



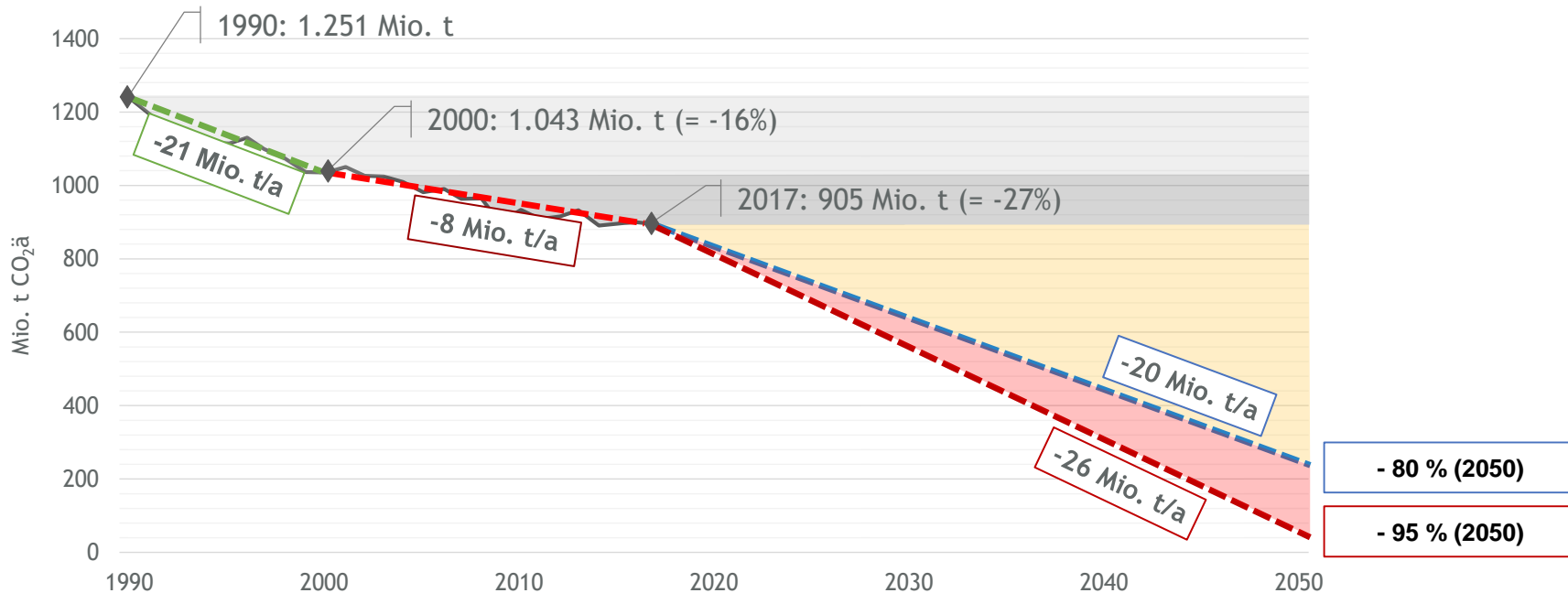
Stefan Siegemund
Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

DENA-LEITSTUDIE INTEGRIERTE ENERGIEWENDE

DENA-LEITSTUDIE

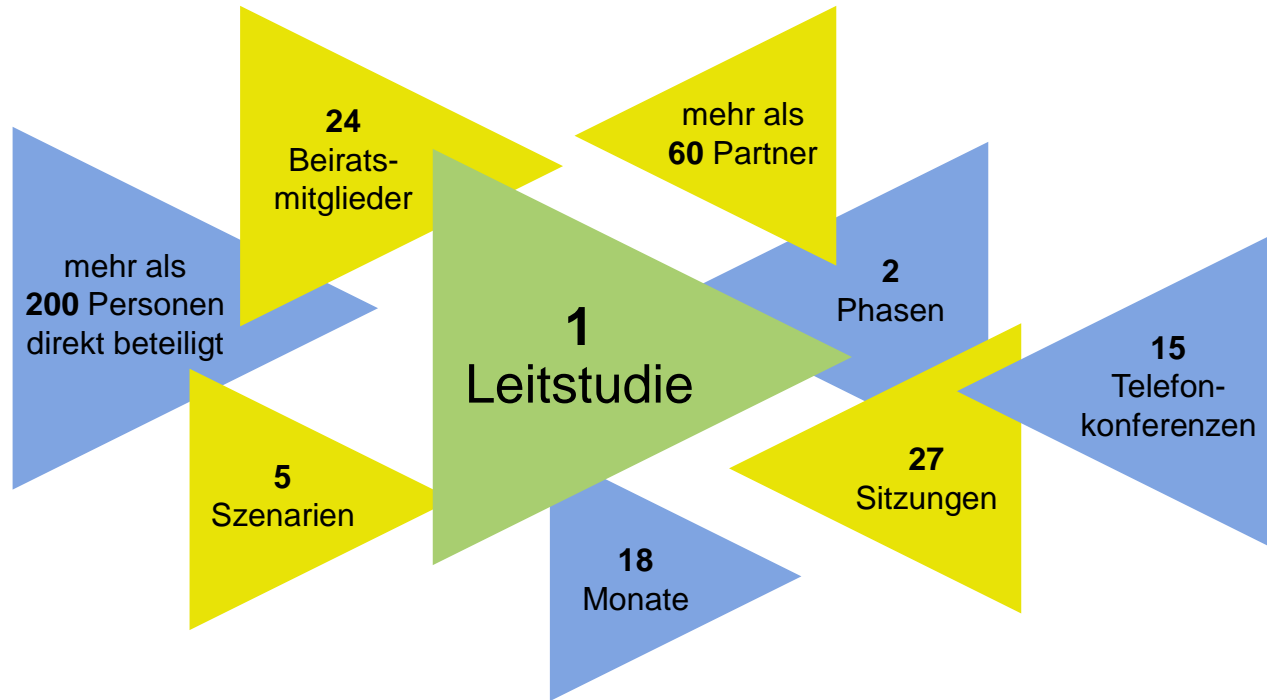
HERAUSFORDERUNG KLIMASCHUTZ

Treibhausgasemissionen in Deutschland



DENA-LEITSTUDIE

ZAHLEN & FAKTEN



3

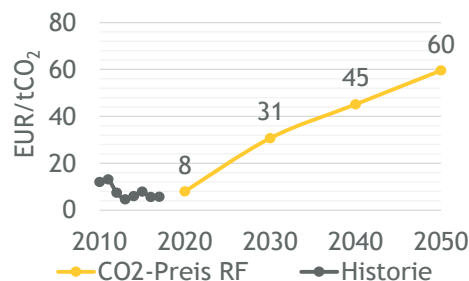
DENA-LEITSTUDIE INTEGRIERTE ENERGIEWENDE
WICHTIGSTE ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE

DENA-LEITSTUDIE FÜNF SZENARIEN MODELLIERT

Referenz (RF)

Klimaziele

- Ambitionierte Fortschreibung historischer und aktueller Trends in Politik und Technik
- Klimaziele nicht bindend (CO₂-Preis in allen Sektoren)

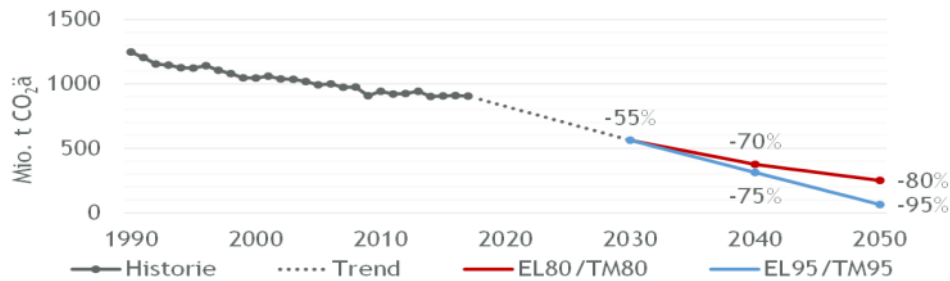


Elektrifizierung (EL)

80 %

95 %

- Rasche und weitgehende Elektrifizierung der Sektoren Gebäude, Industrie und Verkehr
- Klimapfade mit zwei Ambitionsniveaus (80 und 95 Prozent)

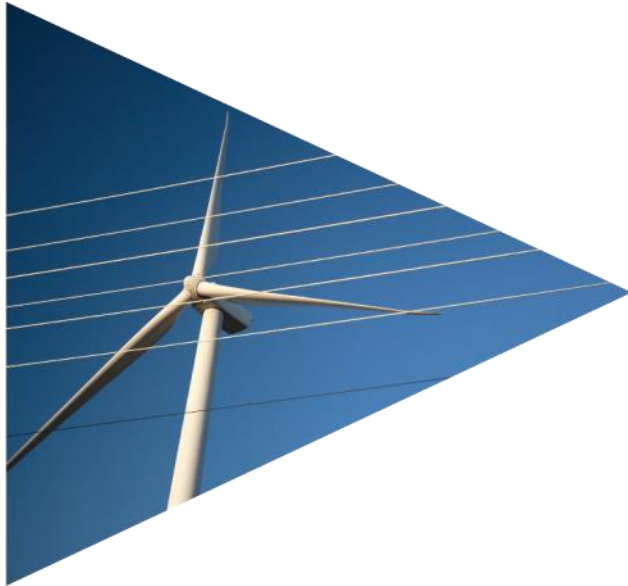


Technologiemix (TM)

80 %

95 %

- Breite Variation von Energieträgern, -infrastrukturen und -anwendungen aller Sektoren



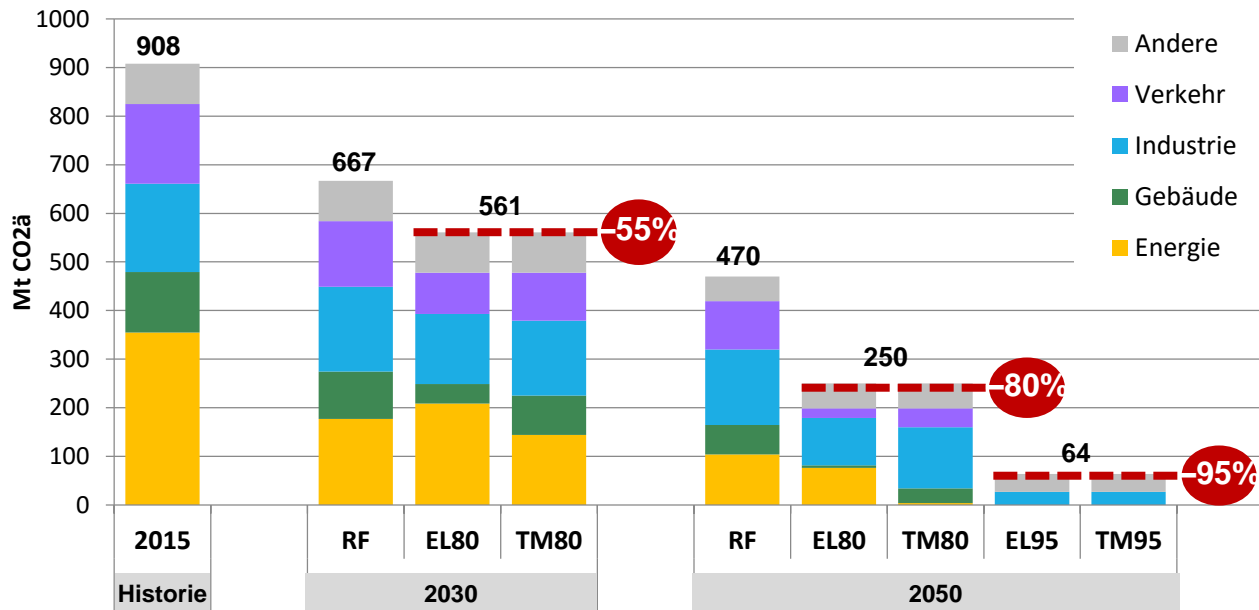
ERGEBNISSE & EMPFEHLUNGEN

Was wir aus den Ergebnissen ableiten

REGULATORISCHER RAHMEN

KLIMASCHUTZZIEL 2050 DEFINIEREN

Treibhausgasemissionen nach Sektoren



Die Transformationspfade zur Erreichung der Klimaschutzziele **unterscheiden sich** deutlich zwischen 80 und 95 Prozent.

Wir müssen **heute entscheiden**, ob in 2050 als Restemissionen 250 Mio. t CO₂ (80-Prozent-Ziel) oder 64 Mio. t CO₂ (95 Prozent) entstehen dürfen.

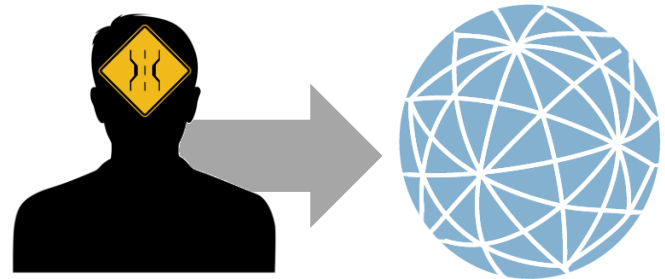
Klimaschutzziele erfordern ein **sofortiges Aktivwerden**. Zwischenziele sind wichtig, um das Gesamtbudget an CO₂-Emissionen einzuhalten.

DIE SÄULEN DER ENERGIEWENDE

EINS: ENERGIEEFFIZIENZ

- ▶ Eine ambitionierte Energieeffizienzstrategie zur Senkung des Endenergiebedarfs sind zwingend erforderlich um die Energiewendeziele und die wirtschaftspolitischen Ziele für eine reduzierte Abhängigkeit von Importen und Energiepreisen zu erreichen
- ▶ Energie- und Ressourceneffizienz sowie eine Stärkung der Kreislaufwirtschaft können der weiteren Erhöhung des Energieverbrauchs durch Wirtschaftswachstum und Konsumsteigerung entgegenwirken.

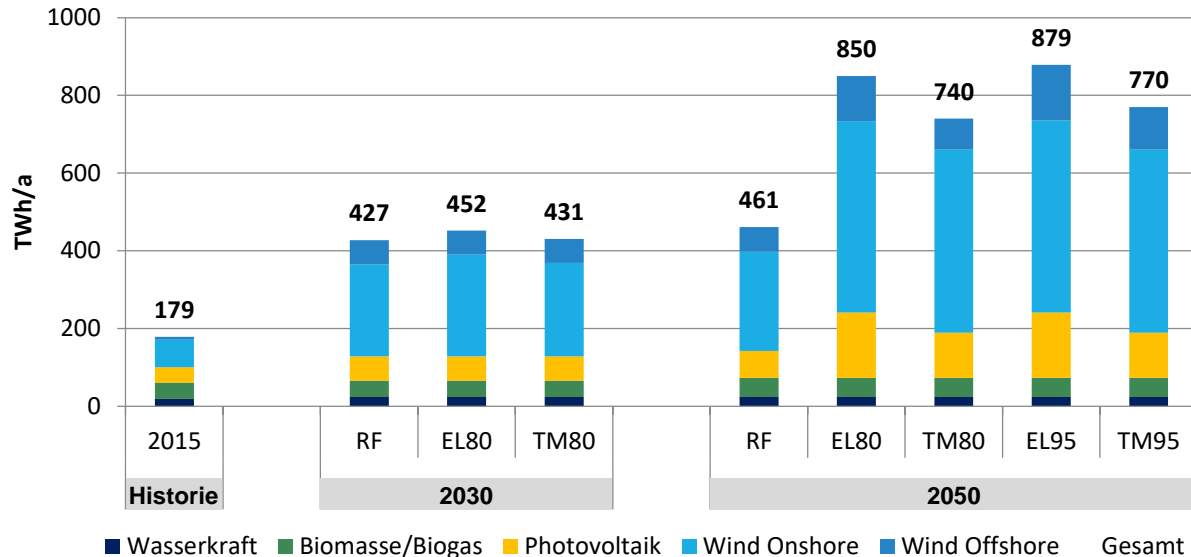
▶ **ABER: ENERGIEEFFIZIENZ MUSS SYSTEMISCH BEWERTET WERDEN!**



DIE SÄULEN DER ENERGIEWENDE ZWEI: ERNEUERBARER ENERGIE

STROM

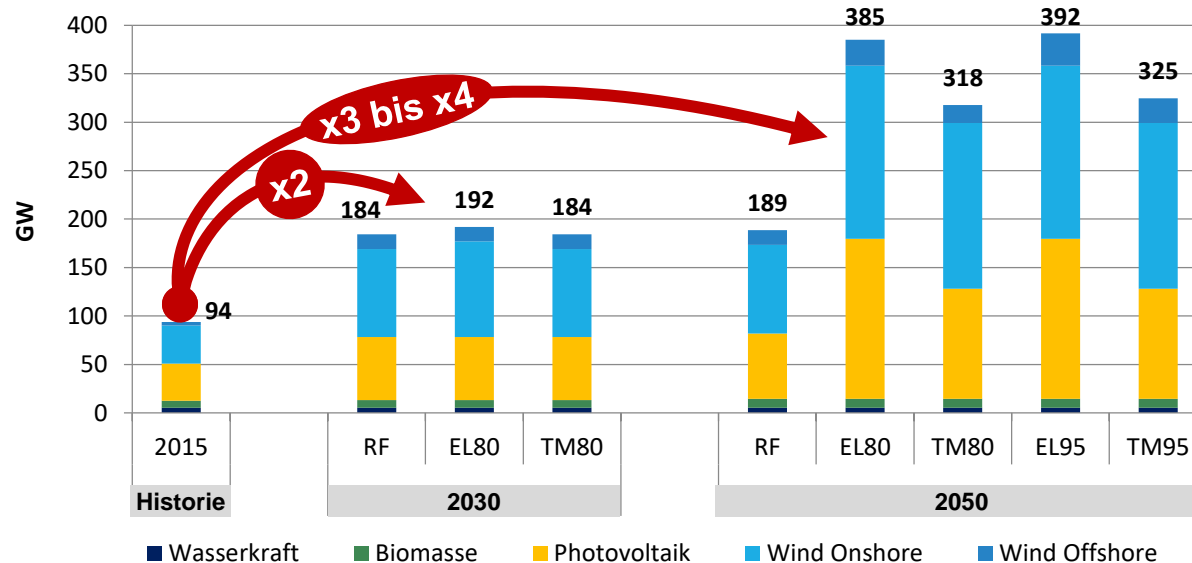
Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien



- ▶ In den Zielszenarien wächst die EE-Stromerzeugung bis 2050 um den Faktor 4,1 bis 4,7.
- ▶ Das Wachstumstempo bei der Stromerzeugung aus EE bleibt bis 2050 in allen Zielszenarien hoch.
- ▶ Der größte Teil der EE-Stromerzeugung in 2050 wird in allen Szenarien durch Wind Onshore erbracht.

DIE SÄULEN DER ENERGIEWENDE ZWEI: ERNEUERBARE STROM

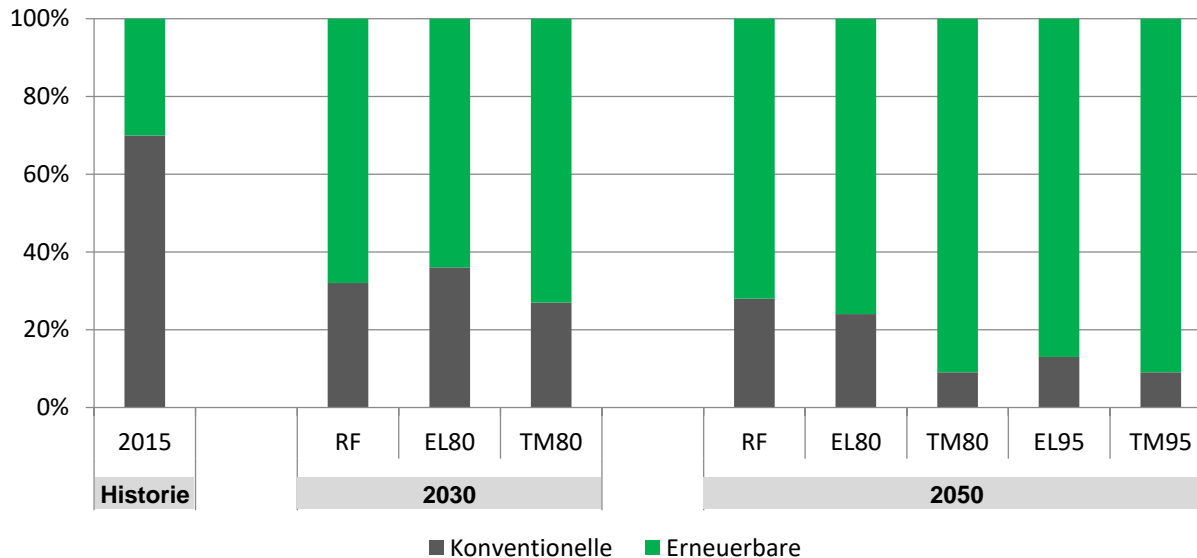
Installierte Leistung erneuerbare Stromerzeugung



- ▶ In jedem Zielszenario sind in 2050 über 300 GW an EE-Kapazitäten installiert; in EL-Szenarien nahezu 400 GW.
- ▶ Der größte Anteil entfällt auf die Onshore-Windenergie (in allen Szenarien mind. 170 GW) und Photovoltaik (mind. 114 GW).

DIE SÄULEN DER ENERGIEWENDE ZWEI: ERNEUERBARER STROM

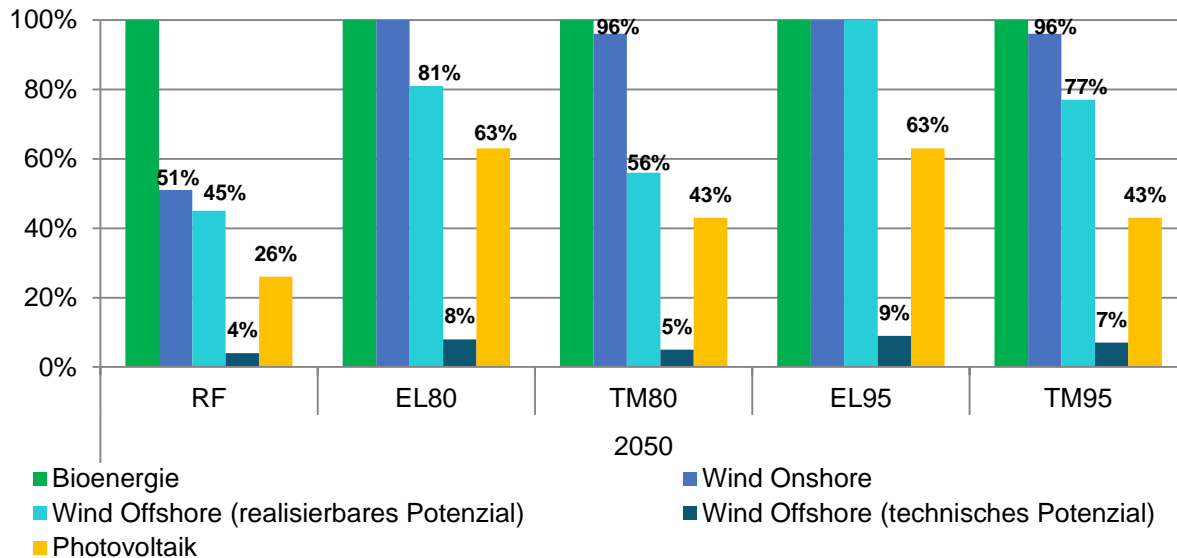
Anteile erneuerbarer Energien an der Nettostromerzeugung



- ▶ Der Anteil der Erneuerbaren an der Stromerzeugung wächst bis 2050 auf mehr als 90 % in den TM-Szenarien
- ▶ EE-Stromerzeugung führt zu einem stetig steigenden Anteil der Erneuerbaren an der Nettostromerzeugung.

DIE SÄULEN DER ENERGIEWENDE ZWEI: ERNEUERBARER STROM

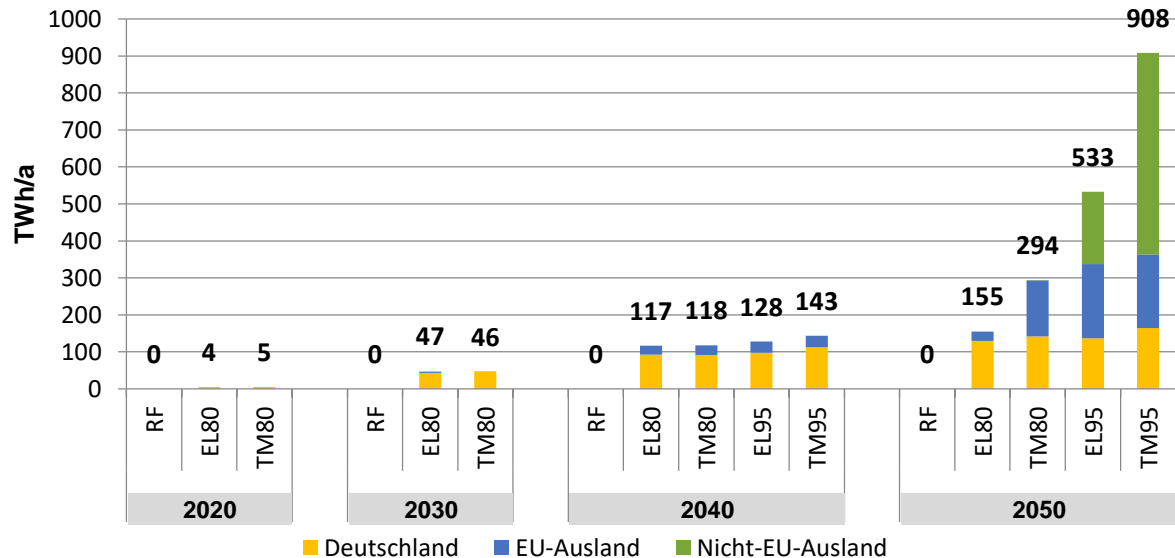
Ausschöpfung Potenzialgrenzen erneuerbarer Energien bis 2050



- ▶ Die Potenzialgrenzen von Wind Onshore werden in jedem Ziel-szenario nahezu voll ausgeschöpft.
- ▶ Die Potenzialgrenzen von Bioenergie werden in allen Szenarien voll ausgeschöpft.
- ▶ Unterschiede bezüglich der Potenzialgrenzen bestehen eher zwischen Szenario-Storylines (EL vs. TM) als zwischen den Klimazielen (80 vs. 95 Prozent).

DIE SÄULEN DER ENERGIEWENDE DREI: POWER FUELS

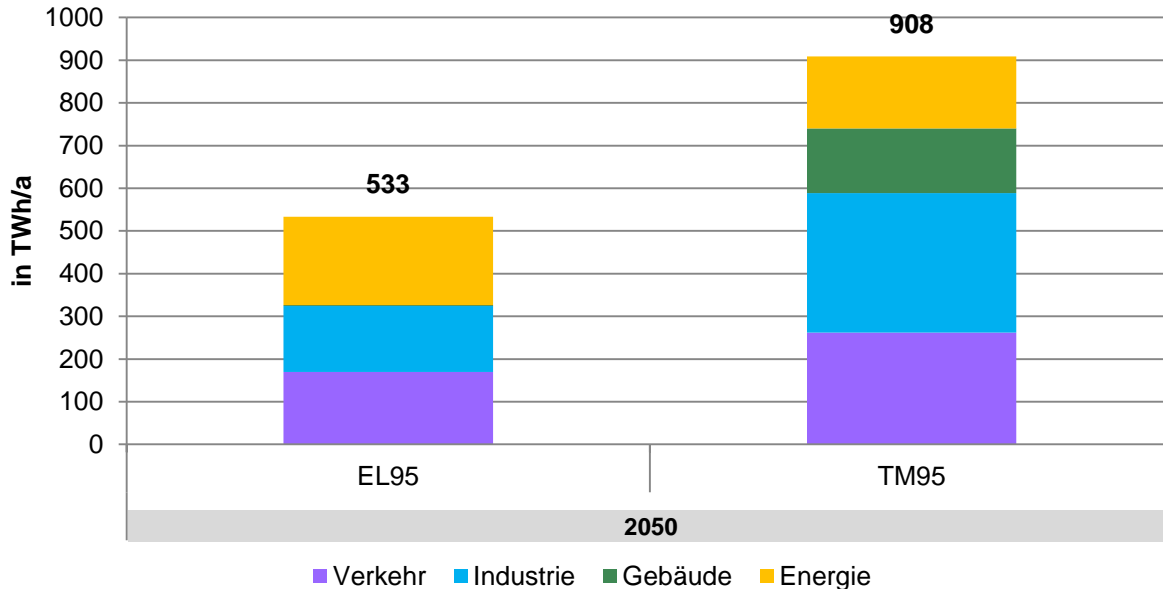
Steigender Bedarf an erneuerbaren synthetischen Energieträgern



- ▶ Eine erfolgreiche Energiewende benötigt neben „Energieeffizienz“ und „Erneuerbarem Strom“ auch **„Power Fuels“ als dritte Säule.**
- ▶ **In allen Zielszenarien** besteht ab 2030 signifikanter Bedarf an klimaneutralen synthetischen Energieträgern (Power Fuels).
- ▶ Power Fuels werden auch in Deutschland produziert, größtenteils aber aus dem europäischen und nicht-europäischen Ausland importiert.

SYNTHETISCHE ENERGIETRÄGER WERDEN IN ALLEN SEKTOREN GENUTZT

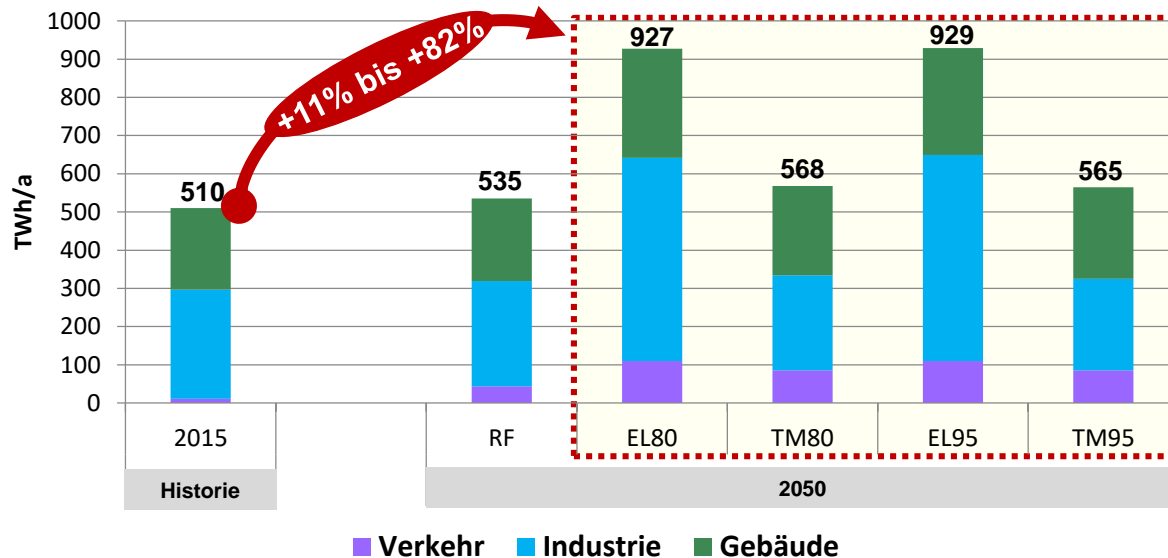
Nutzung von Power Fuels nach Sektoren



- ▶ Synthetische Energieträger (Power Fuels) spielen vor allem **für das 95-Prozent-Ziel** eine wichtige Rolle.
- ▶ Der Einsatz ist nicht nur auf einen Sektor begrenzt.
- ▶ Selbst der Energiesektor nutzt synthetische Energieträger zur **Rückverstromung**.

VERBRAUCH: IN ALLEN SZENARIEN STARK STEIGENDE ELEKTRIFIZIERUNG

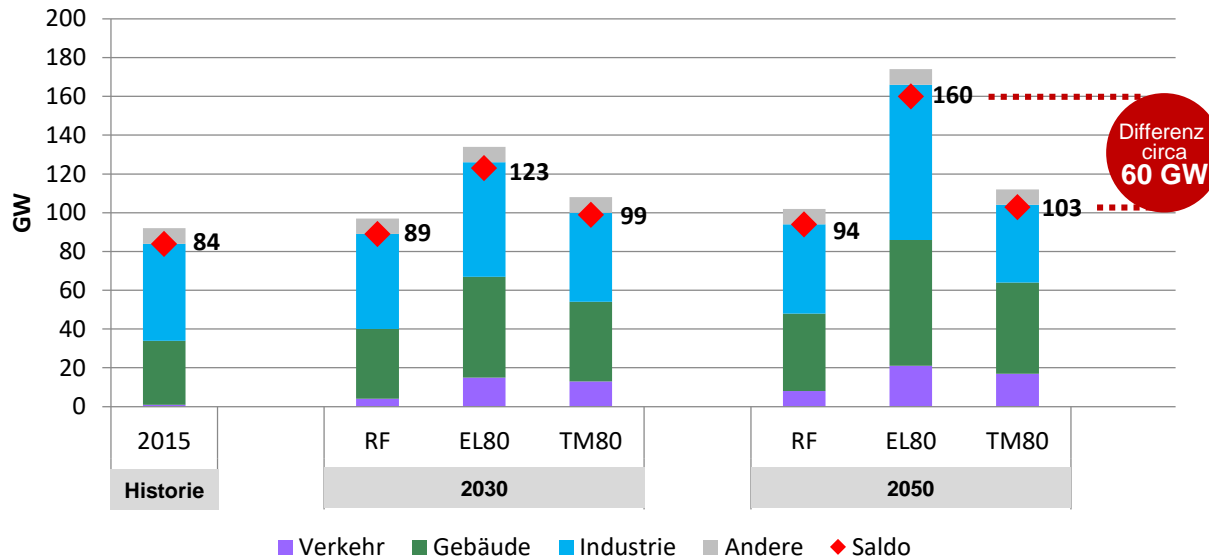
Endenergieverbrauch Strom nach Sektoren



- ▶ Alle Verbrauchssektoren haben einen **steigenden Strombedarf** (in EL-Szenarien rund 360 TWh höher als in den TM-Szenarien).
- ▶ Steigende **Endenergieeffizienz** und die ergänzende Nutzung von **Power Fuels** verhindern noch höhere Strombedarfe.

VERSORGUNGSSICHERHEIT INSTRUMENTENBASIS VERBREITERN

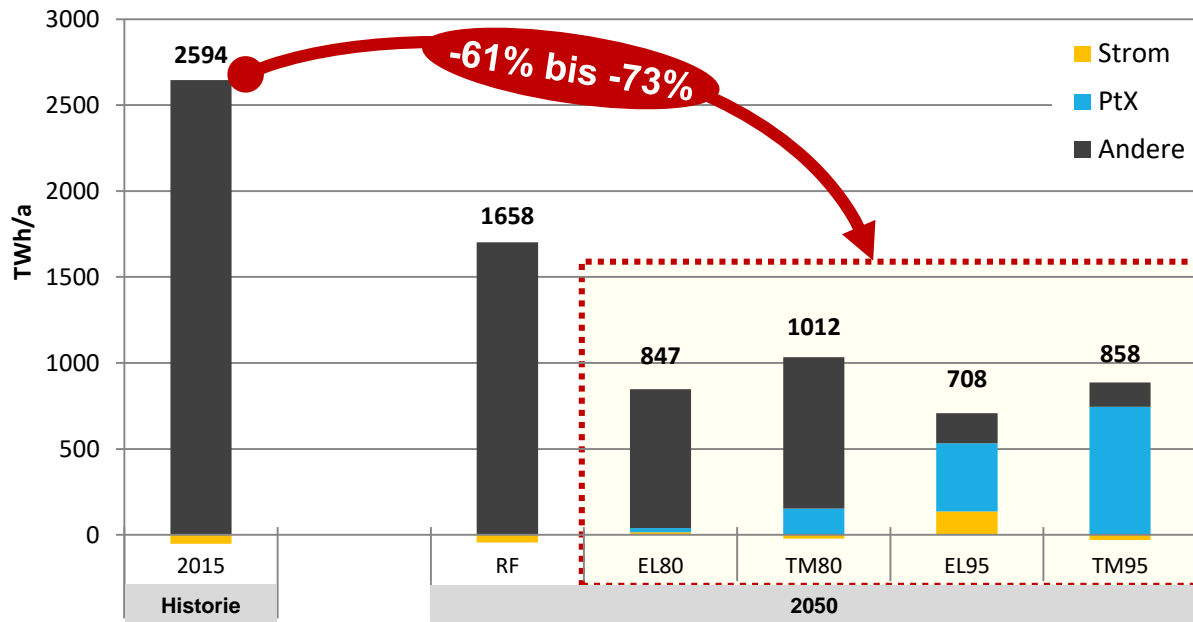
Bedarf an gesicherter Leistung



- Der Bedarf an gesicherter Leistung wächst bis 2050 in allen Szenarien, da der Strombedarf steigt.
- Die EL-Szenarien haben gegenüber den TM-Szenarien einen deutlich höheren Bedarf an gesicherter Leistung (rund + 60 GW!).
- Die gesicherte Leistung wird durch Speicher, Demand Side Management und Gaskraftwerke bereitgestellt.

INFRASTRUKTUR EUROPÄISCH UND INTEGRIERT AUSBAUEN

Energieträgernettoimporte im Jahr 2050

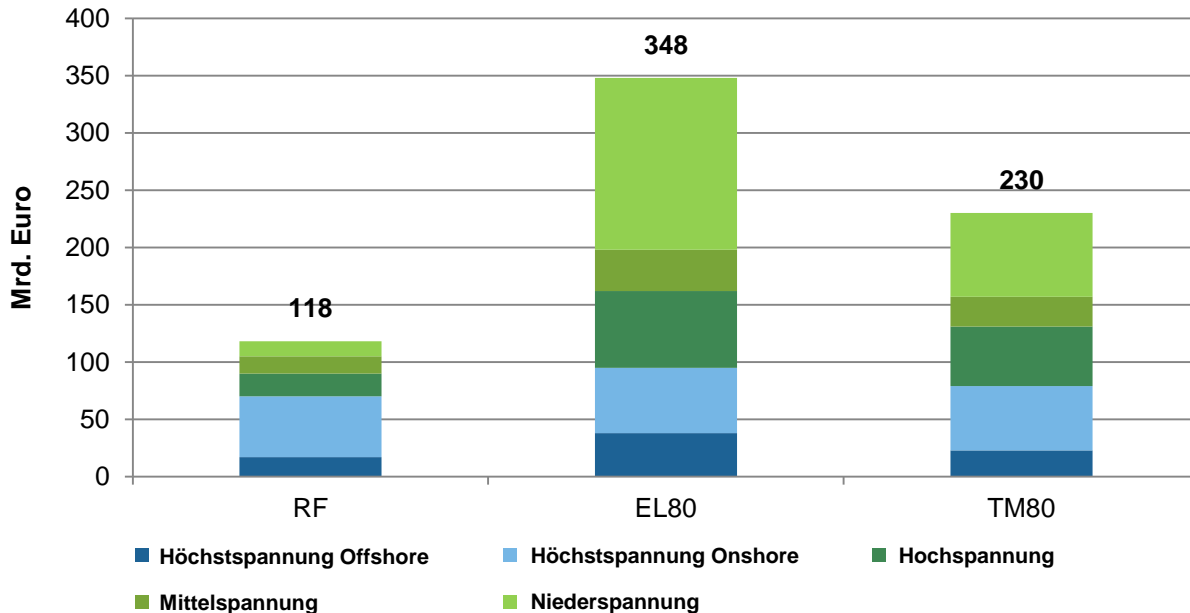


- ▶ Die **Energieimporte** werden um fast 3/4 gesenkt, insbesondere von fossilen Energieträgern.
- ▶ In den 95-Prozent-Szenarien werden **fossile Energieträger** ausschließlich **stofflich** genutzt (140 bis 180 TWh).
- ▶ Eine **Energieautarkie** wird nicht erreicht. Dies ist auch kein Energiewendeziel.

„Andere“ = Erdgas, Öl, Steinkohle und Uran inkl. nicht energetischem Verbrauch

INFRASTRUKTUR: NIEDRIGERE KOSTEN FÜR STROMNETZAUSBAU MIT TECHNOLOGIE-MIX

Kumulierte Investitionskosten in Stromnetze 2018-2050



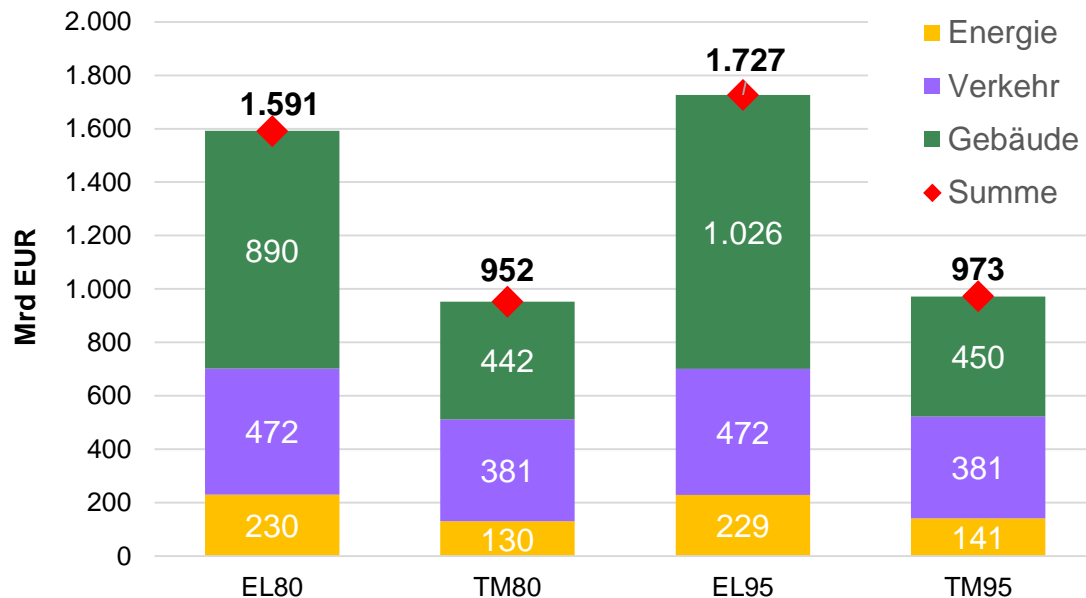
- ▶ Weiterentwicklung und Ausbau der Stromnetze ist „No Regret“-Maßnahme.
- ▶ Investitionsbedarf in Stromnetze in TM-Szenarien deutlich niedriger als bei EL

(Investitionsbedarf in Energieinfrastrukturen für gasförmige und flüssige Energieträger bleibt stabil)

ZENTRALE ERKENNTNISSE

INVESTITIONEN 2018-2050

Investitionsbedarf 2018 bis 2050

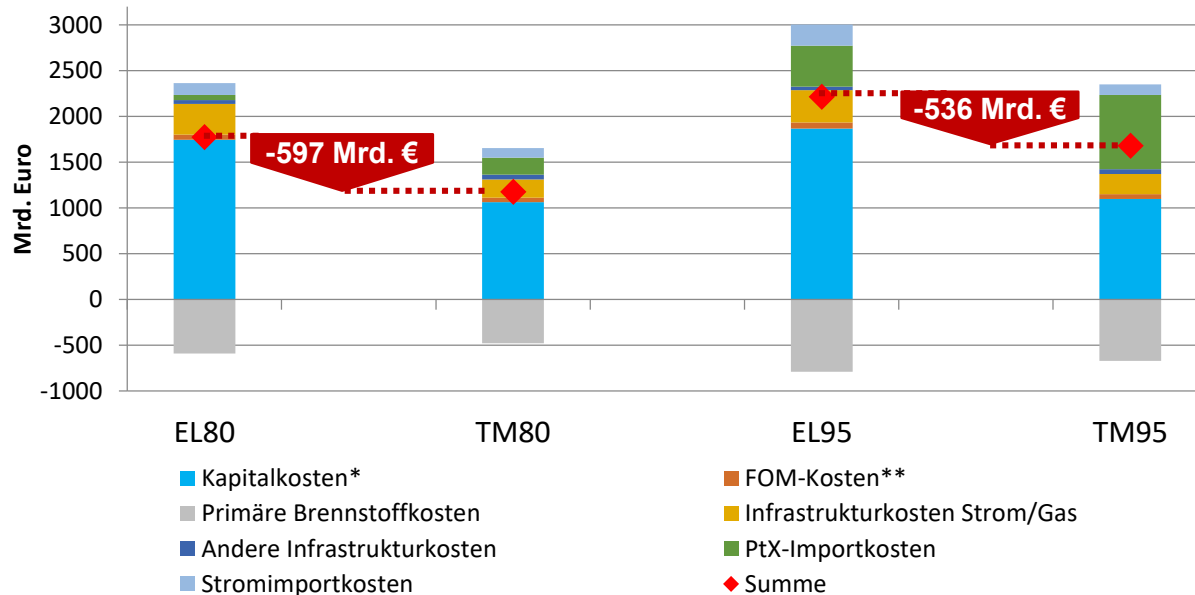


- ▶ Elektrifizierungsszenarien sind deutlich investitionsintensiver als technologieoffene Varianten (insbesondere im Gebäudesektor).
- ▶ Die geringsten Mehrinvestitionen im Vergleich zum Referenzszenario entstehen im TM80-Szenario.

ZENTRALE ERKENNTNISSE

TECHNOLOGIEOFFENHEIT SPART KOSTEN

Kumulierte Gesamtkosten 2018-2050, Mehrkosten ggü. Referenz



- ▶ **Szenario mit breitem Mix** an Energieträgern, -infrastrukturen und -anwendungen ist deutlich **kostengünstiger und robuster** als Forcierung von Strom als vorrangigem Energieträger.
- ▶ Größter Kostenblock umfasst **Investitionen** in Erzeugungsanlagen und Infrastrukturen sowie effiziente Anwendungen – diese stellen gleichzeitig auch **volkswirtschaftliche Chancen** dar.

VERBRAUCH

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- ▶ **Verkehr: Effizienz und synthetische Kraftstoffe forcieren**
Effizienzsteigerung aller Antriebstechniken, Besteuerung am CO₂-Ausstoß ausrichten, Quoten für synthetische erneuerbare Kraftstoffe
- ▶ **Gebäude: Sanierungsrate deutlich steigern, auf breiten Technologie- und Instrumentenmix setzen**
Fördermaßnahmen ausbauen, Mix aus steuerlichen Anreizen, finanziellen Entlastungen, Quoten, Standards, Förderung und Information, Kommunikation und Ausbildung verstärken
- ▶ **Industrie: frühzeitig innovative Verfahren anreizen und neue Wertschöpfungsnetzwerke aufbauen**
Strukturwandel genauer untersuchen, Alternativen für Grundstoffe finden, Wasserstoffanwendungen einführen, Unternehmensnetzwerke stärken

ZENTRALE ERGEBNISSE: CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN DER ENERGIEWENDE

- ▶ **Mit erhöhten Anstrengungen in allen Sektoren lassen sich die Ziele von Paris erreichen**
- ▶ **Ein breiter Energieträgermix ermöglicht kostengünstigere und robustere Transformationspfade**
- ▶ **Der Ausbau und die Integration erneuerbarer Energien müssen forciert werden**
- ▶ **Synthetische erneuerbare Energieträger ergänzen Energieeffizienz und den Ausbau erneuerbarer Energien**
- ▶ **Ein verlässlicher Planungshorizont macht aus dem erforderlichen Strukturwandel eine Modernisierungschance**
- ▶ **Gebäudebestand und Energiesektor benötigen die höchsten Investitionen; die Verkehrswende fußt auf mehreren Säulen**
- ▶ **Eine erfolgreiche Energiewende ist eingebettet in die internationalen Entwicklungen**
- ▶ **Entscheidungsspielräume und Teilhabe fördern gesellschaftliche Akzeptanz**

DANKE!

Stefan Siegemund

Stellv. Bereichsleiter

Erneuerbare Energien und Mobilität

siegemund@dena.de

www.dena.de

