

Wie sicher ist die Energieversorgung ohne russisches Erdgas?

Daten, Fakten und Handlungsempfehlungen

– Eine Analyse des IEK-3 am Forschungszentrum Jülich –

Die europäische Energieversorgung ist in hohem Maße auf Energieimporte angewiesen. Dies gilt in besonderem Maße auch für Deutschland: Fast drei Viertel des deutschen Energieverbrauchs wird aktuell importiert. Insbesondere bei Erdgas ist die Importabhängigkeit mit einer Quote von ca. 94% besonders ausgeprägt. Mit einem Anteil von über 50% dominiert Russland die derzeitigen Erdgasimporte nach Deutschland.

Im Zuge des Ukraine-Kriegs wird ein Wegfall von russischen Erdgasimporten als Sanktionsmaßnahme für möglich gehalten bzw. diskutiert. In diesem Kontext stellen sich verschiedene Fragen: Ist es möglich, den Wegfall der russischen Erdgasimporte innerhalb von wenigen Tagen zu kompensieren? Welche Möglichkeiten bestehen in den nächsten Monaten, um das Erdgasangebot zu diversifizieren? Welche Rolle könnten zusätzliche LNG-Lieferungen spielen? Welche Bedeutung haben Erdgasspeicher, um mögliche Versorgungsengpässe zu überbrücken? Welche Energieversorgungsstrategie sollte Deutschland in den nächsten Jahren verfolgen?

Das Institut für Techno-ökonomische Systemanalyse (IEK 3) am Forschungszentrum Jülich hat hierzu Analysen durchgeführt. Die daraus abgeleiteten Kernaussagen fokussieren im Wesentlichen auf Erdgas, für das die Importabhängigkeit von Russland besonders ausgeprägt ist und bei dem es sich um einen leitungsgebundenen Energieträger handelt. Gleichwohl gilt es aber auch, die russische Importabhängigkeit von Kohle und Erdöl zu reduzieren. Folgende Ergebnisse und Handlungsempfehlungen sind festzuhalten:

Kurzfristige Möglichkeiten mit Umsetzung in wenigen Tagen:

- Etwa ein Drittel des nach Deutschland importierten Erdgases aus Russland lässt sich kurzfristig in den Sektoren Haushalte, GHD, Industrie und Stromerzeugung einsparen. Das Maßnahmenportfolio besteht aus Verhaltensänderungen (Haushalte) sowie aus einem Brennstoffwechsel bei der Stromerzeugung und im Industriesektor. Die Substitution von Strom aus Erdgas ist mit zusätzlichen CO₂-Emissionen verbunden. Angesichts der prekären Versorgungslage und für die Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit sind die Mehremissionen in Kauf zu nehmen.

Mittelfristige Möglichkeiten mit Umsetzung in wenigen Monaten:

- Deutschland verfügt über die größten Erdgasspeicherkapazitäten in Europa. Die Entwicklung der Speicherfüllstände der vergangenen Monate verdeutlicht, dass die derzeit gesetzten marktwirtschaftliche Anreize nicht ausreichen, um die vorhandenen Speicher für den Winter ausreichend zu bevorraten. Auch bei den Gasspeichern ist eine Abhängigkeit von Russland festzustellen: Etwa 20% der deutschen Speicherkapazität befinden sich in russischem Besitz. Diese Speicherkapazität wurde in den vergangenen Monaten nicht für eine Winterbevorratung eingesetzt. Ein marktwirtschaftlicher Grund ist hierfür nicht ersichtlich. Zukünftig ist eine staatlich geregelte strategische Gasbevorratung notwendig, die ausreichende Speicherfüllstände zu bestimmten Zeitpunkten garantiert. Das in Vorbereitung befindliche Gesetz zur Bevorratung von Gasspeichern wird hier Abhilfe schaffen.

- Über 40% des EU-weiten Erdgasimports stammt aus Russland. Ein Großteil gelangt über deutsche Pipelines in die Mitgliedstaaten. Über 50% des deutschen Erdgasverbrauchs wird durch russische Gaslieferungen gedeckt. Eine Diversifizierung des Erdgasbezugs in wenigen Monaten ist im Wesentlichen nur mit zusätzlichen LNG-Importen (LNG: Liquefied Natural Gas) zu erreichen. Einen deutschen Alleingang aus der russischen Importabhängigkeit gibt es nicht. Vielmehr bedarf es einer gesamteuropäischen Anstrengung und Strategie. Hierzu gehört die höhere Auslastung der bestehenden LNG Terminals, die in der Vergangenheit unterdurchschnittlich ausgelastet waren. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass der LNG-Transport durch bestehende Pipeline-Engpässe (z.B. Spanien-Frankreich) limitiert ist und eine Weiterverteilung des regasifizierten Erdgases mitunter erschwert. Zukünftig ist eine EU-weite und konzertierte Beschaffungsstrategie für LNG mit langfristigen Kontrakten notwendig, die für eine Diversifizierung des Erdgasangebots sorgt.
- Unsere Analysen verdeutlichen, dass ein Importstopp von russischem Erdgas in wenigen Monaten kompensiert werden kann und eine energetische Versorgung bis einschließlich des nächsten Winters garantiert werden kann. Notwendig ist jedoch eine Nachfragereduktion in Kombination mit der intensiveren Nutzung von LNG und Erdgasspeicherung auf europäischer Ebene.

Langfristige Möglichkeiten mit Umsetzung in wenigen Jahren:

- Deutschland verfügt derzeit über keine LNG-Terminals. Für eine Diversifizierung des Gasbezugs ist jedoch der Bau von LNG Kapazitäten erforderlich. Die derzeit geplanten LNG Terminals weisen eine Kapazität von maximal 30 Mrd. m³ auf, was etwa ein Drittel des heutigen Erdgasbedarfs entspricht. Die geplanten Terminals sollten schnellstmöglich gebaut werden. Um die Wirtschaftlichkeit der Terminals auch langfristig zu gewährleisten, sollten diese zukunftsorientiert so konzipiert werden, dass sie auch für eine zukünftige Wasserstoffversorgung genutzt werden können.
- Haushalte und Industrie sind sowohl EU-weit als auch in Deutschland die größten Gasverbraucher. Daher sollte die Durchführung von Energieeinsparmaßnahmen forciert werden. Des Weiteren ist der Austausch erdgasbasierter Heizungssysteme durch Wärmepumpen zu beschleunigen. Beide Maßnahmen bewirken eine signifikante Einsparung von Erdgas und ebnen den Weg für eine treibhausgasneutrale Energieversorgung. Die Maßnahmen sollten durch entsprechende zusätzliche Förderprogramme angereizt werden, um eine schnelle Umsetzung zu erreichen.
- Unsere Analysen zeigen, dass eine treibhausgasneutrale Energieversorgung bis zum Jahr 2045, die Importabhängigkeit von heute über 70% auf gut 20% bei deutlich sinkendem Energieverbrauch reduziert. Der Einsatz von Erdgas für die Energieversorgung besitzt keine Relevanz mehr. Der Ausbau der Erneuerbaren wie Wind an Land und auf See, Photovoltaik, Bioenergie sollte daher massiv vorangetrieben werden und ist neben dem Ergreifen energieeffizienter Maßnahmen die nachhaltigste Option, sich aus der Importabhängigkeit zu befreien.

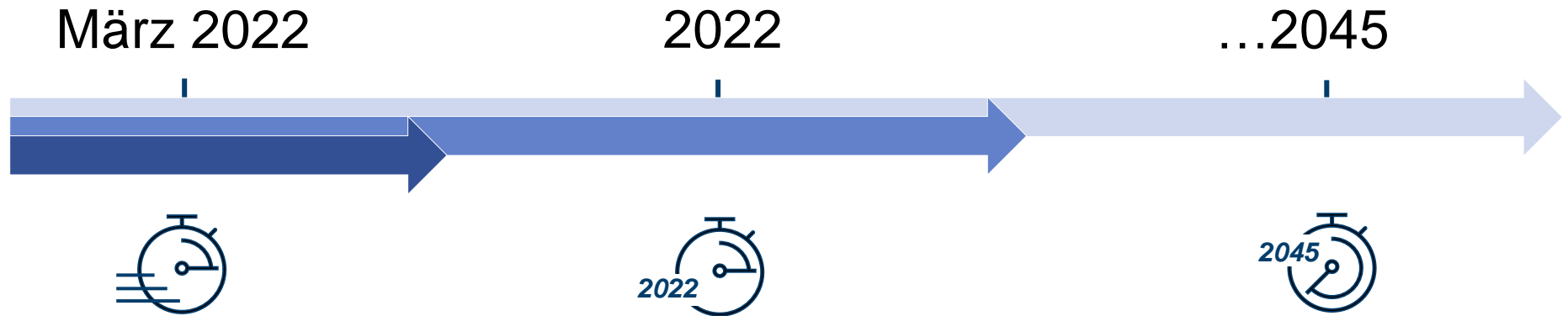
Wie sicher ist die Energieversorgung ohne russisches Erdgas?

16.03.2022

iek3-sekretariat@fz-juelich.de

IEK-3: Techno-ökonomische Systemanalyse

Wie sicher ist die Energieversorgung ohne russisches Erdgas?



... in Tagen bis Wochen

- Einsparmaßnahmen und Brennstoffwechsel
- CO₂ Mehremissionen durch Energieträgerwechsel

... in Wochen bis Monaten

- Einsparmaßnahmen in allen Sektoren
- Füllung der Erdgas-Speicher
- Hochfahren von LNG-Importen
- Erhöhung der Erdgasförderung

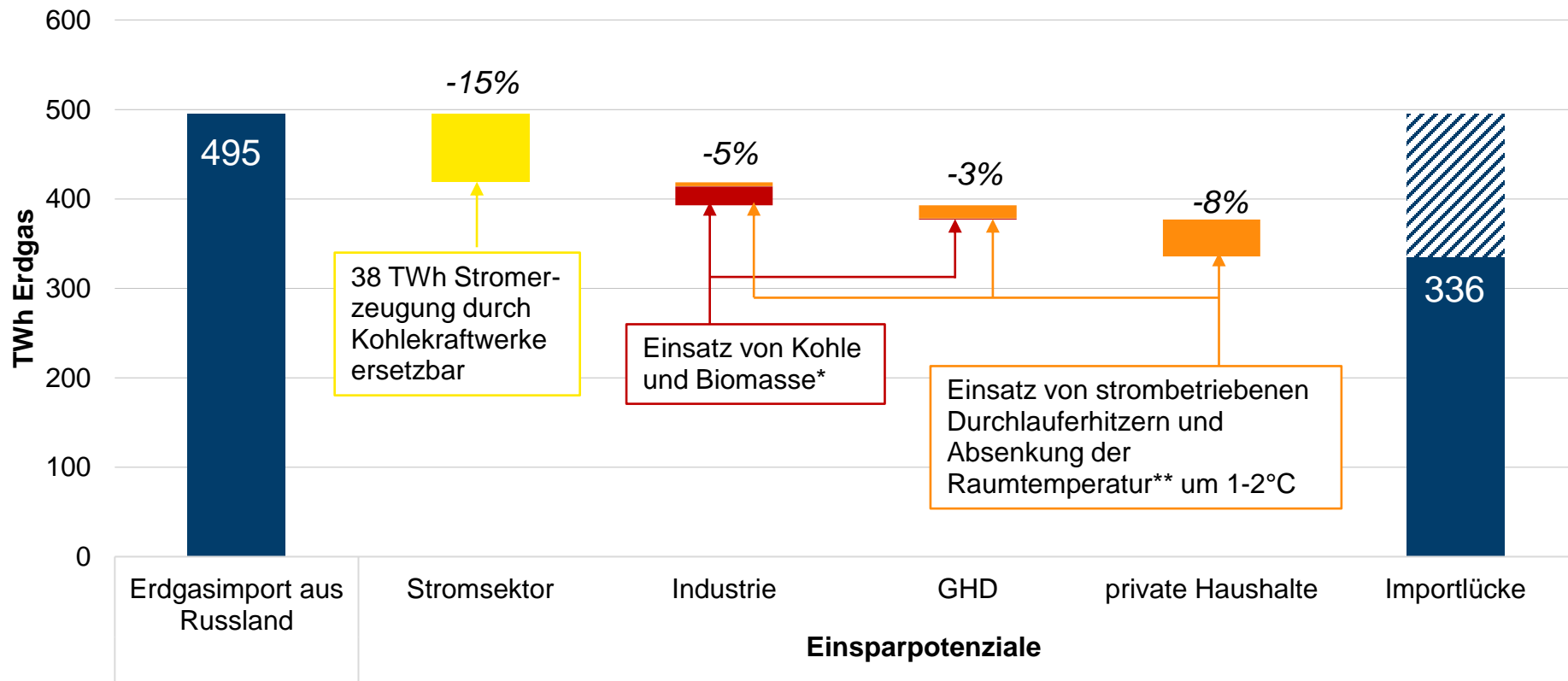
... in Monaten bis Jahren

- Energieeffizienz
- Massiver Ausbau der erneuerbaren Energien
- Ausstieg fossile Energien
- Ziel bleibt Treibhausgasneutralität

Etwa ein Drittel der russischen Erdgasimporte können kurzfristig eingespart werden. Ein russisches Gasembargo führt dennoch zu einer **Versorgungslücke von 336 TWh**.



Sektorale Einsparpotenziale für den deutschen Erdgaseinsatz



■ Verstromung ■ Prozesswärme ■ sonst. Anwendung ■ Raumwärme & Warmwasser (RW&WW) ■ Russische Abhängigkeit

*Frisch et al. Prozesswärme im Marktanreizprogramm. Zwischenbericht zu Perspektivische Weiterentwicklung des Marktanreizprogramms. 2010 | ** $\frac{19^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C}}{20^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C}} = 0,94$; Absenkung um 1 Kelvin bei \varnothing 20°C Innentemperatur und \varnothing 3°C Außentemperatur

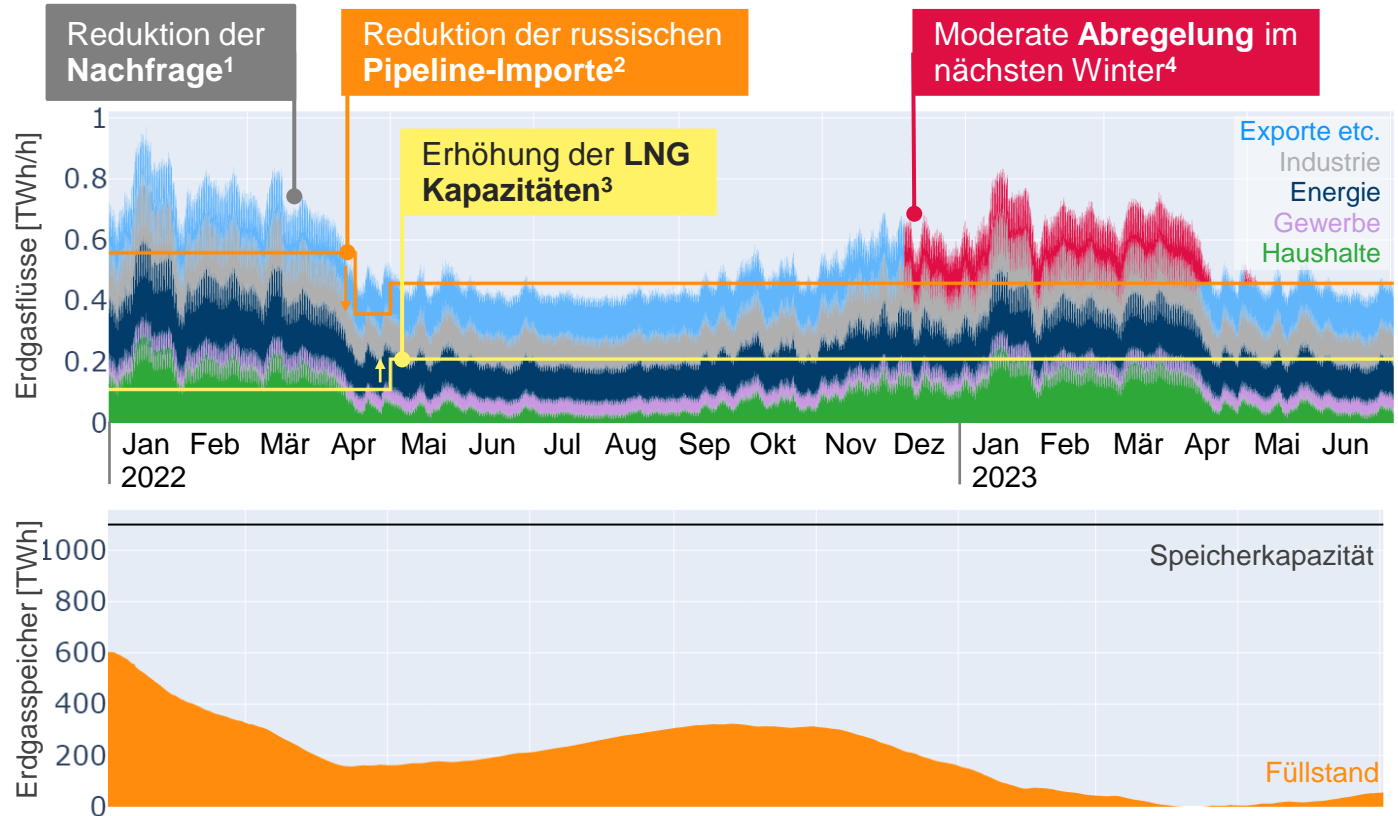
Ein Importstopp von russischem Gas kann auf Europäischer Ebene durch signifikante Nachfragereduktionen und LNG Importe kompensiert werden.



✗ Bei einem Importstopp **ohne** Nachfragereduktion und **ohne** zusätzliche LNG Importe wären die Gasspeicher der EU27-Staaten **Ende April leer**.



Bei maximaler **Nutzung** **Europäischer LNG** Kapazitäten und moderater **Nachfrage-Reduktion** müssten im nächsten Winter Exporte und industrielle Erdgas-Nachfragen über wenige Wochen abregelt werden. Die Haushalte könnten weiterhin versorgt werden.

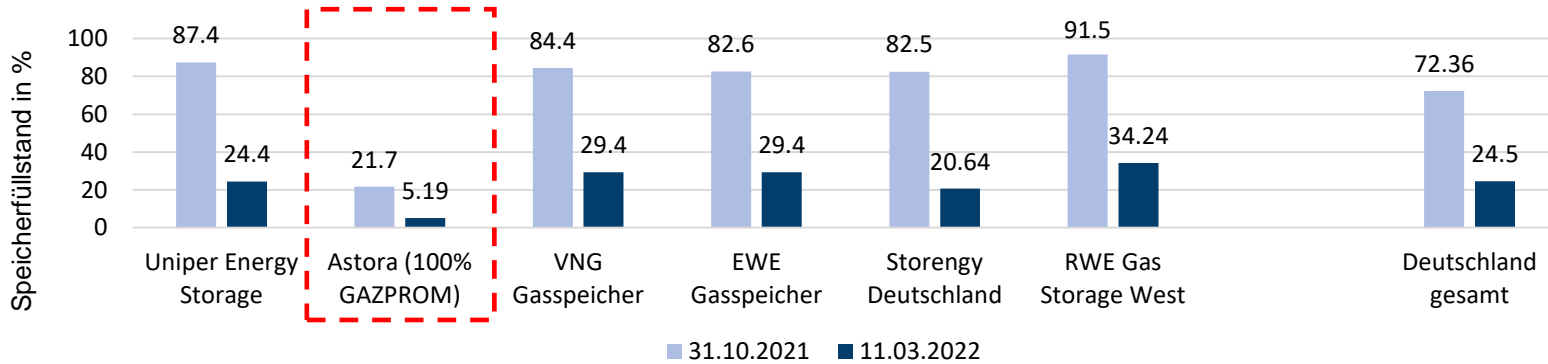


- 1 um 545 TWh/a ab Mitte März (14%). Einsparung nach Sektor: 13% bei den Haushalten, 8% bei Industrie und Gewerbe, 20% im Stromsektor
- 2 um 1750 TWh/a ab Mitte April
- 3 um 965 TWh/a ab Anfang Mai (90% LNG-Terminal-Auslastung)
- 4 um 405 TWh ab Dezember 2022 bis April 2023

Eine strategische Speicherbevorratung ist notwendig, um die Versorgungssicherheit zu garantieren.

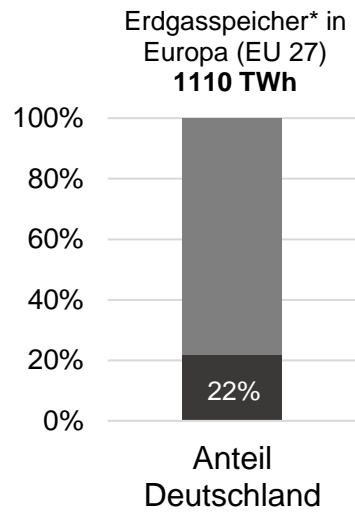


Speicherfüllstände der größten Speicherbetreiber am 31.10.2021 und am 11.03.2022



Speicherfüllstände

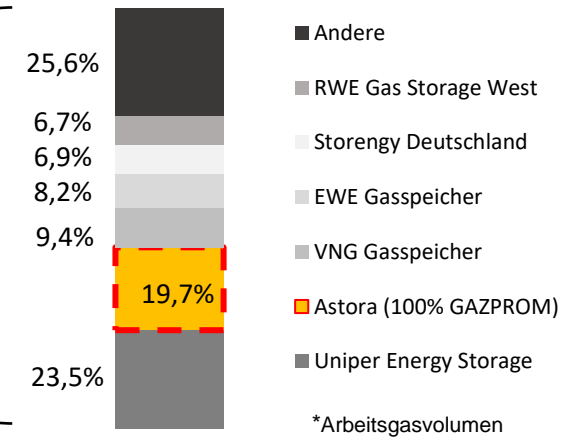
Speichersituation



Anzahl Erdgasspeicher in Deutschland

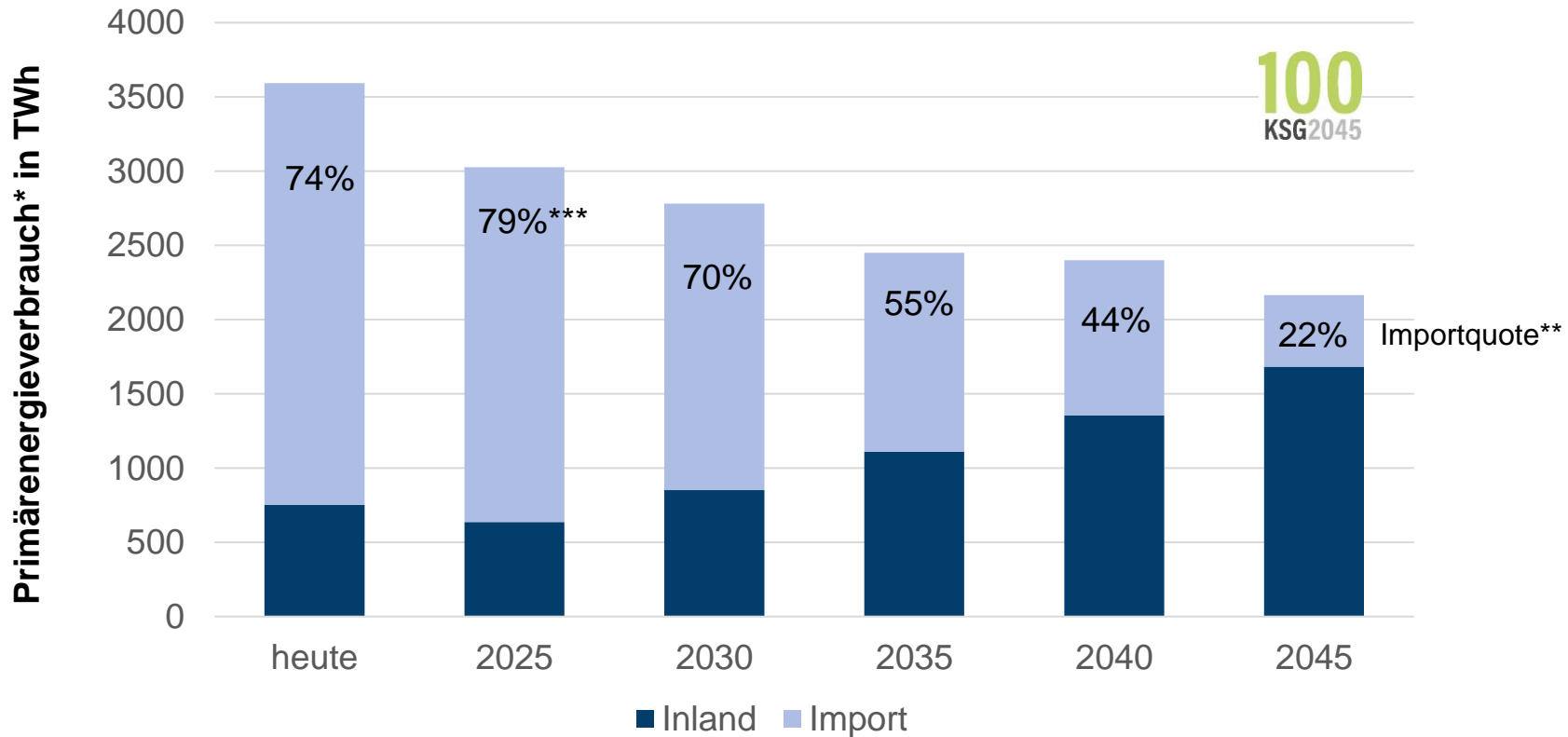
- Porenspeicher: 16 → 9 Mrd. m³
- Salzkavernen: 31 → 15 Mrd. m³

Anteile* der Speicherbetreiber in Deutschland



Quellen: LBEG Niedersachsen 2021, BNetzA Monitoringbericht 2021
<https://www.gazprom-germania.de/geschaeftsfelder/erdgasspeicher.html>, <https://agsi.gie.eu/#/>

Eine treibhausgasneutrale Energieversorgung führt zu einem geringeren Energieverbrauch und zu einer signifikanten Verringerung von Energieimporten.



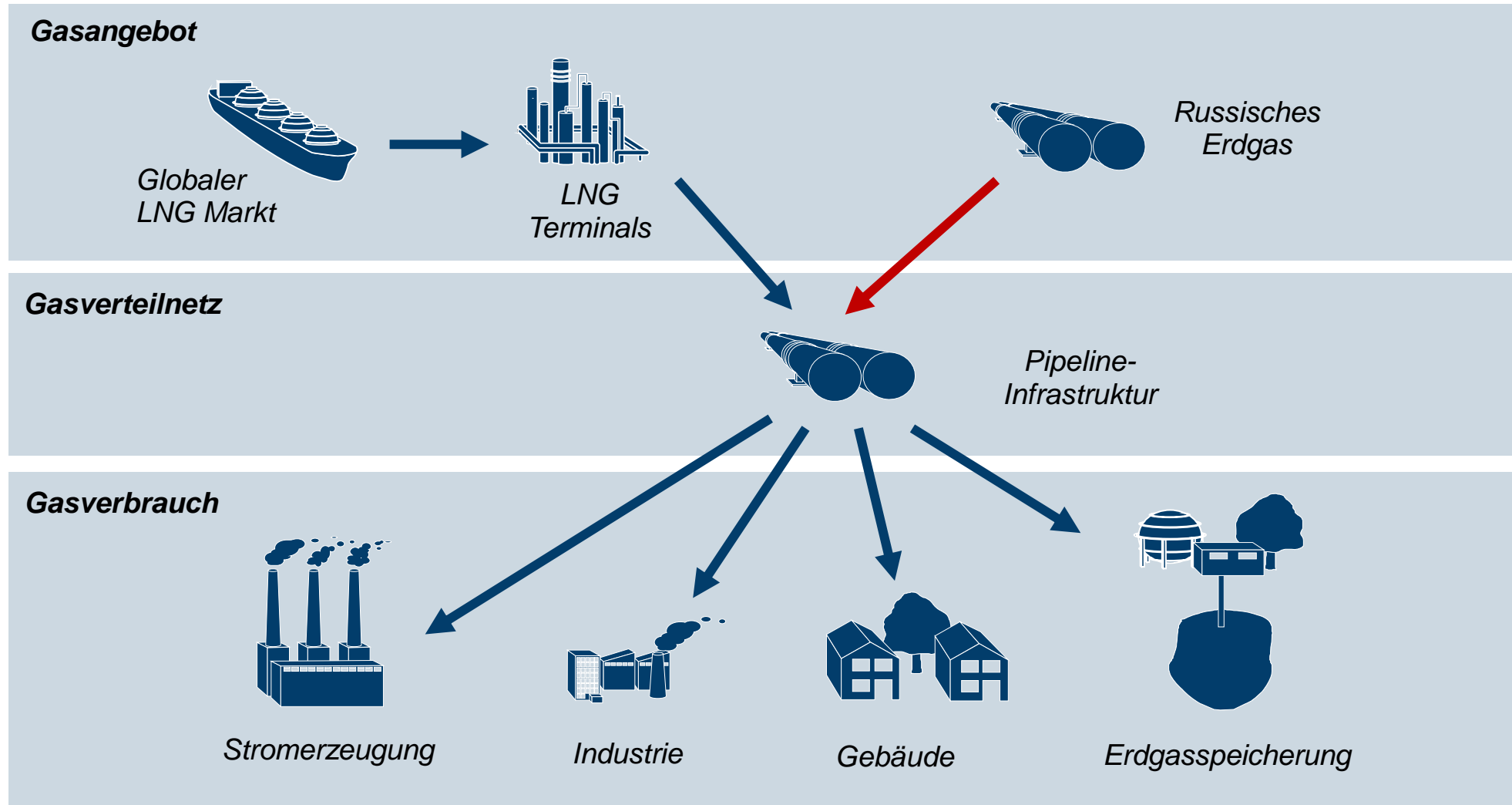
* inkl. nicht-energetischer Bedarf.

** Verlagerung der Energieimporte von Gas, Kohle und Öl in 2022 zu Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen in 2045.

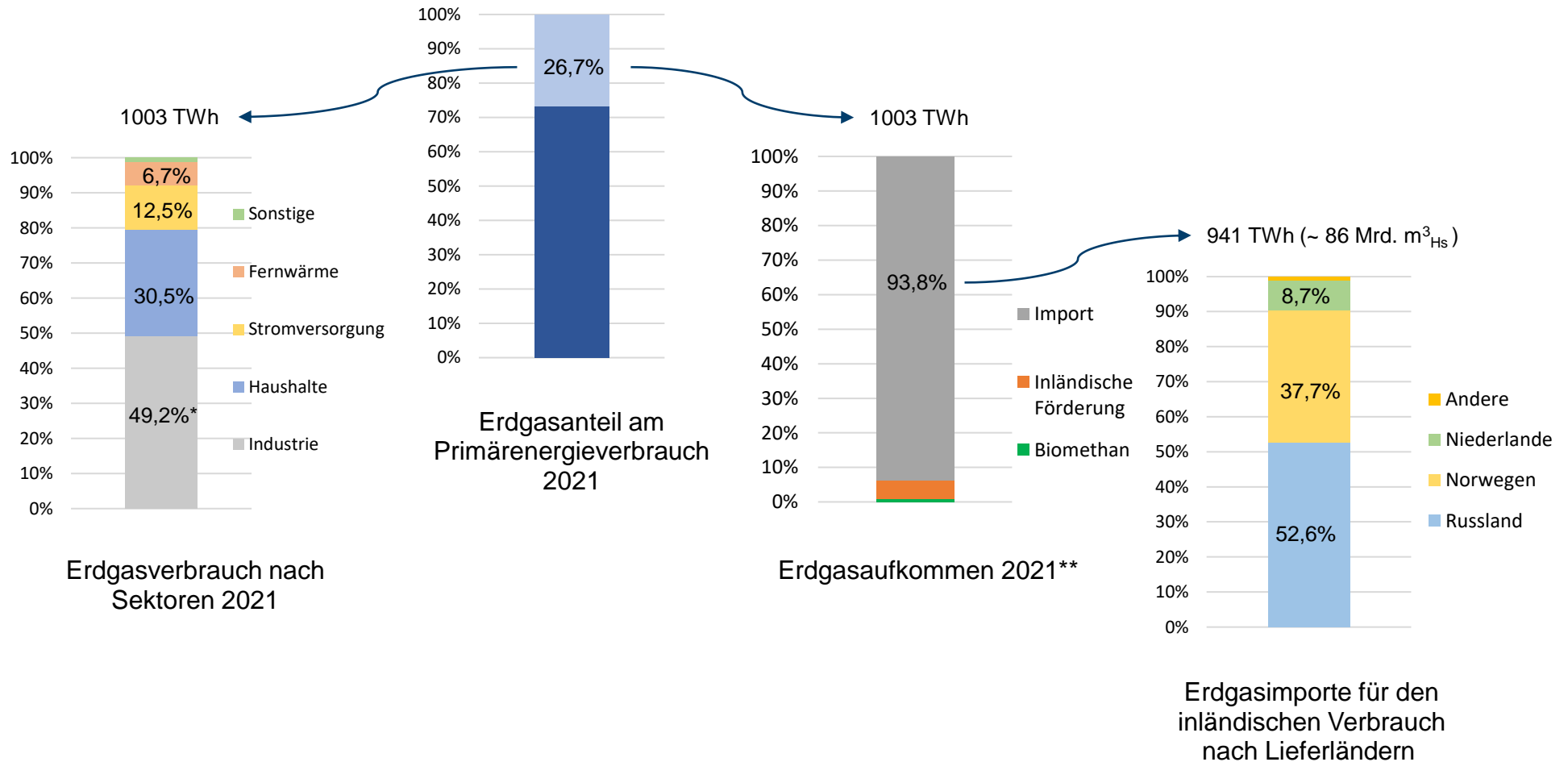
***Kurzfristige Erhöhung der Importquote durch Kohleausstieg.

Link zur Studie: https://www.fz-juelich.de/iek/iek-3/DE/News/strategiesGHGNeutralEnergySupply2045/_node.html

Infografiken zur Gasversorgung



Ein Viertel des deutschen Primärenergieverbrauchs entfällt auf Erdgas, wovon mehr als die Hälfte aus Russland importiert wird.

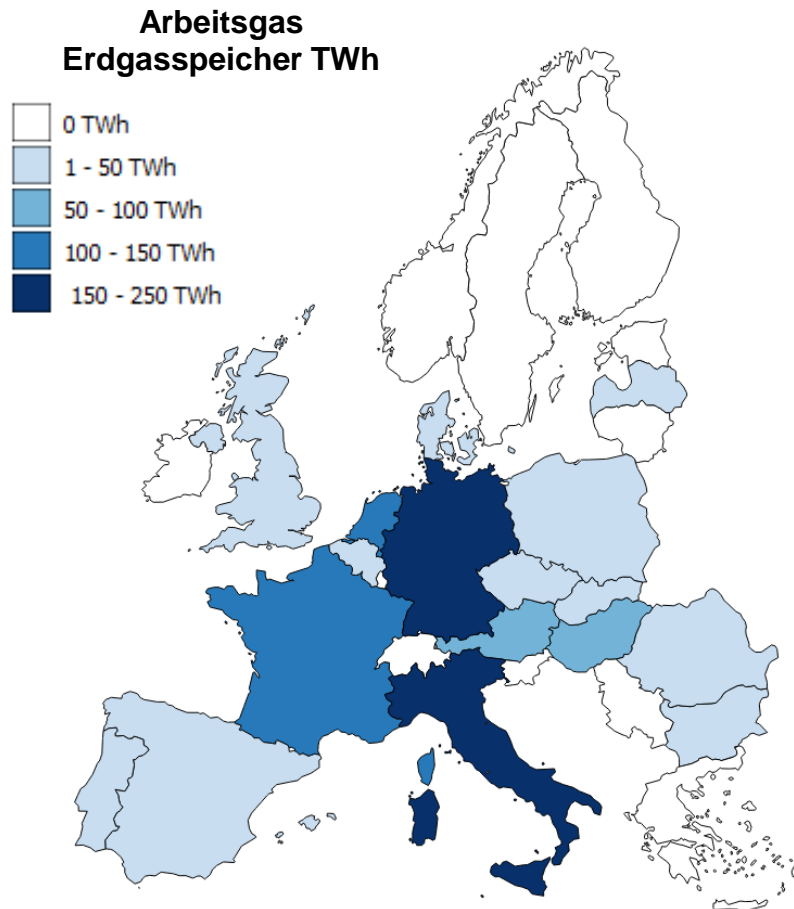


* inkl. Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (12,7%)

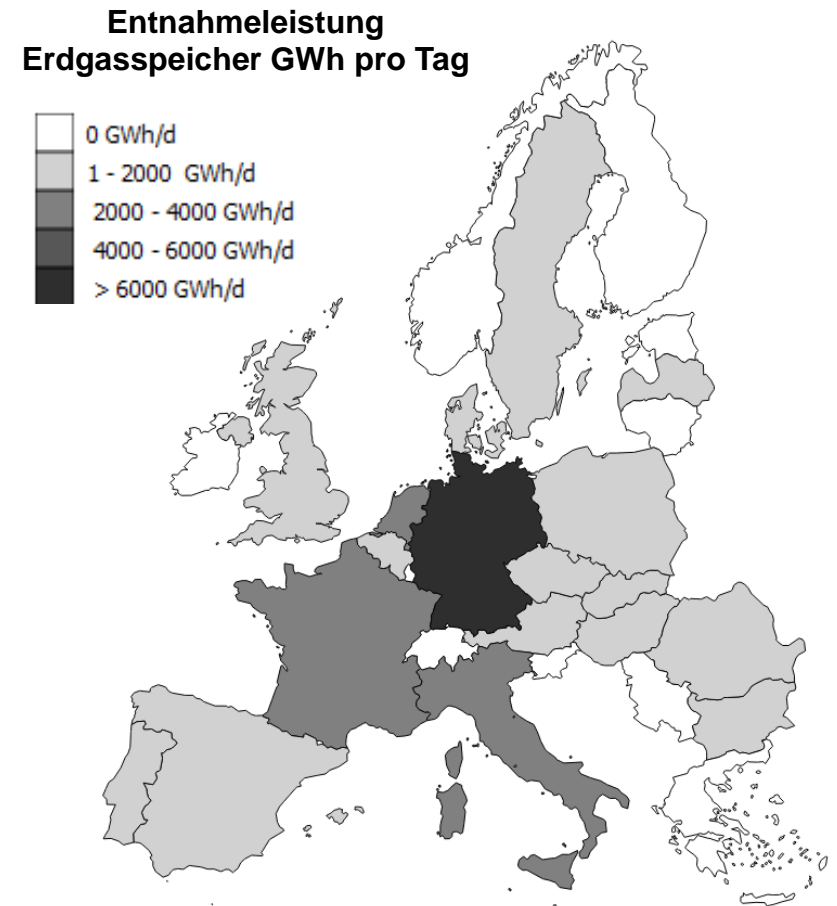
** Ohne Transit, inkl. Speichersaldo

Quellen: BDEW 2021, AGEB 2021, Kreysel et al. 2021, eigene Berechnungen

Es gilt das **Potential der vorhandenen Gasspeicherkapazitäten** in Deutschland und der EU **vollständig auszunutzen**.



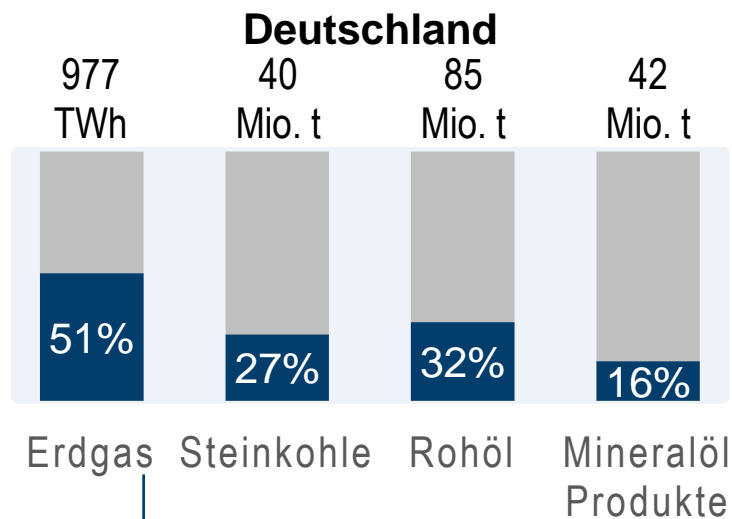
Deutschland besitzt EU-weit die höchste Gasspeicherkapazität:
245 TWh (22% der EU-Gesamtkapazität).
Kurzfristige Druckerhöhung führt zu +10% Speicherkapazität.



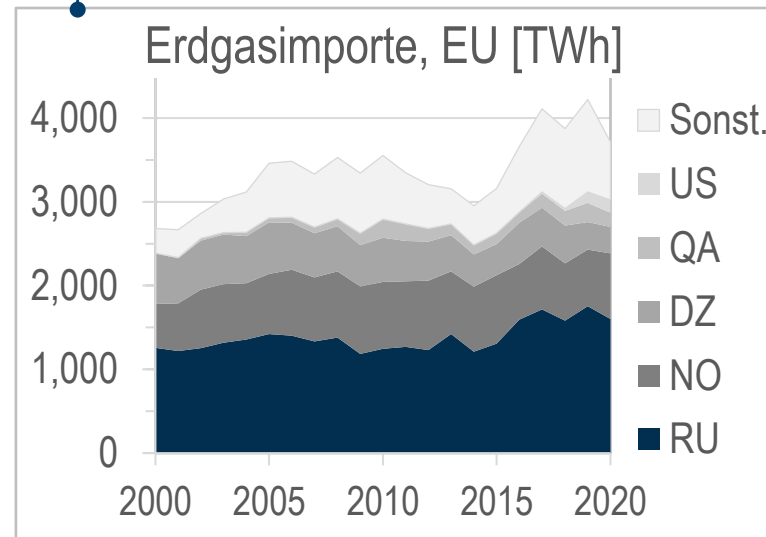
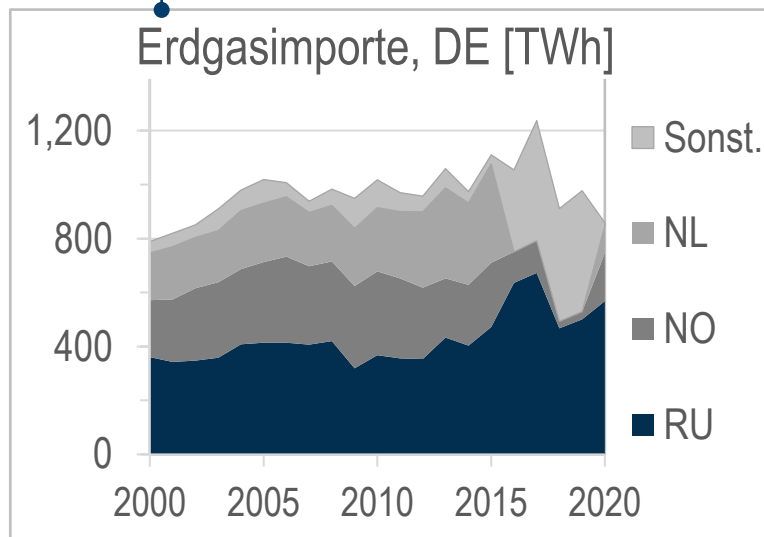
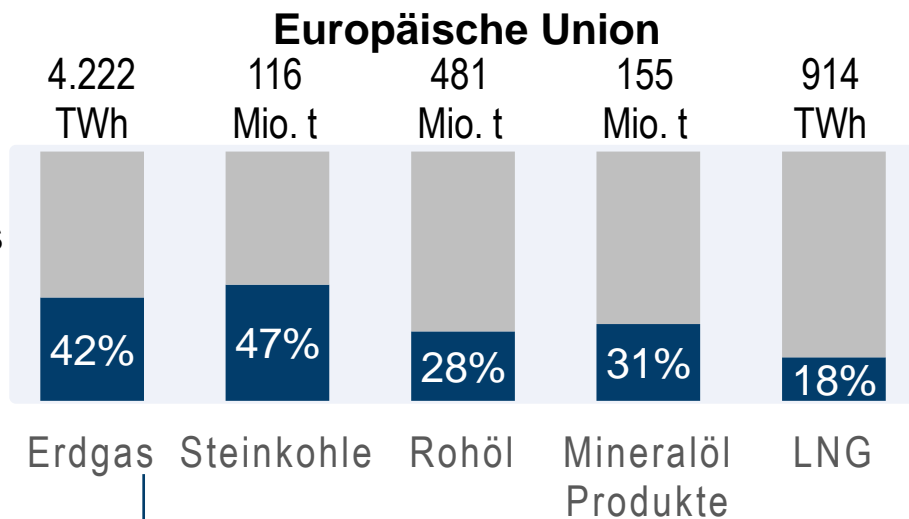
Deutschland hat EU-weit die höchste
Auspeiseleistung: ca. 7 TWh am Tag.

Quelle: AGSI+ AGGREGATED GAS STORAGE INVENTORY; <https://agsi.gie.eu>

Russland ist größter Energielieferant Deutschlands und der EU für die Energieträger Erdgas, Kohle und Rohöl (bei LNG auf Platz 3).



Anteil Russlands an Import 2019



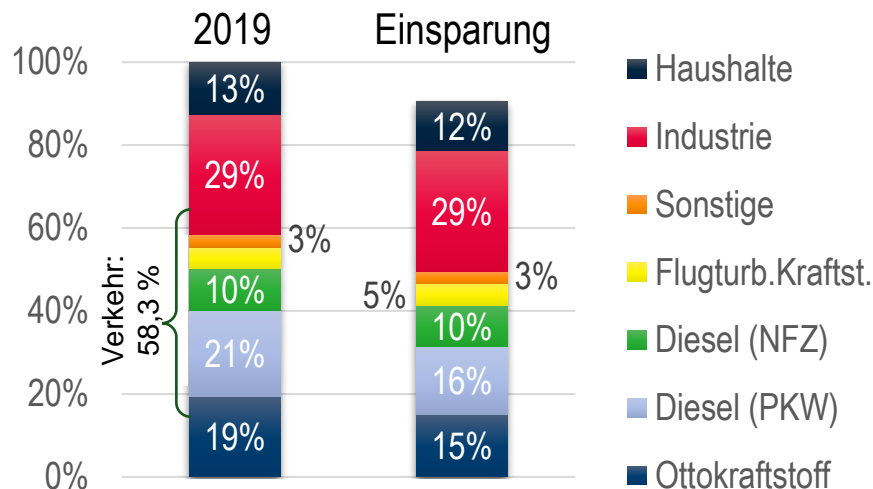
Quelle: Eurostat 2022

Rostocker Hafen könnte Ost- & Mitteldeutsche Raffinerien (eingeschränkt) versorgen. Kurzfristige Verbrauchsreduktion von 10% umsetzbar.

Import von russischem Mineralöl [1]

- ca. 27 Mio. t im Jahr 2019
(gesamt DE: 101 Mio. t Rohölverarbeitung)
- Transport überwiegend per Pipeline zur Versorgung der ostdeutschen Raffinerien
- Alternative Versorgung über Rostocker Hafen mit Einschränkungen denkbar

Verbrauch (Endenergie/stofflich) [2]



Einsparung: PKW-Verkehr [3]

„CORONA-Effekt“

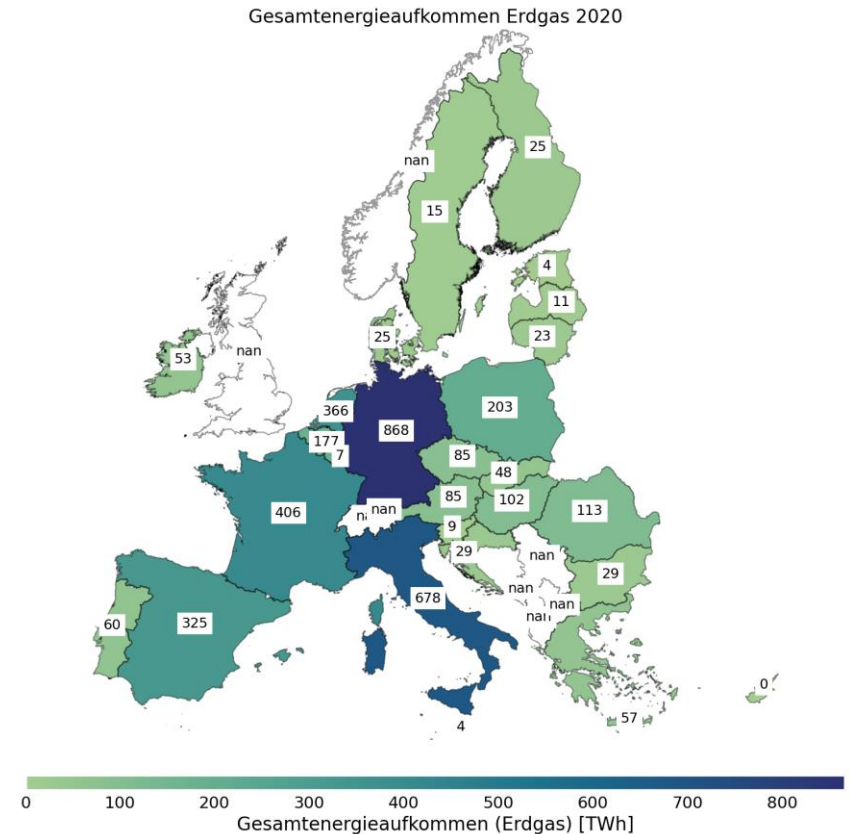
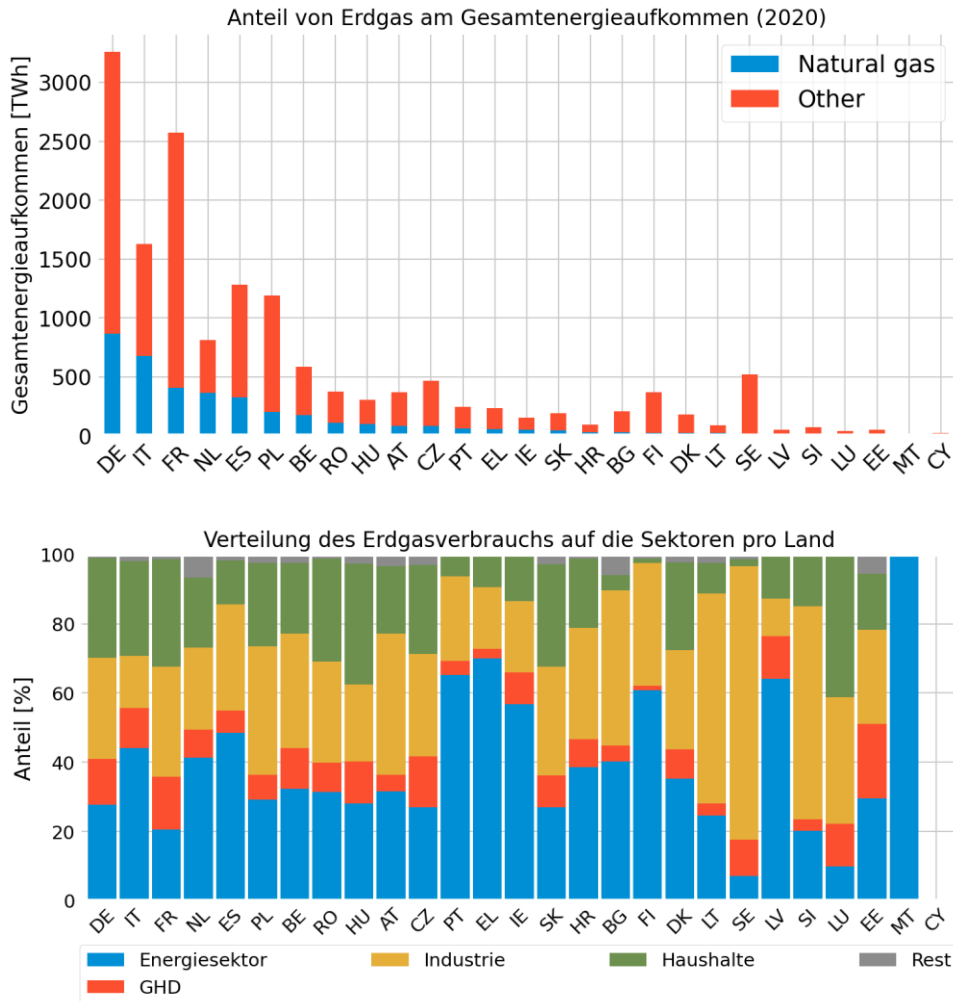
- Monatsfahrleistung Frühjahr 2020 (816 km)
ca. 22 % geringer als 2019 (1051 km)
- Bei gleichbleibendem Verbrauch entspricht das einer verringerten Kraftstoffnachfrage von ebenfalls 22% oder 9% der gesamten Produktnachfrage

Einsparung: Haushalte

- Absenkung Raumtemperatur führt zu Einsparungen von ca. 6% Heizöl oder 1% der gesamten Produktnachfrage

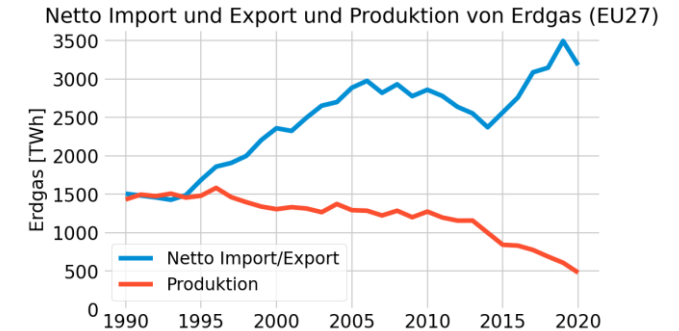
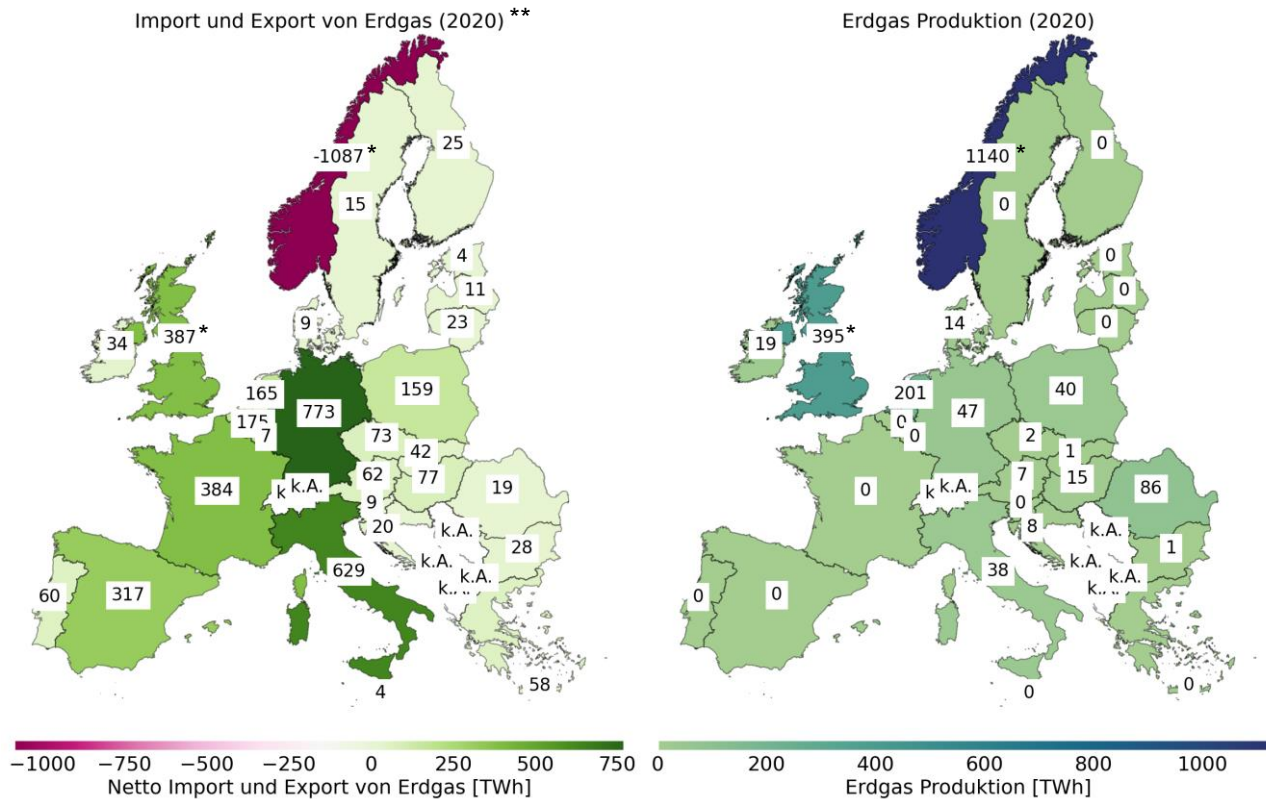
[1] EUROSTAT; [2] BAFA; [3] Deutsches Mobilitätspanel (MOP) – Wissenschaftliche Begleitung und Auswertungen Bericht 2020/2021: Alltagsmobilität und Fahrleistung

Ein Viertel des Gesamtenergieaufkommens der EU wird mit Erdgas gedeckt. 52% des Erdgasbedarfs wird von Haushalten und Industrie verursacht.



Quelle: Eurostat Energiebilanz, 2022

2020 waren **alle Länder der EU Netto-Importeure** von Erdgas. Die **Förderung** in der EU27 deckt den Bedarf zu **13%**. **Deutschland ist größter Importeur** mit geringer eigener Förderung von **~5%** und **geringen Reserven** sowie ausschließlicher Belieferung über Pipelines



- 2020 importierte die EU netto 3.180 TWh (314 Mrd. m³) Erdgas entsprechend 84% des Gesamtbedarfs
- Deutlicher Rückgang der Erdgas-Förderung in der EU27 (2020 zu 1990: -65%)
- Norwegen größter europäischer Erdgasproduzent: 1.140 TWh/a

*: nicht EU27; Werte für GB von 2019

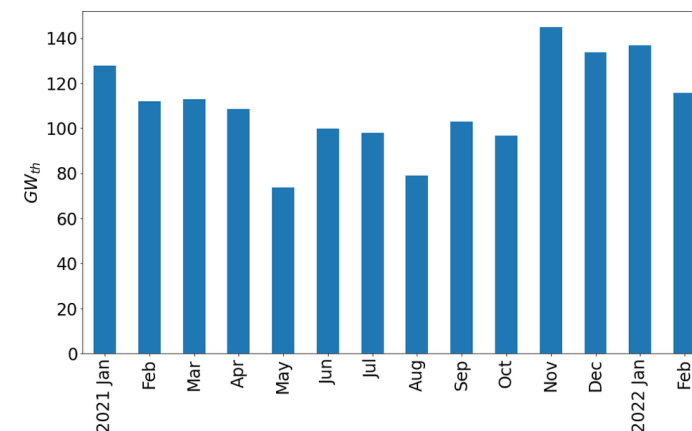
**.: ohne Transitströme, ohne Speichersaldo

Quelle: Eurostat Energiebilanz, 2022

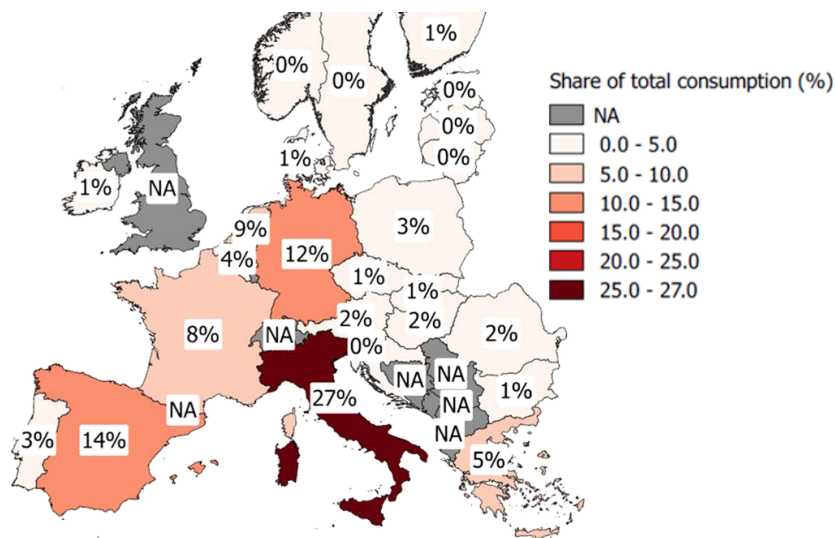
Die Erdgasverstromung in Deutschland ist bereits um ein Fünftel im Vergleich zur Vorjahresperiode **abgesenkt** worden.

- Gasverbrauch der EU-Stromerzeugung, 2021: 939 TWh_{Gas}, Anteil Gesamt-Gasverbrauch: 24,5%
- Anteil der Stromerzeugung über Erdgas in der EU: ~ 13% von 3.343 TWh_{Strom}
- Steigerung der EU-Erdgasnachfrage, Stromerzeugung 1. Quartal 2022 zu 2021: +5.4%
- Anteil Deutschlands an der EU-Erdgasnachfrage 2022: 12% → -22% Rückgang im Vergleich zum 1. Quartal 2021

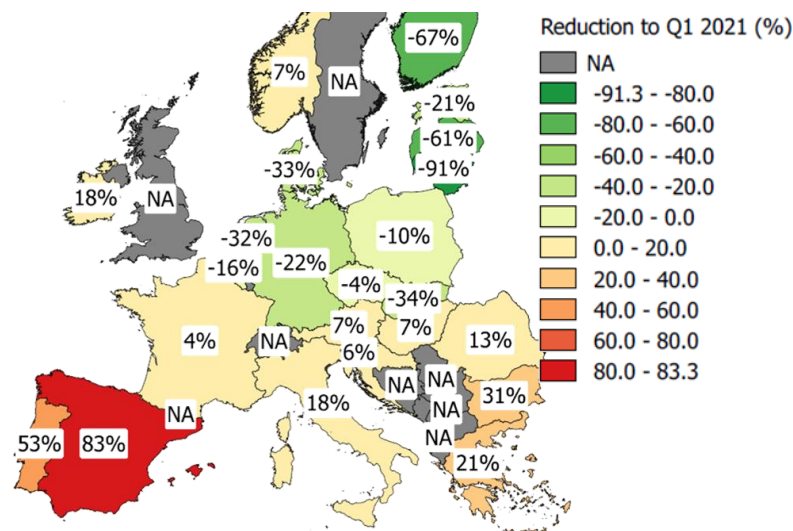
Monatliche Erdgasnachfrage der EU-Stromerzeugung seit Januar 2021



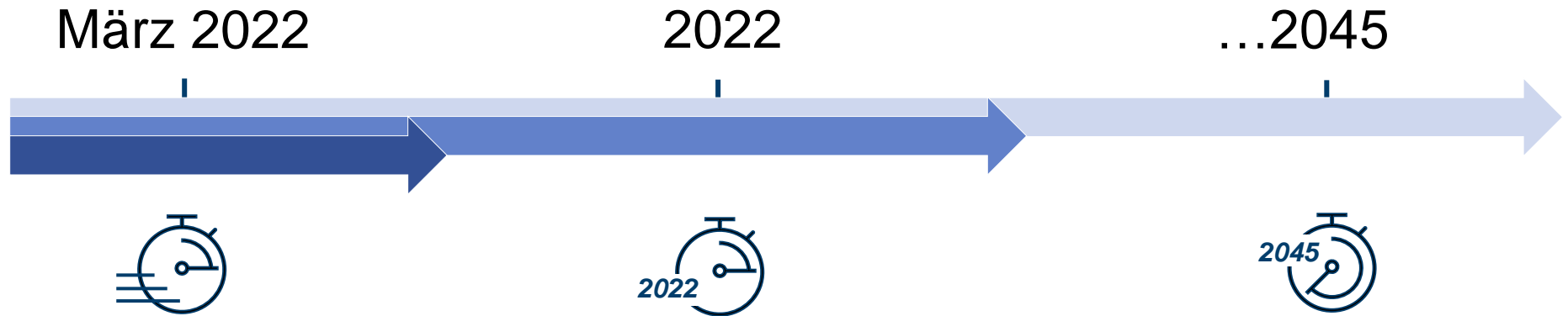
Nationale Anteile der EU-Länder an der gesamteuropäischen Erdgasnachfrage im Jahr 2022



Reduzierung der Erdgasnachfrage in Q1 2022 im Vergleich zu Q1 2021



Wie sicher ist die Energieversorgung ohne russisches Erdgas?



... in Tagen bis Wochen

- **Einsparmaßnahmen und Brennstoffwechsel**
- **CO₂ Mehremissionen durch Energieträgerwechsel**

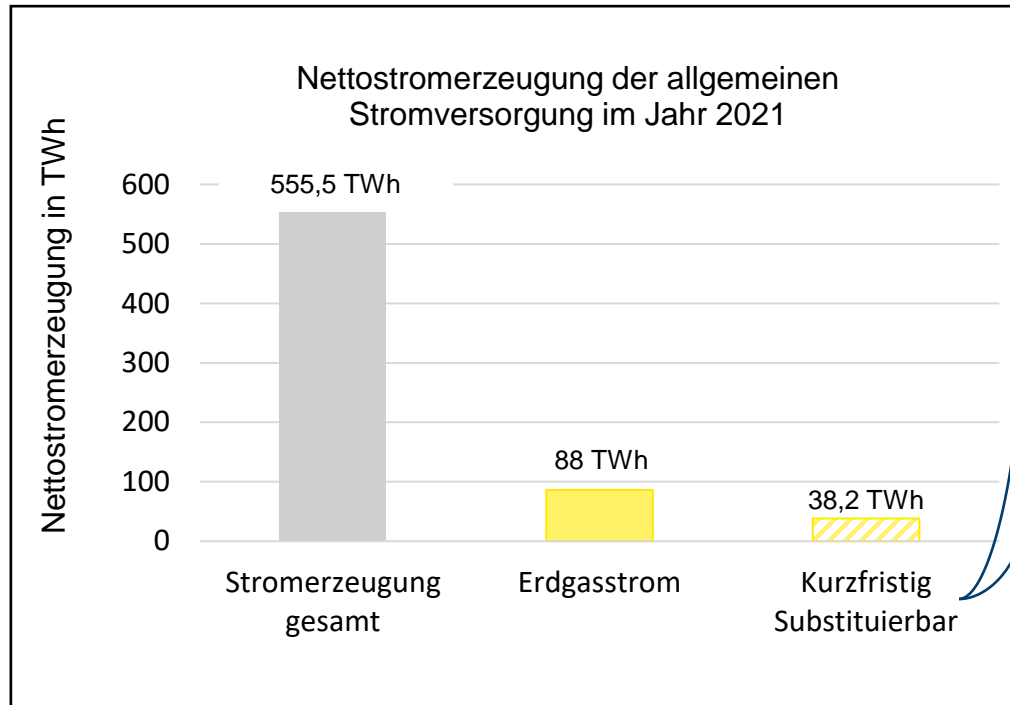
... in Wochen bis Monaten

- **Einsparmaßnahmen in allen Sektoren**
- **Füllung der Erdgas-Speicher**
- **Hochfahren von LNG-Importen**
- **Erhöhung der Erdgasförderung**

... in Monaten bis Jahren

- **Energieeffizienz**
- **Massiver Ausbau der erneuerbaren Energien**
- **Ausstieg fossile Energien**
- **Ziel bleibt Treibhausgasneutralität**

43% des aktuellen Erdgasbedarfs zur Gasverstromung lassen sich durch kurzfristige Einsparmaßnahmen kompensieren.



Option 1: Ersatz durch Stein- und Braunkohlekraftwerke

- Reaktivierung der stillgelegten Steinkohlekraftwerke (1. u. 2. Ausschreibung)
- Höhere Auslastung der bestehenden Steinkohlekraftwerke
- Laufzeitverlängerung der stillgelegten Steinkohlekraftwerke (Ausschreibung 3 und 4)
- Reaktivierung der BK-Kraftwerke aus der Sicherheitsbereitschaft (§13 g EnWG): ca. 1,8 GW

→ Jährliche CO₂-Mehremissionen: ca. **20,5 Mio. t**

Option 2: Ersatz durch Steinkohlekraftwerke

- Reaktivierung der stillgelegten Steinkohlekraftwerke (1. u. 2. Ausschreibung)
- Deutliche höhere Auslastung der bestehenden Steinkohlekraftwerke
- Laufzeitverlängerung der stillgelegten Steinkohlekraftwerke (Ausschreibung 3 und 4)

→ Jährliche CO₂-Mehremissionen: ca. **16,7 Mio. t**

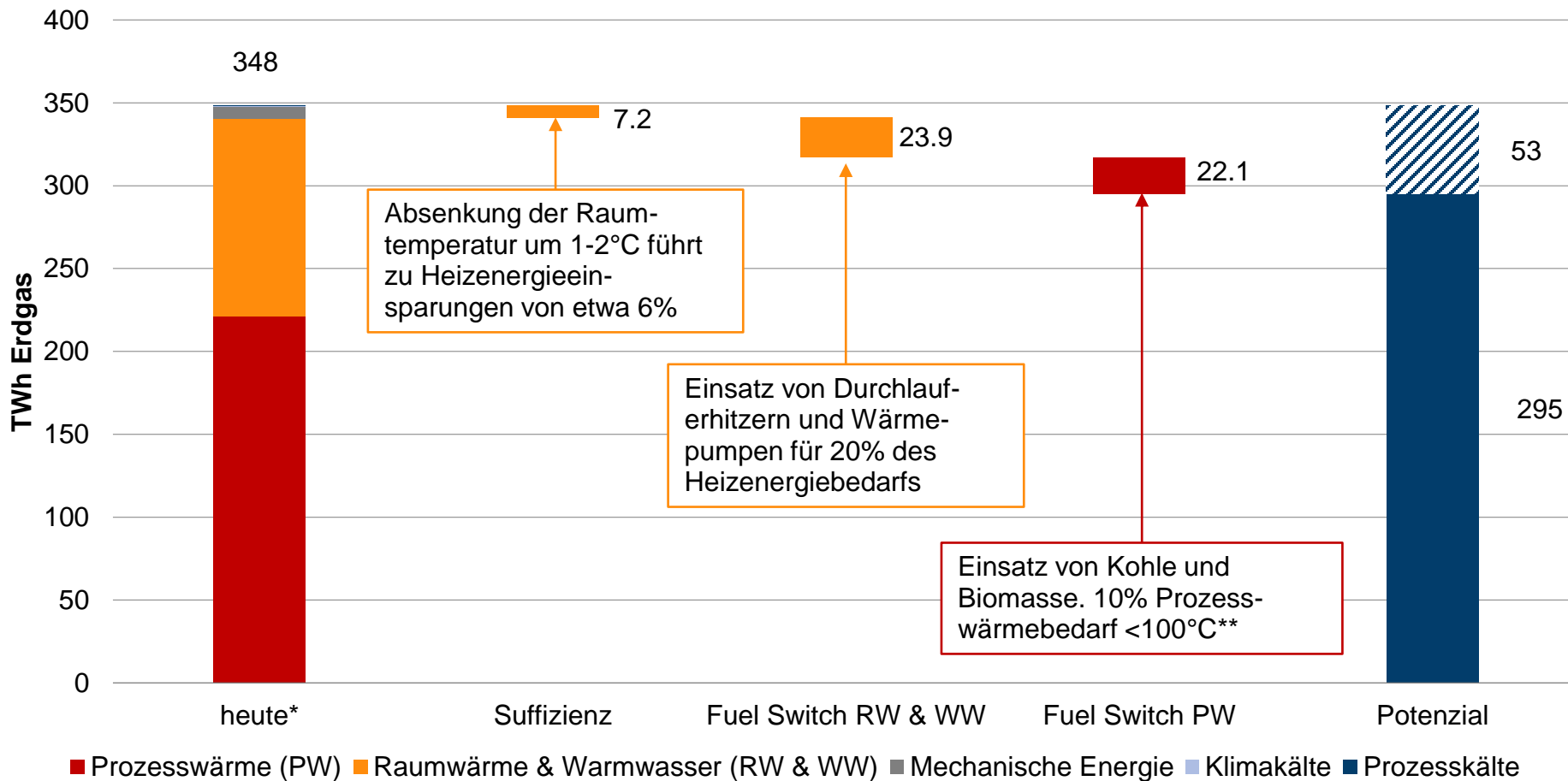
INFO

Erdgas wird in GuD-Kraftwerken, Gasturbinen und BHKW etc. zur Verstromung eingesetzt.
Ein Großteil entfällt auf Kraftwärmekopplungsanlagen, der standortbedingt (lokale Wärmenachfrage) nicht substituiert werden kann.

15% des aktuellen Erdgasbedarfs im GHD- und Industriesektor lassen sich durch kurzfristige Einsparmaßnahmen kompensieren.

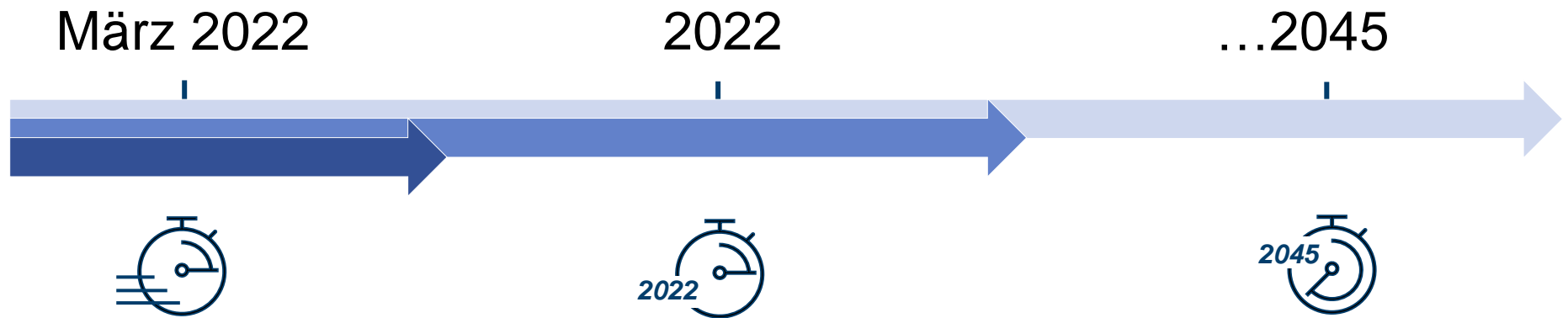


Einsparpotenzial beim Erdgaseinsatz im GHD- und Industriesektor



*AGEB – Zusammenfassung Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren 2010 bis 2020. <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/anwendungsbilanzen/> 29. September 2021 | **Frisch et al. Prozesswärme im Marktanreizprogramm Zwischenbericht zu Perspektivische Weiterentwicklung des Marktanreizprogramms. 2010

Wie sicher ist die Energieversorgung ohne russisches Erdgas?



... in Tagen bis Wochen

- Einsparmaßnahmen und Brennstoffwechsel
- CO₂ Mehremissionen durch Energieträgerwechsel

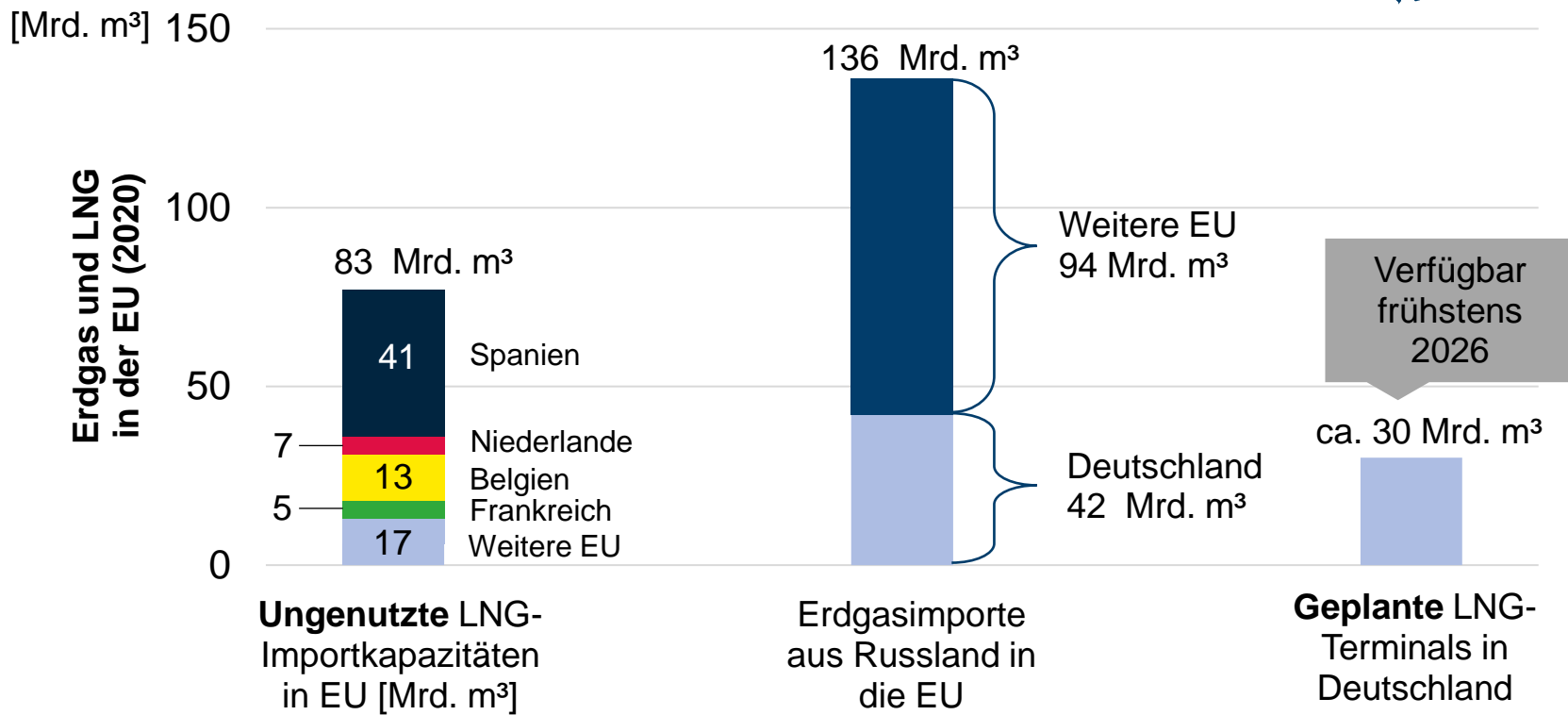
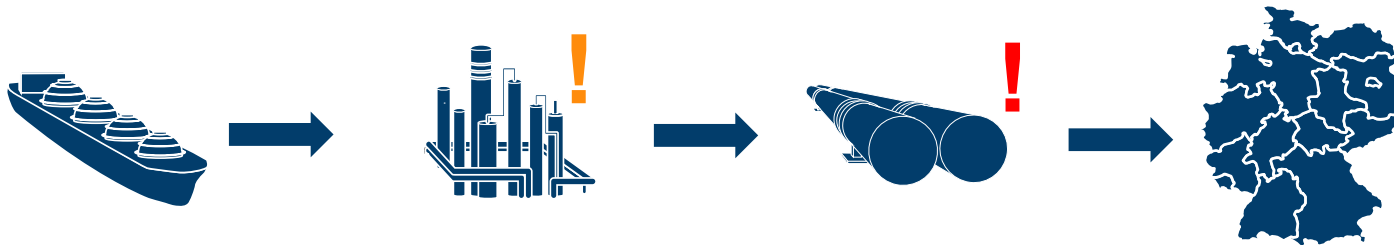
... in Wochen bis Monaten

- **Einsparmaßnahmen in allen Sektoren**
- **Füllung der Erdgas-Speicher**
- **Hochfahren von LNG-Importen**
- **Erhöhung der Erdgasförderung**

... in Monaten bis Jahren

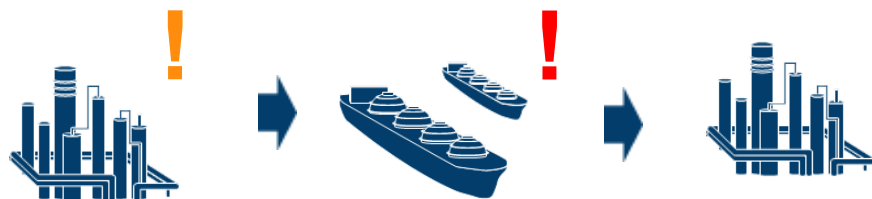
- **Energieeffizienz**
- **Massiver Ausbau der erneuerbaren Energien**
- **Ausstieg fossile Energien**
- **Ziel bleibt Treibhausgasneutralität**

Heute verfügbare LNG-Importkapazitäten und innereuropäische Netzengpässe verhindern vollständige Substitution von russischen Erdgasimporten in Deutschland und der EU.

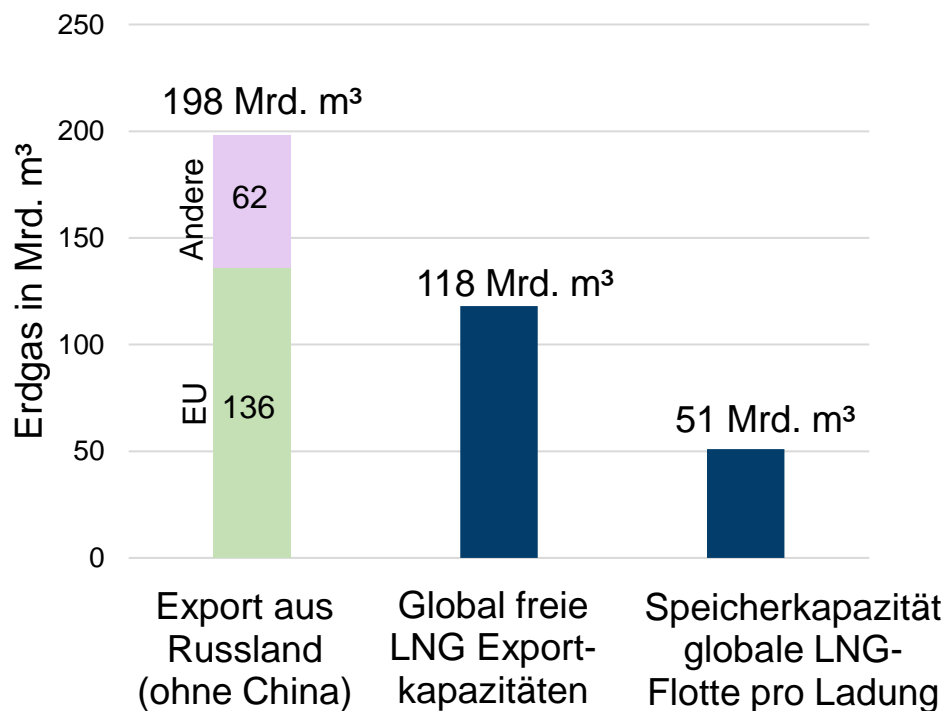


Eigene Berechnungen basierend auf: Kreysel, M.-A., Fasold H.-G. (2021), Gas Infrastructure Europe, 2022. Eurostat 2022. GIIGNL 2021. Gulf Energy Council 2021.

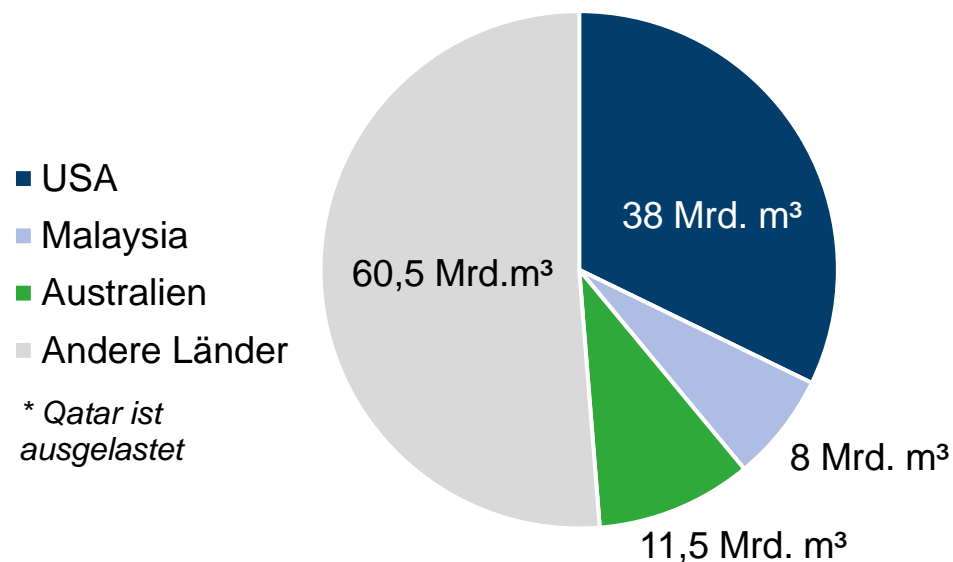
Heute verfügbare **LNG-Exportkapazitäten sind nicht ausreichend**, um russisches Erdgas in der EU alleine zu substituieren.



LNG-Export-Terminal Transport LNG-Import-Terminal



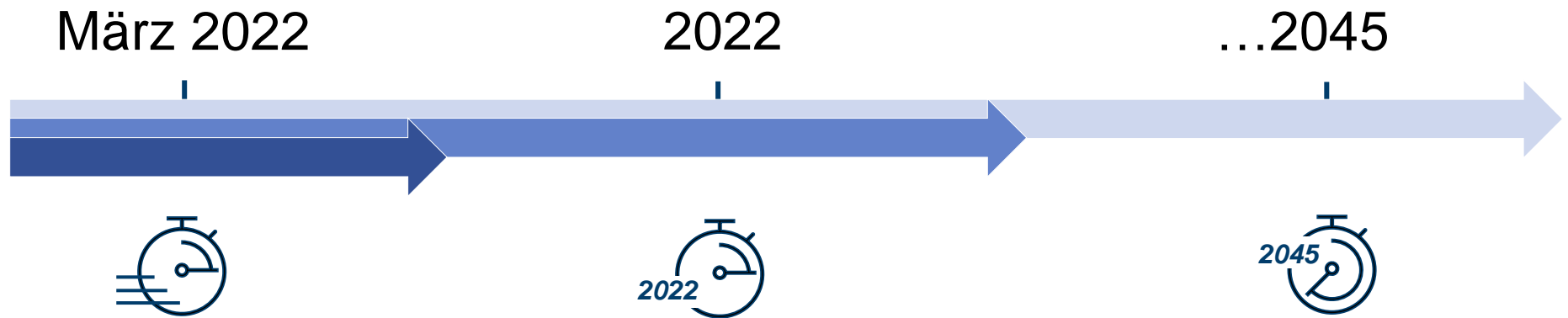
Verteilung freier LNG-Exportkapazitäten in 2020
(gesamt: 118 Mrd. m³ Erdgas)



Um das LNG aus freien Export-Kapazitäten allein der drei größten LNG-Exportländer nach Europa zu transportieren, wären pro Jahr 60 LNG-Schiffe notwendig und damit **fast 10% der heutigen globalen LNG-Flotte erforderlich**.

Eigene Berechnungen basierend auf: GIIGNL 2021.

Wie sicher ist die Energieversorgung ohne russisches Erdgas?



... in Tagen bis Wochen

- Einsparmaßnahmen und Brennstoffwechsel
- CO₂ Mehremissionen durch Energieträgerwechsel

... in Wochen bis Monaten

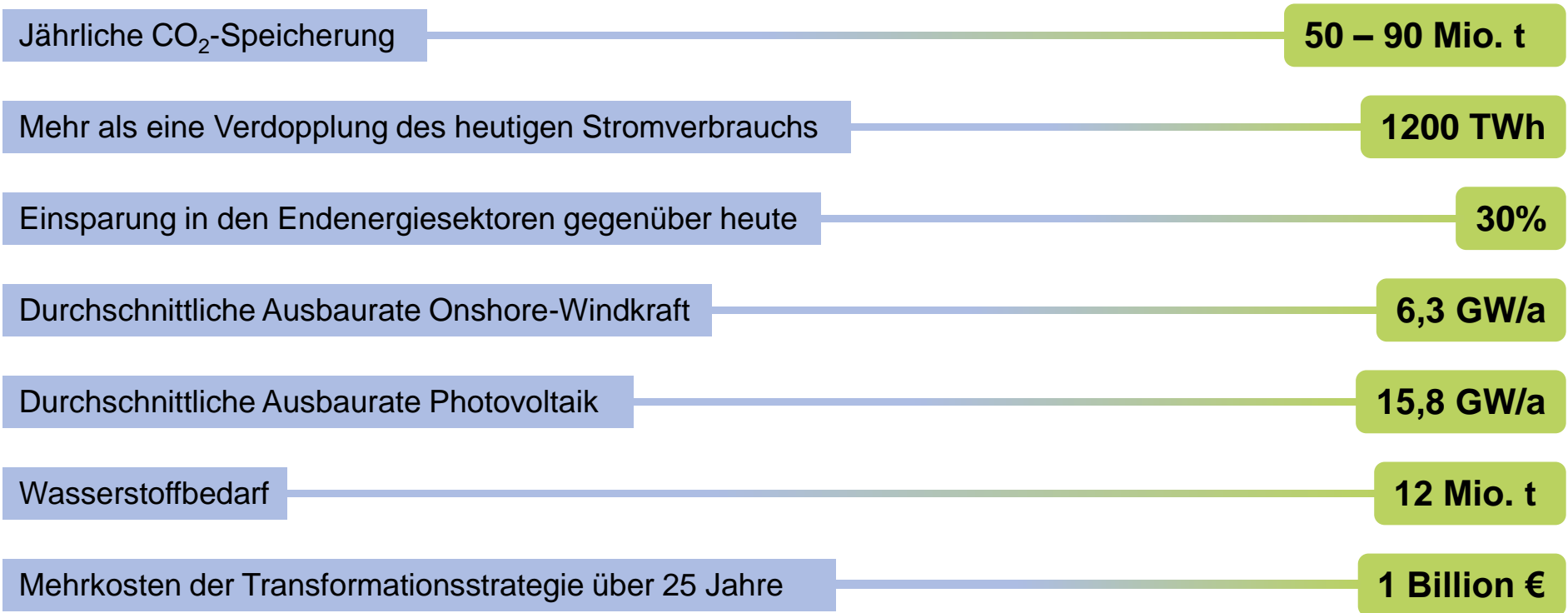
- Einsparmaßnahmen in allen Sektoren
- Füllung der Erdgas-Speicher
- Hochfahren von LNG-Importen
- Erhöhung der Erdgasförderung

... in Monaten bis Jahren

- **Energieeffizienz**
- **Massiver Ausbau der erneuerbaren Energien**
- **Ausstieg fossile Energien**
- **Ziel bleibt Treibhausgasneutralität**



Eine **treibhausgasneutrale Transformation** ist innerhalb der nächsten 25 Jahre **technisch und ökonomisch darstellbar**.

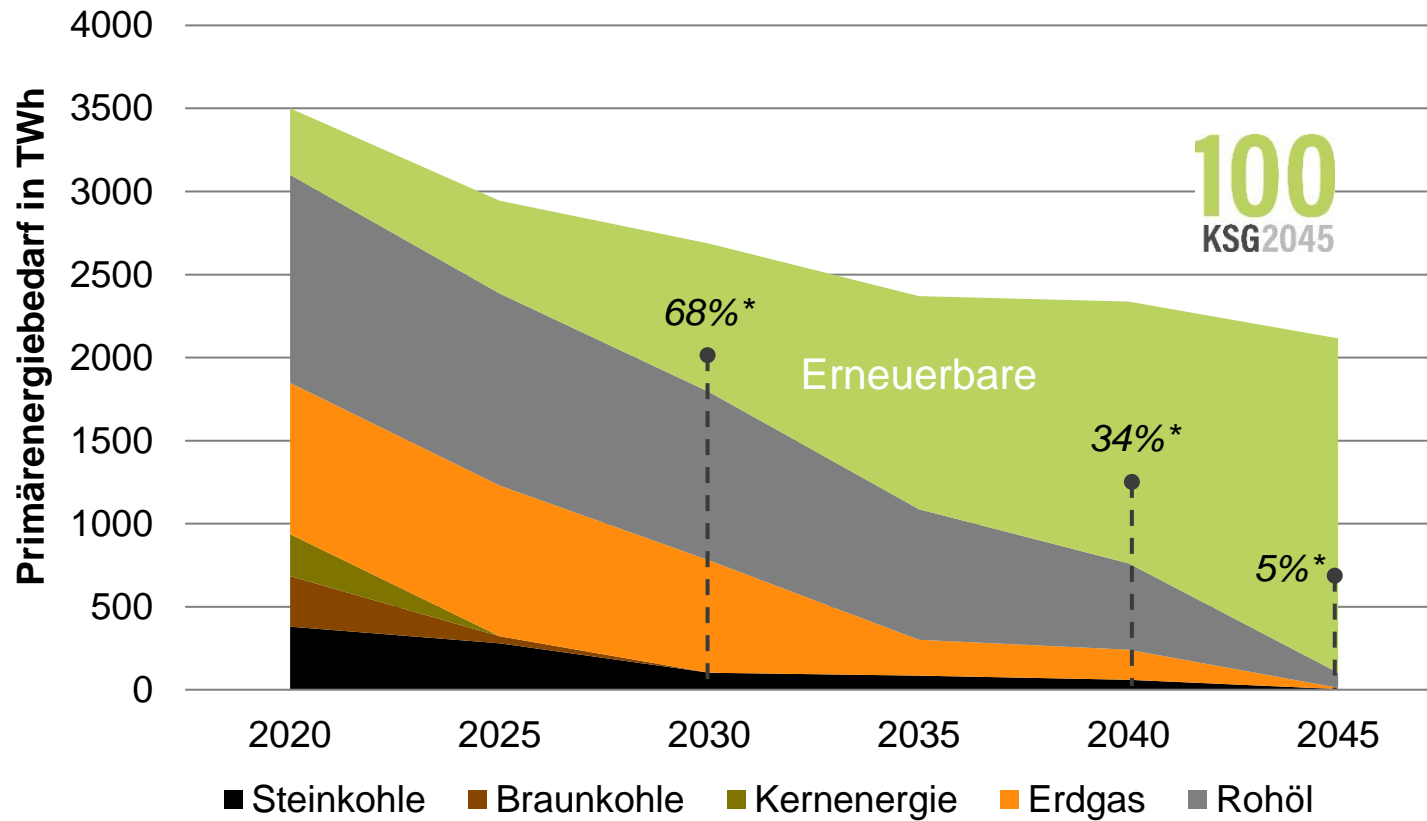


→ Eine **treibhausgasneutrale Transformation** erhöht die **energiepolitische Unabhängigkeit** Deutschlands.

100
KSG2045

Link zur Studie: https://www.fz-juelich.de/iek/iek-3/DE/News/strategiesGHGNeutralEnergySupply2045/_node.html

Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger in den nächsten beiden Dekaden nach KSG2045-Szenario.



* Anteil fossiler Energieträger am gesamten Primärenergieverbrauch

Link zur Studie: https://www.fz-juelich.de/iek/iek-3/DE/News/strategiesGHGNeutralEnergySupply2045/_node.html