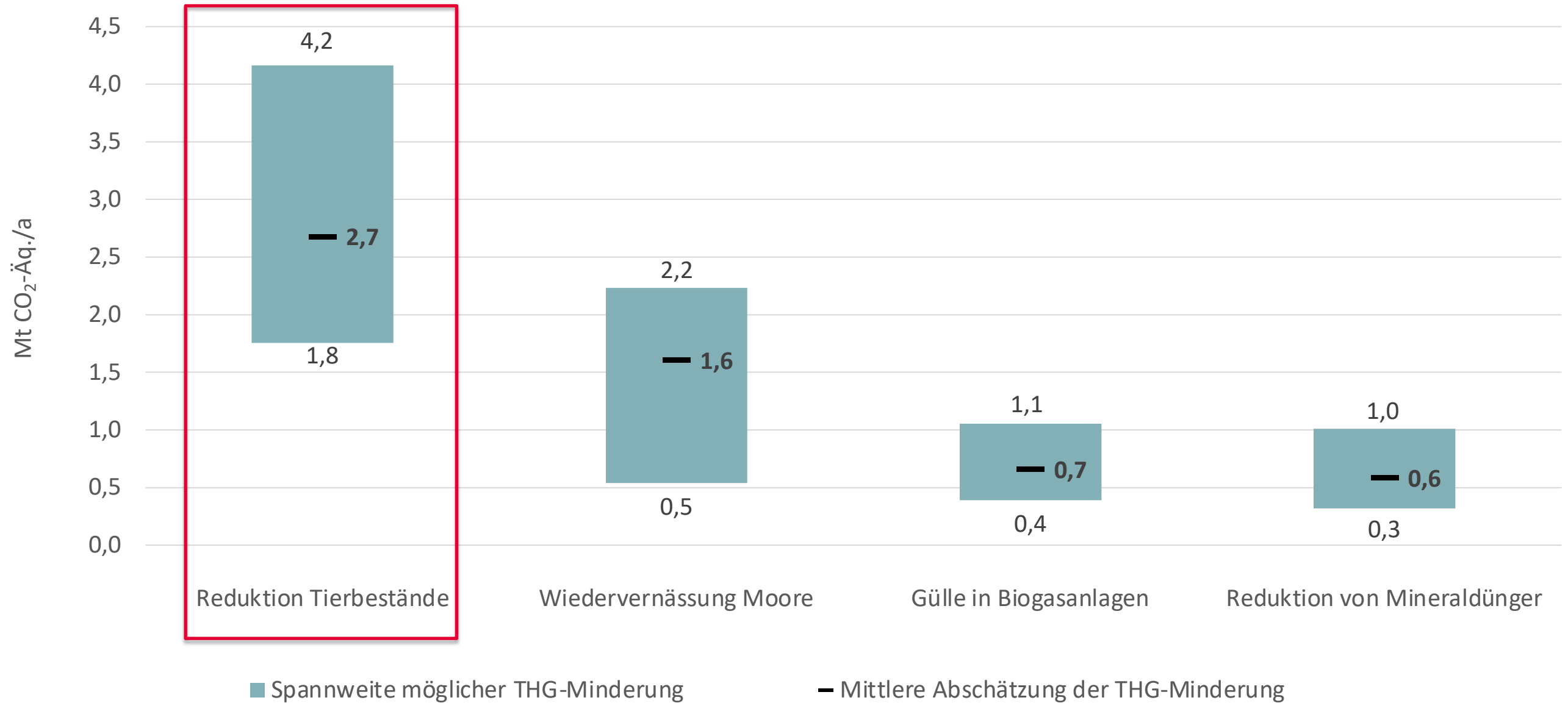
Übersicht über die Unterschiede in der Spannweite der Abschätzungen für die Maßnahme „Energetische Sanierung des vermieteten Wohngebäudebestands“

	Niedrig	Mittel	Hoch
Anteil der vermieteten Wohnungen an den gesamten Wohnungen in Bayern	49 %	49 %	49 %
Vermietete Wohnfläche in Bayern in Gebäuden mit Effizienzklassen E bis H (in Mio. m ²)	127	127	127
Durchschnittlicher Nutzenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in den Gebäuden nach Sanierung (in kWh/m ² _{Gebäudenutzfläche})	75	65	60
Anteil der Gebäude mit nach der Sanierung verbleibenden Öl- und Gasheizungen als Haupt-Heizungsarten	65 %	25 %	18 %
Anteil der durchgeführten Sanierungen am gesamten Bestand der vermieteten Wohnflächen mit Effizienzklassen E bis H	70 %	85 %	95 %
Emissionseinsparungen im Jahr 2030 insgesamt, zusätzlich zum Trend (in Mt CO₂-Äq.)	2,0	3,7	4,6

CO₂-Einsparpotenziale im Bereich „Landwirtschaft und Landnutzung“



Erwartete Treibhausgasreduzierungen der untersuchten Maßnahmen im Bereich „Landwirtschaft und Landnutzung“ im Jahr 2030



Vorgehen zur Abschätzung des Treibhausgasminderungspotenzials der Maßnahme „Reduktion der Tierbestände“

- Hier wird angenommen, dass es gelingt, in Bayern den Nutztierbestand und analog auch den Konsum von Fleisch und sonstigen tierischen Produkten bis 2030 (gegenüber 2019) um 20 % zu reduzieren.
- Für die Ermittlung des THG-Einsparpotenzials wurden zunächst die gesamten derzeitigen direkten Emissionen der Tierhaltung (Methan- und Lachgasemissionen durch Fermentation und Wirtschaftsdünger-Management) in Bayern abgeschätzt → knapp 8 Mt CO₂-Äq.
- Eine Minderung der Tierhaltung um 20 % könnte demnach die direkten Emissionen der Tierhaltung um knapp 1,6 Mt CO₂-Äq. einsparen.
- Hinzu kommen allerdings beträchtliche indirekte Emissionen (z. T. außerhalb Bayerns) insbesondere infolge der Futtermittelanbaus, die der Literatur zufolge rund doppelt so hoch wie die direkten Emissionen sind.
- THG-Emissionen infolge der Kompensation des weniger konsumierten Fleisches werden berücksichtigt.
- Tierbestände in Bayern bereits in der Vergangenheit rückläufig, daher wird für die Referenzentwicklung angenommen, dass dort (also ohne zusätzliche Maßnahmen) bis 2030 bereits ein Rückgang um 5 % erfolgt.

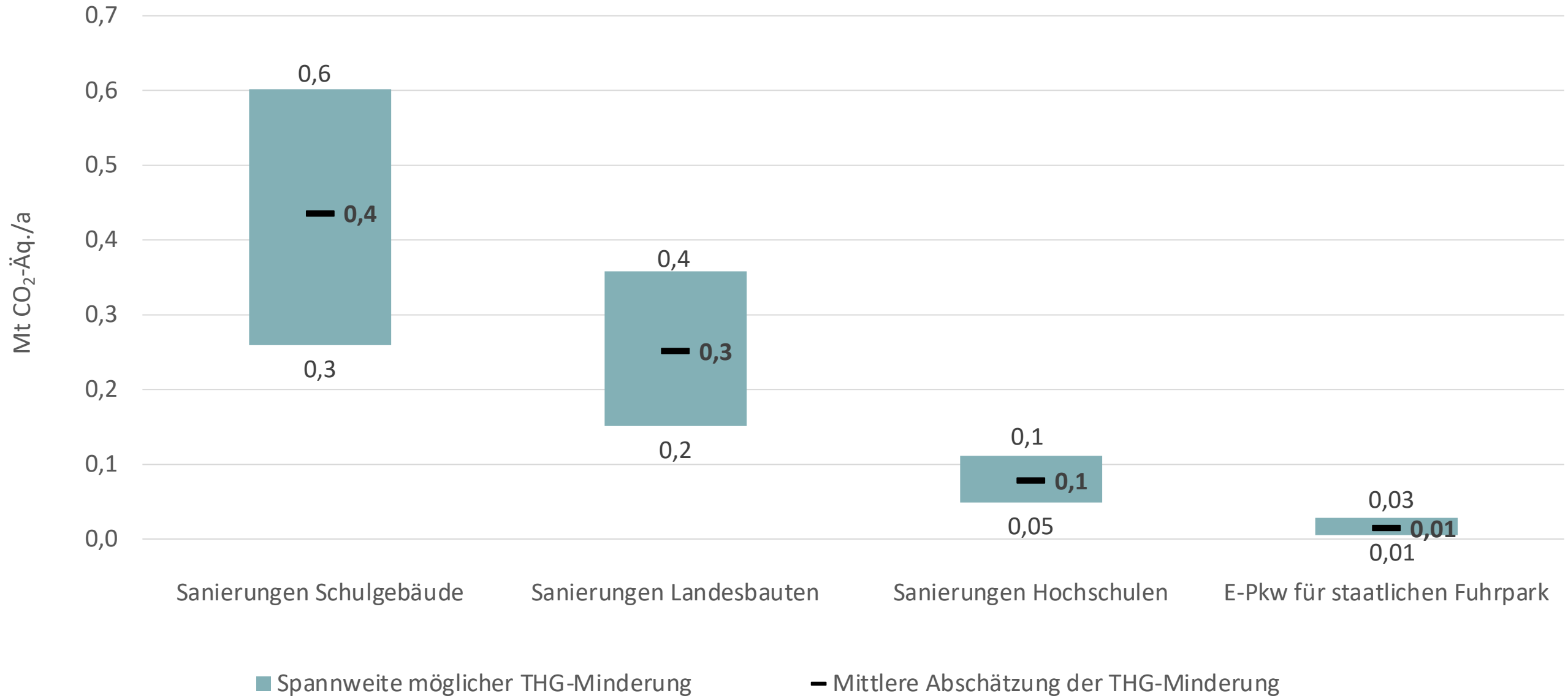
Übersicht über die Unterschiede in der Spannweite der Abschätzungen für die Maßnahme „Reduktion der Tierbestände“

	Niedrig	Mittel	Hoch
THG-Emissionen der Nutztierhaltung durch Fermentation und Wirtschaftsdünger-Management im Jahr 2019 in Bayern (in Mt CO ₂ -Äqu.)	7,8	7,8	7,8
Anteil der indirekten Emissionen an den gesamten Lebenszyklusemissionen von Fleisch und anderen tierischen Produkten	60 %	65 %	70 %
Anteil der Lebenszyklusemissionen einer Kalorie vegetarischer Ernährung gegenüber einer Kalorie des durchschnittlichen Fleischverzehrs	20 %	20 %	20 %
Reduktion der Tierbestände in Bayern zwischen 2019 und 2030	15 %	20 %	25 %
Emissionseinsparungen im Jahr 2030 insgesamt, zusätzlich zum Trend (in Mt CO₂-Äq.)	1,8	2,7	4,2

CO₂-Einsparpotenziale im Bereich „Öffentliche Hand“



Erwartete Treibhausgas-minderungen der untersuchten Maßnahmen im Bereich „Öffentliche Hand“ im Jahr 2030

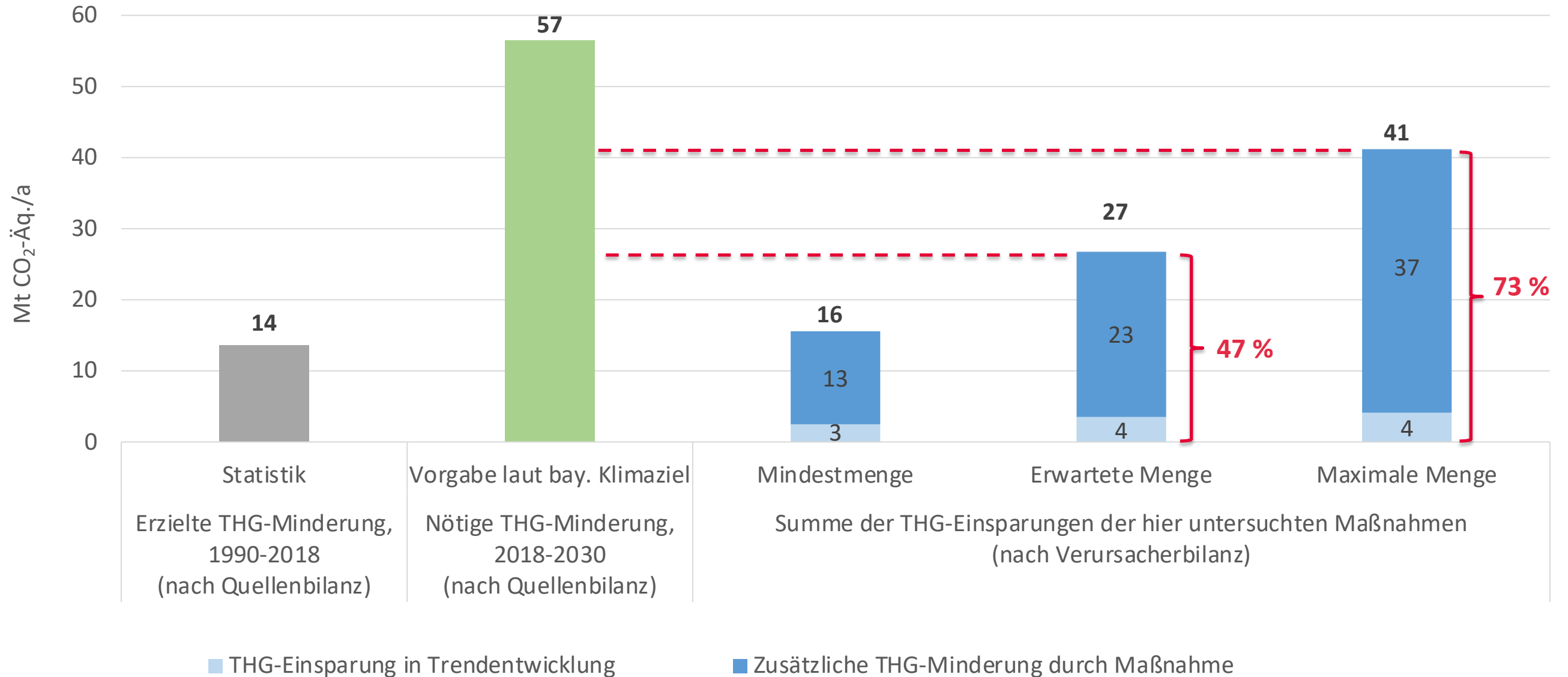


Zusammenfassende Betrachtung des CO₂- Einsparpotenzials

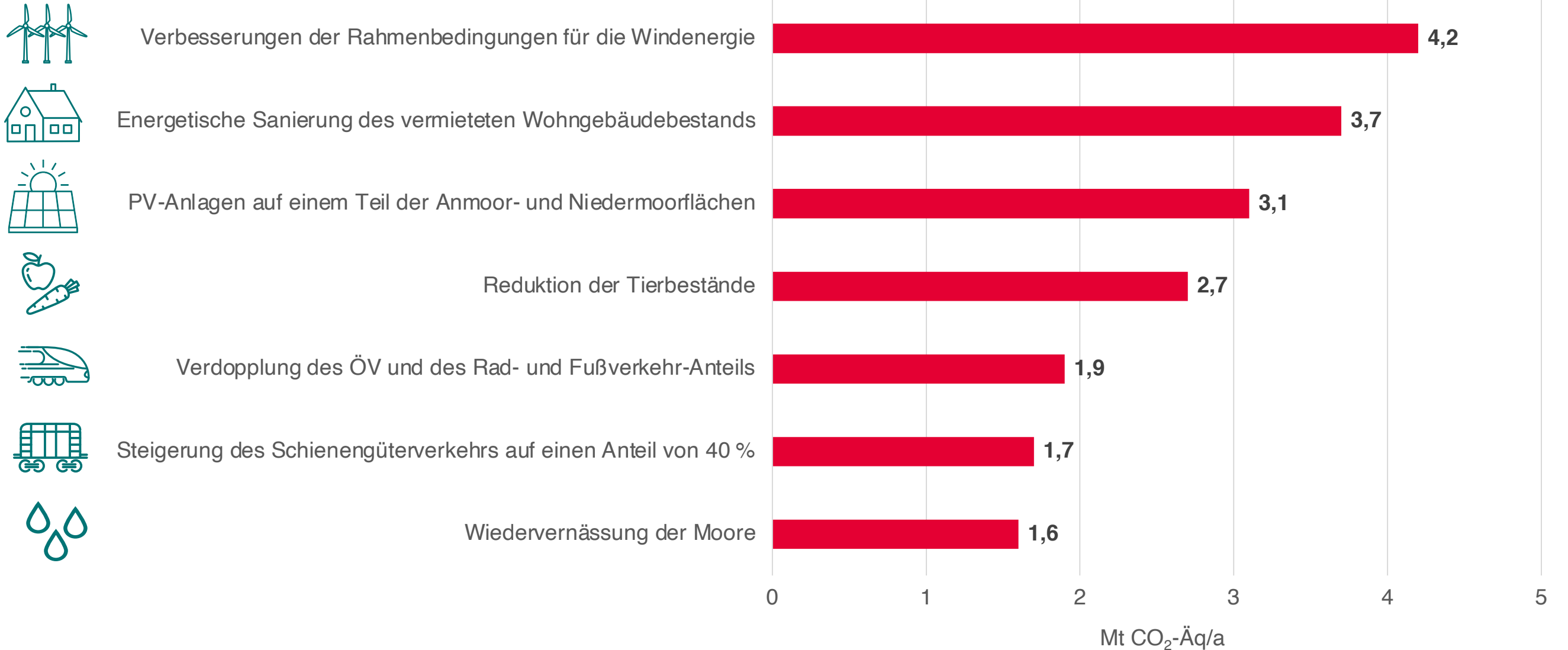


Summe der Emissionsminderungen aller Maßnahmen im Jahr 2030 im Vergleich zu den für das 2030-Klimaziel der Staatsregierung notwendigen Minderungen

(unterschiedliche Art der Bilanzierungsgrenzen bitte beachten)



Übersicht über die sieben Maßnahmen mit dem größten THG-Einsparpotenzial bis 2030



Viele der untersuchten Maßnahmen würden bei Umsetzung bis 2030 auch zu einem deutlichen Rückgang des Erdgasbedarfs führen

Reduktion des Erdgasbedarfs im Jahr 2030 bei Umsetzung der Maßnahmen (in TWh pro Jahr; nur die zehn Maßnahmen mit dem größten Einsparpotenzial abgebildet)

Verbesserung der Rahmenbedingungen für den Windenergieausbau	19
PV-Anlagen auf einem Teil der Moorflächen	14
Energetische Sanierung des vermieteten Wohngebäudebestands	8
Ausschöpfung des Windkraftpotenzials in den Staatswäldern	4*
Solarpflicht für Gewerbegebäude	2
Solarpflicht für Wohngebäude	2
Ausbau erneuerbarer Energien in der Fernwärmeerzeugung	2
Ambitionierte energetische Sanierung von Schulgebäuden	2
Konsequente energetische Inspektion von Klimaanlage größer 12 kW	1
Weitgehende Vergärung anfallender Gülle in Biogasanlagen	1
Summe aller 23 Maßnahmen (bereinigt um Wechselwirkungen)	49**

49 TWh entsprechen
44 % des
Erdgasverbrauchs in
Bayern im Jahr 2020
(und knapp 6 % des
entsprechenden
Verbrauchs in
Deutschland)

*Bereits enthalten in der Maßnahmen „Bessere Rahmenbedingungen für die Windenergie“

** Einzelne der 23 untersuchten Maßnahmen führen zu einem Erdgas-Mehrverbrauch (in jeweils relativ geringem Maße). Dies ist neben den Wechselwirkungen der Grund, warum dieser Wert kleiner ist als die Summe der zehn hier aufgeführten Maßnahmen.



Back-up-Folien

Vorgehen zur Abschätzung des Treibhausgasminderungspotenzials der Maßnahme „Ambitionierte energetische Sanierung von Schulgebäuden“

- Annahme, dass 70 % der Schulen in Bayern bis 2030 ambitioniert energetisch saniert werden und dass zudem bis dahin das PV-Potenzial auf Bayerns Schulen ausgeschöpft wird.
- Es wird abgeleitet, dass der durchschnittliche Nutzenergieverbrauch der zu sanierenden Schulen derzeit rund 160 kWh/m² (bezogen auf die Nettogrundfläche) betragen könnte und durch Sanierungen auf 50 kWh/m² gesenkt werden könnte.
- Energieträgerstruktur der Wärmebereitstellung: Wird nicht im Detail abgeschätzt, sondern derzeitige Emissionen auf 220 g CO₂/kWh geschätzt. Nach Sanierungen wird eine Minderung der spezifischen Emissionen um 40 % angenommen, da z. B. mehr Wärmepumpen und Solarthermie unterstellt werden.
- Basierend auf Literaturangaben wird abgeschätzt, dass auf bay. Schulen im Schnitt eine 100-kW_p-Anlage installiert werden kann → macht bei ~4800 Schulen ~480 MW_p. (Annahme: Davon bisher 15 % erschlossen)
- Für die Referenzentwicklung wird vereinfacht angenommen, dass 15 % des ermittelten THG-Einsparpotenzials dann auch realisiert werden würden.

Übersicht über die Unterschiede in der Spannweite der Abschätzungen für die Maßnahme „Ambitionierte energetische Sanierung von Schulgebäuden“

	Niedrig	Mittel	Hoch
Anteil der Schulen (bezogen auf die beheizte Nettogrundfläche), der bis 2030 energetisch saniert wird	60 %	70 %	80 %
Derzeitiger durchschnittlicher Nutzenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser der zu sanierenden Schulen (in kWh/m ² _{beh. NGF})	135	160	180
Durchschnittlicher Nutzenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser der sanierten Schulen (nach Sanierungen) (in kWh/m ² _{beh. NGF})	60	50	45
Minderung der spezifischen THG-Emissionen der Wärmebereitstellung durch Energieträgerwechsel nach der Sanierung	20 %	40 %	60 %
Durchschnittliches Potenzial der Leistung einer PV-Anlage auf einer Schule (in kW _p)	70	100	120
Gegenwärtig bereits realisierter Anteil des PV-Potenzials der Schulen	20 %	15 %	10 %
Emissionseinsparungen im Jahr 2030 insgesamt, zusätzlich zum Trend (in Mt CO₂-Äq.)	0,3	0,4	0,6