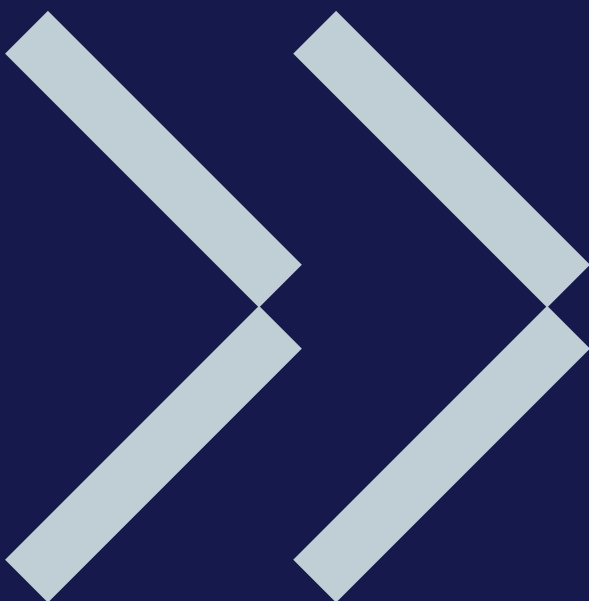


# **BVES POSITIONSPAPIER**

## **STROM – DER ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER FÜR DIE INDUSTRIE**

**NETZENTGELTE ALS SCHLÜSSEL ZUM  
WIRTSCHAFTLICHEN EINSATZ STROMBASIERTER  
PROZESSWÄRME UND THERMISCHER SPEICHER  
IN INDUSTRIE UND GEWERBE**

**APRIL 2025**



## IMPRESSUM

### HERAUSGEBER

BVES – Bundesverband Energiespeicher Systeme e.V.  
Oranienburger Straße 15, 10178 Berlin  
030 – 54 610 630  
E-Mail: [info@bves.de](mailto:info@bves.de)  
Internet: [www.bves.de](http://www.bves.de)  
Ansprechpartner: Simon Steffgen (s.steffgen@bves.de)

### STAND

April 2025

### GESTALTUNG UND PRODUKTION

BVES – Bundesverband Energiespeicher Systeme e.V.

### URheberRECHT

Das Werk einschließlich seiner Inhalte ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Herausgebers.

### HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Trotz gründlicher Quellenauswertung und Sorgfalt wird die Haftung für den Inhalt der vorliegenden Studie ausgeschlossen. Für Schäden materieller oder immaterieller Art, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen unmittelbar oder mittelbar verursacht werden, haftet der Herausgeber nicht, sofern ihm nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden zur Last gelegt werden kann.

# INHALT

<b>1. Strom – der Erneuerbare Brennstoff .....</b>	<b>1</b>
1.1 Widerstandsheizung Plus Thermischer Speicher: Prozesswärmeerzeugung mit Strom wirtschaftlich machen	2
1.2 Speichertemperaturen bis 1300 Grad Celsius ermöglichen Anwendung in Grosszahl industrieller Prozesse	3
<b>2. thermische Speicher – Schweizer Taschenmesser der Energiewende.....</b>	<b>4</b>
2.1 Dekarbonisierung von Industrieprozessen	4
2.2 Stabilisierung des Strommarktes durch neue Absatzmärkte	4
2.3 Flexibilität und Netzstabilität	5
2.4 Erhöhung der Systemeffizienz	5
2.5 Versorgungssicherheit durch Unabhängigkeit von Energieimporten	5
<b>3. Politische Ziele, Marktpotenzial und die aktuelle Studienlage .....</b>	<b>6</b>
3.1 Die Langfristszenarien der Bundesregierung	8
3.2 Netzentwicklungsplan der Übertragungsnetzbetreiber und zugrunde liegende FfE-Studie	9
3.3 CO <sub>2</sub> -neutrale Prozesswärmeerzeugung – Studie des Umweltbundesamtes	10
3.4 ZwischenFazit	10
<b>4. Wirtschaftlichkeitsberechnungen.                    Die Bedeutung von Netzentgelten für den Einsatz Thermischer Speicher .....</b>	<b>11</b>
4.1 Strompreis und Gaspreis im Vergleich	11
4.2 Günstige StromPreise mittels thermischer Speicher nutzen	12
4.3 Preiskomponente Netzentgelte – aktueller Stand und was getan werden Muss	13
4.4 Preissignale im Stromnetz – Netzentgelte und Strompreis im Verhältnis zum Gaspreis	16
4.5 Das Dekarbonisierungspotenzial ist hoch und noch völlig ungenutzt	17
<b>5. Fazit .....</b>	<b>18</b>

# 1. STROM – DER ERNEUERBARE BRENNSTOFF

## STROM IST DER ZENTRALE ENERGIETRÄGER DER ENERGIEWENDE IN ALLEN SEKTOREN

Strom ist der maßgebliche Energieträger in einem erneuerbaren Energiesystem. Um auch Mobilitäts-, Heiz- und Prozesswärmebedarfe zu elektrifizieren braucht es eine effiziente Kopplung der Sektoren. Die Umwandlung von Strom in Wärme, sogenannte Power-to-Heat (PtH) Anwendungen sind deshalb ein zentraler Baustein der Transformation. Viele industrielle Anwendungen, die heute mit fossilen Brennstoffen bedient werden, werden künftig mit Strom gedeckt. Strom ist der erneuerbare Brennstoff für die Industrie. Dies bringt es mit sich, dass die Stromnetze zum Rückgrat der Energieinfrastruktur werden. Grundsätzlich bedeutet dies eine Vereinfachung, weil viele Infrastrukturen für Gas, Öl, Kohle nicht mehr benötigt werden. Der Weg dorthin ist jedoch komplex.

## SPEICHER ALS SCHLÜSSEL FÜR DIE INDUSTRIELLE NUTZUNG VON STROM FÜR PROZESSWÄRME

Speicher sind der entscheidende Baustein für die Verwendung von Strom als Brennstoff für die Industrie in einem erneuerbaren Energiesystem. Die Stromerzeugung aus PV- und Windanlagen ist volatil. Deshalb braucht es Speicher. Speicher braucht es auf allen Ebenen des Energiesystems: an der Erzeugung, im Netz und beim Verbrauch.

## DIE VOLATILITÄT VON STROMPREISEN WIRD MIT SPEICHERN ZUR CHANCE FÜR UNTERNEHMEN

Volatil ist jedoch nicht nur die Erzeugung, sondern auch der Strompreis. Um günstige Strompreise nutzen zu können und von diesen zu profitieren, können Unternehmen Energiespeicher einsetzen. Die wirtschaftlichen Potenziale beim Energiebezug durch Flexibilität mit Speichern sollten auch von den Unternehmen selbst genutzt werden können und damit zu Resilienz und Kostensenkung für die Industrie beitragen.

## NETZENTGELTE SIND DIE HÜRDE FÜR DEN MARKTEINTRITT VON POWER-TO-HEAT

Entscheidend für die industrielle Verwendung von Strom zur Erzeugung von Prozesswärme die Kosten. Beim Strom sind es heute nicht die Erzeugungskosten, die das Problem darstellen, sondern die Kosten für den Transport – die Netzentgelte: Netzentgelte für den Strombezug stellen aktuell das entscheidende Hindernis für den breiten Markteintritt von Power-to-Heat Technologien dar.

**„NETZENTGELTE FÜR DEN STROMBEZUG STELLEN AKTUELL DAS ENTSCHEIDENDE HINDERNIS FÜR DEN BREITEN MARKTEINTRITT VON POWER-TO-HEAT**

## HANDLUNGSBEDARF FÜR EINE ERFOLGREICHE TRANSFORMATION

Das vorliegende Papier geht auf die Problematik der Netzentgelte ein. Dieser Herausforderung konstruktiv zu begegnen, stellt einen entscheidenden Schritt für die Transformation und Dekarbonisierung der Industrie dar. Und damit auch einen entscheidenden Schritt für das Erreichen der Klimaziele. Energiepolitik ist Industriepolitik.

## 1.1 WIDERSTANDSHEIZUNG PLUS THERMISCHER SPEICHER: PROZESSWÄRMEERZEUGUNG MIT STROM WIRTSCHAFTLICH MACHEN

Power-to-Heat bedeutet die Umwandlung von Strom in Wärme. Aus dem Haushaltsbereich ist das Prinzip bekannt: ob Herd, Ofen, Wasserkocher oder Fön – bei diesen Anwendungen ist es üblich, auf strombasierte Wärmezeugung zu setzen. Was im kleinen Maßstab funktioniert, klappt auch heute schon im großtechnischen Einsatz.

**„DIE UMWANDLUNG VON  
STROM IN WÄRME  
ERFOLGT FAST  
VERLUSTFREI MIT EINEM  
WIRKUNGSGRAD VON  
99%.“**

Die Umwandlung von Strom in Wärme erfolgt fast verlustfrei mit einem Wirkungsgrad von 99% durch Widerstandsheizern. Eine solche Effizienz ist sehr unüblich im Energiesystem. Kraftstoffe, ob erneuerbar oder nicht, kommen kaum auf Werte von 50%. Übertroffen bezüglich der Effizienz werden Widerstandsheizern lediglich von Wärmepumpen, die unter Zuhilfenahme der Umgebungstemperatur ein Vielfaches an Wärme im Vergleich zur eingesetzten Strommenge erzeugen. Bislang stoßen Wärmepumpen allerdings bei ca. 200 Grad Celsius an ihre Grenzen. Darüber müssen Widerstandsheizern mit „lediglich“ 99% Wirkungsgrad eingesetzt werden.

Für den wirtschaftlichen Einsatz von Power-to-Heat Anlagen muss der Strombezug für die Prozesswärmeerzeugung am Strommarkt optimiert werden, d. h. günstige Strompreise an der Strombörse zu nutzen und eine optimale Einspeisung der Wärme in den Prozess zu garantieren. Eine reine Erzeugungseinheit aus Widerstandsheizern ohne thermischen Speicher würde keinen wirtschaftlichen Einsatz ermöglichen: Denn dann ist das Unternehmen direkt von den aktuellen Strompreisen abhängig und diese sind in den meisten Stunden heute deutlich teurer als die Konkurrenz, das Erdgas. Dies trifft auch zu, wenn der Preis für CO<sub>2</sub>-Zertifikate eingerechnet ist.

**„THERMISCHE SPEICHER ERMÖGLICHEN DIE  
AUSNUTZUNG GÜNSTIGER STROMPREISE AN DER  
STROMBÖRSE UND ERÖFFNEN SO WIRTSCHAFTLICHE  
CHANCEN FÜR UNTERNEHMEN.“**



Für das Energiesystem wäre eine solche Direktelektrifizierung ebenfalls Gift. Denn Flexibilität ist dann nicht möglich. Der Bedarf muss zu jeder Sekunde aus dem Netz bezogen werden. Unternehmen müssen also die Möglichkeit haben, flexibel zu agieren, um die Kosten zu optimieren und aus der Perspektive des Stromsystems braucht es genau diese lastseitige Flexibilität, um ein Stromsystem, das auf erneuerbarer Erzeugung basiert, stabil zu halten. Beides kann mit thermischen Speichern realisiert werden.

**„DIREKTELEKTRIFIZIERUNG INDUSTRIELLER PROZESSE OHNE THERMISCHE SPEICHER WÄRE GIFT FÜR DAS ENERGIESYSTEM.“**

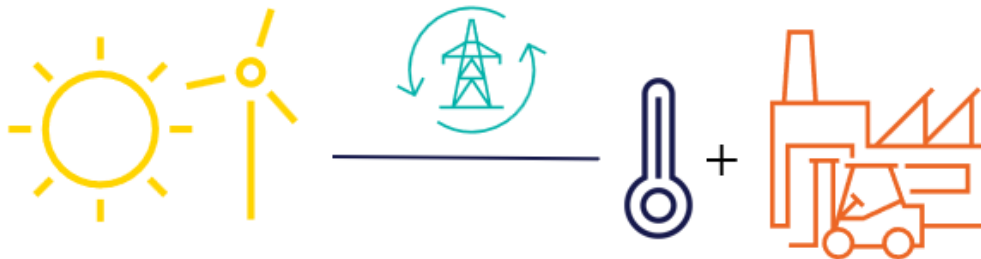


Abbildung: Erneuerbare Stromerzeugung, Netz der öffentlichen Versorgung, Power-to-Heat Anlage mit thermischem Speicher bei einem Industriekunden

## 1.2 SPEICHERTEMPERATUREN BIS 1300 GRAD CELSIUS ERMÖGLICHEN ANWENDUNG IN GROSSZAHL INDUSTRIELLER PROZESSE

Der Einsatzbereich von PtH-Anlagen mit thermischem Speicher ist sehr breit und betrifft eine Vielzahl unterschiedlicher Verarbeitungs- und Produktionsprozesse in Gewerbe und Industrie. Von Niedertemperaturanwendungen, für welche eine Wärmepumpe die benötigte thermische Energie erzeugt bis zur Hochtemperaturanwendungen im Bereich von 1300 Grad Celsius existieren technologisch geeignete sowie bereits erprobte und bewährte Lösungen. Selbst große KWK- oder GUD-Anlagen können über thermische Speicher dekarbonisiert und in das erneuerbare Stromsystem integriert werden. Dabei wird der Dampf über die strombasiert erzeugte thermische Energie des Speichers bereitgestellt und kann bedarfsgerecht verstromt werden. Es gibt nur sehr wenige Prozesse, die nicht strombasiert mit PtH-Anlagen dekarbonisiert werden können.

## 2. THERMISCHE SPEICHER – SCHWEIZER TASCHENMESSER DER ENERGIEWENDE

### 2.1 DEKARBONISIERUNG VON INDUSTRIEPROZESSEN

Anlagenkombinationen aus Widerstandsheizern und thermischem Speicher ermöglichen die flexible Erzeugung industrieller Prozesswärme aus erneuerbarem Strom. Mit dem Voranschreiten der Energiewende wird diese Anlagenkombination fossile Brennstoffe nach und nach ersetzen. Mit dem steigenden Anteil erneuerbaren Stroms im Strommix sinken die spezifischen Emissionen der Prozesswärmeerzeugung aus Strom entsprechend dem Wachstum erneuerbarer Erzeugung.

**„WIDERSTANDSHEIZER IN KOMBINATION MIT THERMISCHEN SPEICHERN WERDEN FOSSILE BRENNSTOFFE IN DER INDUSTRIE NACH UND NACH ERSETZEN.“**

### 2.2 STABILISIERUNG DES STROMMARKTES DURCH NEUE ABSATZMÄRKTE

Der Strommarkt leidet aktuell unter einer stark volatilen Einspeisung von PV- und Windanlagen. Besonders die hohe Einspeisespitze von PV-Anlagen führt zu vielen Stunden mit negativen Strompreisen. Dies stellt ein Problem für den nachhaltigen Zubau weiterer Erzeugungsanlagen dar, die in diesen Stunden kein Geld verdienen können. Die Elektrifizierung von Prozesswärme in der Industrie wirkt dieser Herausforderung entgegen. Denn für die Wärmeerzeugung werden große Mengen an Energie benötigt.

PtH-Anlagen werden mit einem thermischen Speicher derart konzipiert, dass die Energieaufnahme am Strommarkt optimiert werden kann. Dies bedeutet, dass die Speicheranlage so dimensioniert wird, dass die niedrigpreisigen Stunden im Strommarkt ausgenutzt werden. Die Lastaufnahme wird entsprechend groß dimensioniert, um für eine Stunde Stromaufnahme mehrere Stunden Prozesswärme erzeugen zu können. Die Lastaufnahme wird somit in Zeiten mit hoher erneuerbarer Stromproduktion verlegt und kann dem Abschalten von Wind- und PV-Anlagen aktiv entgegenwirken. Der Strommarkt erhält dadurch einen stabilisierenden Faktor, mit dem die Rentabilität von Investitionen in Erzeugungsanlagen gesichert werden kann.

**„DER STROMMARKT ERHÄLT DURCH ELEKTRIFIZIERUNG VON PROZESSWÄRME EINEN STABILISIERENDEN FAKTOR, MIT DEM DIE RENTABILITÄT VON ERNEUERBAREN ERZEUGUNGSANLAGEN GESICHERT WERDEN KANN.“**

## 2.3 FLEXIBILITÄT UND NETZSTABILITÄT

PtH-Anlagen bieten Flexibilität für das Stromnetz. Sie sind technisch dazu in der Lage, äußerst schnell auf Schwankungen im Stromangebot reagieren und tragen so zur Netzstabilität bei. Abschaltungen können dadurch verhindert werden. PtH-Anlagen mit thermischen Speichern können auch negative Regelernergie anbieten. Führt man sich den großen Wärmebedarf der Industrie vor Augen, so wird deutlich, wie groß das Potenzial für Flexibilität und Netzstabilität in diesem Sektor ist: Der Anteil von Prozesswärme am Endenergieverbrauch beträgt ca. 28% (UBA 2025). Das Potenzial zu flexibler Fahrweise, die system- und netzstabilisierende Wirkung haben kann, ist besonders deshalb wichtig, weil die Herausforderungen in Bezug auf Flexibilität und Netzstabilität mit dem Anwachsen der erneuerbaren Erzeugung rapide wachsen.

## 2.4 ERHÖHUNG DER SYSTEMEFFIZIENZ

Durch die Dimensionierung thermischer Speicher, die eine Lastaufnahme zu den Zeiten günstiger Strompreise ermöglicht, kann die Abschaltung erneuerbarer Erzeugungsanlagen reduziert werden. Die Effizienz des Gesamtsystems steigt, Emissionen in energieintensiven Branchen eingespart.

## 2.5 VERSORGUNGSSICHERHEIT DURCH UNABHÄNGIGKEIT VON ENERGIEIMPORTEN

Fossile Energieversorgung bedeutet für Unternehmen durch die Importabhängigkeit aus politisch instabilen Ländern ein immer größeres Risiko. Unabhängigkeit von den Unsicherheiten einer fossilen Energieversorgung, können durch eine strombasierte Prozesswärmeerzeugung umgangen werden. Strombasierte Prozesswärmeerzeugung bedeutet also eine Erhöhung der Versorgungssicherheit und größere Resilienz für Unternehmen.

**„STROMBASIERTE PROZESSWÄRME  
VERRINGERT DIE ABHÄNGIGKEIT DER  
INDUSTRIE VON FOSSILEN IMPORTEN.“**

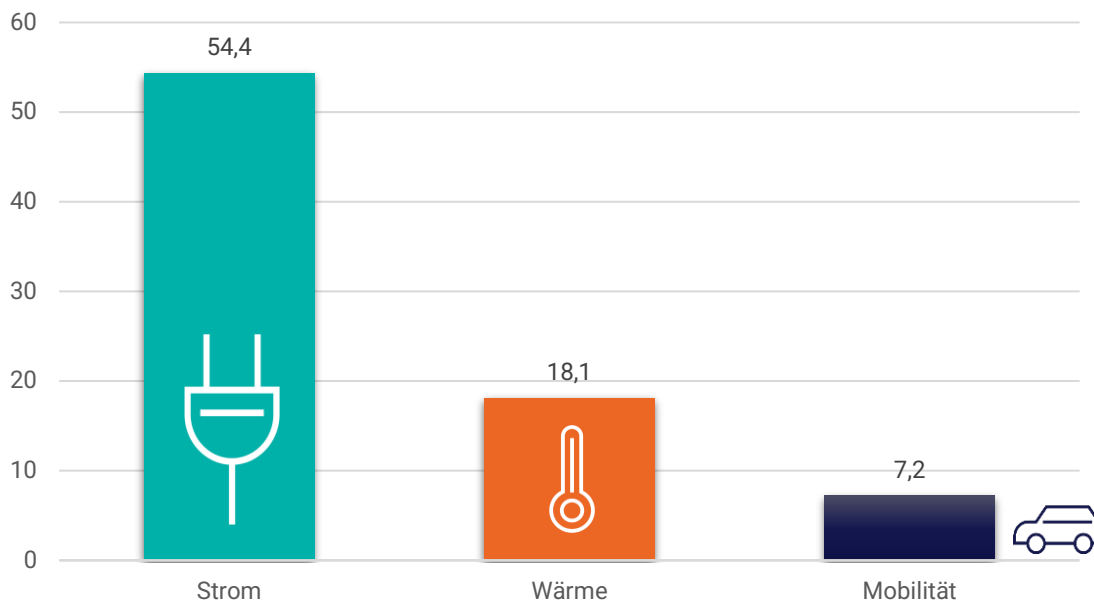




### 3. POLITISCHE ZIELE, MARKTPOTENZIAL UND DIE AKTUELLE STUDIENLAGE

Die politischen Ziele und Erwartungen im Bereich der Elektrifizierung von Prozesswärme sind hoch. Politische Absichtserklärungen genau wie wissenschaftliche Modellierungen künftigen Energieeinsatzes bleiben aber gänzlich folgenlos, wenn die Rahmenbedingungen nicht so verändert werden, dass den modellierten Szenarien die Möglichkeit einer wirtschaftlichen Umsetzung von Projekten in Industrie und Gewerbe entspricht.

#### Anteil erneuerbare Energien Strom, Wärme und Mobilität bis 2024



[Daten des Umweltbundesamts 2025](#)

#### DER WÄRMESEKTOR HINKT DEN EINSPARUNGSZIELEN HINTERHER

Der Wärmesektor hinkt den Einsparungszielen auf sehr problematische Art und Weise hinterher. 18,1% erneuerbare Wärme führt das Umweltbundesamt auf. Hinter der Zahl für erneuerbare Wärme steckt jedoch vornehmlich auf Wärmeproduktion durch Biogas. Diese kann nicht weiter skaliert werden. Hier ist ein Maximum erreicht. Elektrifizierung spielt bei den 18,1% lediglich eine untergeordnete Rolle:

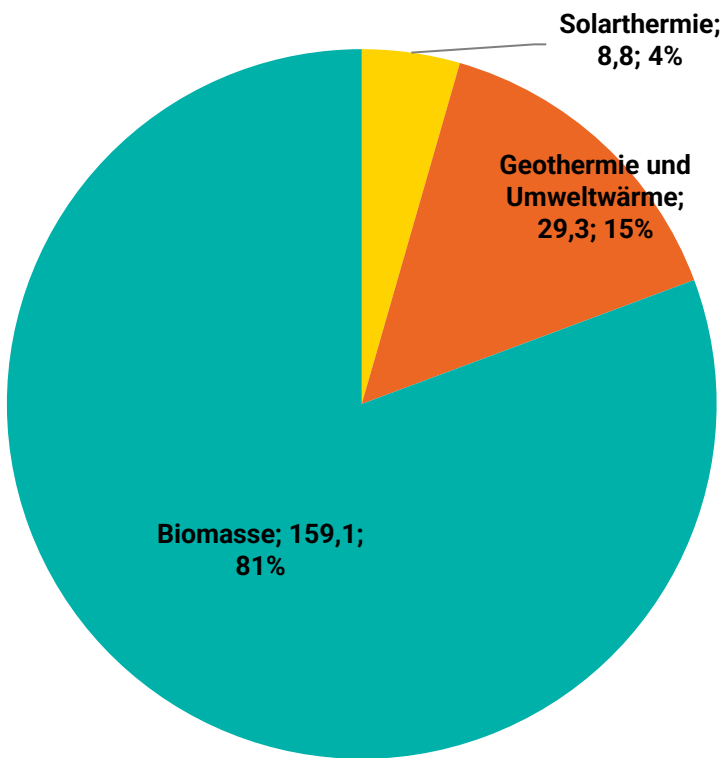
**„POLITISCHE ABSICHTSERKLÄRUNGEN ZUR ELEKTRIFIZIERUNG DER PROZESSWÄRME BLEIBEN FOLGENLOS, WENN DER REGULATORISCHE RAHMEN NICHT ANGEPASST WIRD.“**

## STROMBASIERTE WÄRMEERZEUGUNG WIRD STATISTISCH NICHT ERFASST

Daten des Umweltbundesamtes zeigen, dass über 80% der erneuerbaren Wärmeproduktion durch Biomasse realisiert werden. Die restlichen Prozente gehen auf das Konto von Geothermie und Umweltwärme (Wärmepumpen) sowie Solarthermie. Elektrifizierung mit Widerstandsheizung taucht in der Statistik nicht auf.

Das Ziel dieses Kapitels ist zu zeigen, wie stark strombasierte Prozesswärme dennoch Teil von Zukunftsszenarien ist. Ohne regulatorische Veränderungen werden sich diese Szenarien allerdings nicht realisieren und damit ein wichtiger Baustein der Energiewende schlicht ausfallen.

### Wärme aus erneuerbaren Energieträgern 2024



[Daten](#) Umweltbundesamt 2025

Analysiert werden die folgenden Dokumente:

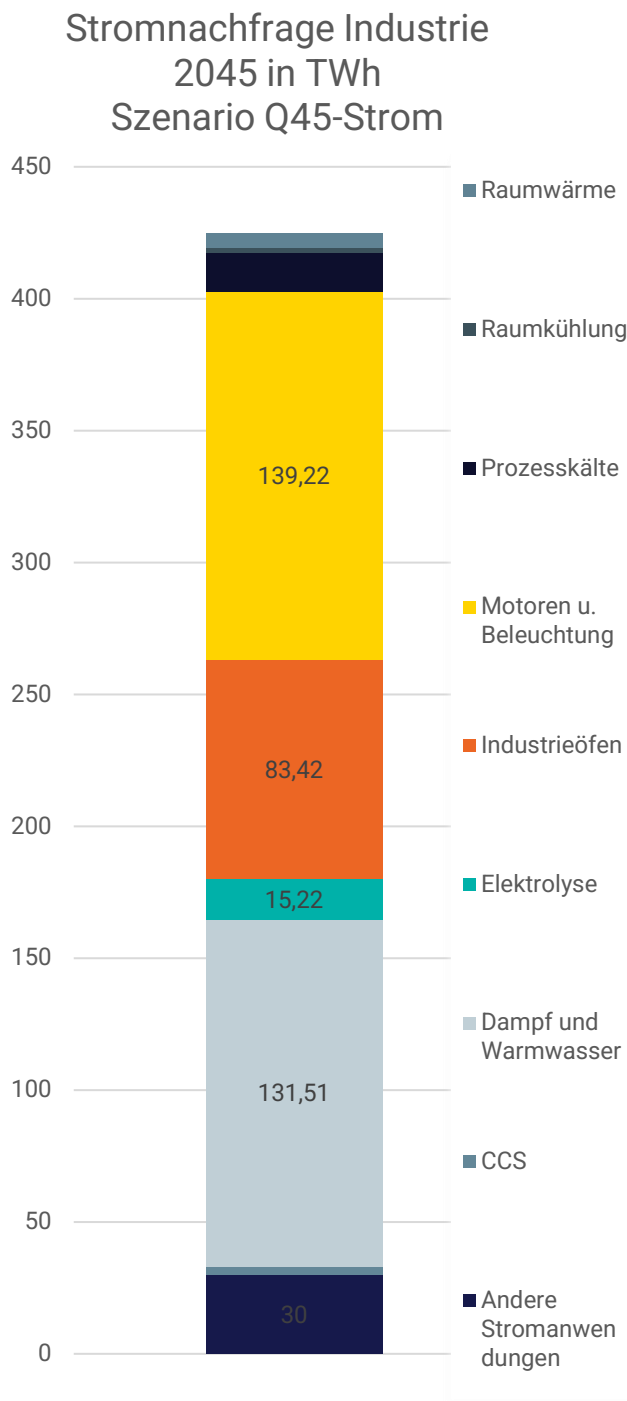
1. Langfristszenarien der Bundesregierung
2. Netzentwicklungsplan (NEP) der Übertragungsnetzbetreiber
3. Die dem NEP zugrundeliegende Analyse der Forschungsanstalt für Energiewirtschaft (FfE),

Bei strombasierter Prozesswärme geht es nicht nur um die Dekarbonisierung und die flexible Integration erneuerbarer Energien, sondern auch um einen globalen Markt für die dazu benötigten Technologien. Deutsche Unternehmen sind hier führend. Die Weichen richtig zu stellen, bedeutet deshalb auch, die Marktanteile für die Industrieunternehmen langfristig zu sichern und große Exportpotenziale zu erschließen.

**„STROMBASIERTE PROZESSWÄRME IST TEIL ALLER WISSENSCHAFTLICHEN ZUKUNFTSSZENARIEN, WIRD JEDOCH STATISTISCH NOCH ÜBERHAUPT NICHT ERFASST.“**

### 3.1 DIE LANGFRISTSZENARIOEN DER BUNDESREGIERUNG

Die Langfristszenarien der Bundesregierung sind ein groß angelegtes Projekt, um die Diskussion über die fortschreitende Energiewende auf eine studienbasierte Grundlage zu stellen. In Bezug auf Industrie und Prozesswärme bzw. Prozessdampf-Bedarfe wird die Entwicklung hin zu dekarbonisierten Energieträgern bis zum Ziel CO<sub>2</sub>-neutralen Wirtschaftens im Jahr 2045 beschrieben.



Die Szenarien machen deutlich, dass die strombasierte Prozesswärme und Prozessdampf-Erzeugung eine zentrale Bedeutung einnehmen:

Im Jahr 2045 wird die Stromnachfrage mit 83TWh für Industrieöfen und 132TWh für Dampf und Warmwasser gerechnet. Zusammen 215TWh.

**„2045 WERDEN 215TWH FÜR STROMBASIERTE WÄRMEANWENDUNGEN IN DER INDUSTRIE VERANSCHLAGT“**

Daten Fraunhofer ISI

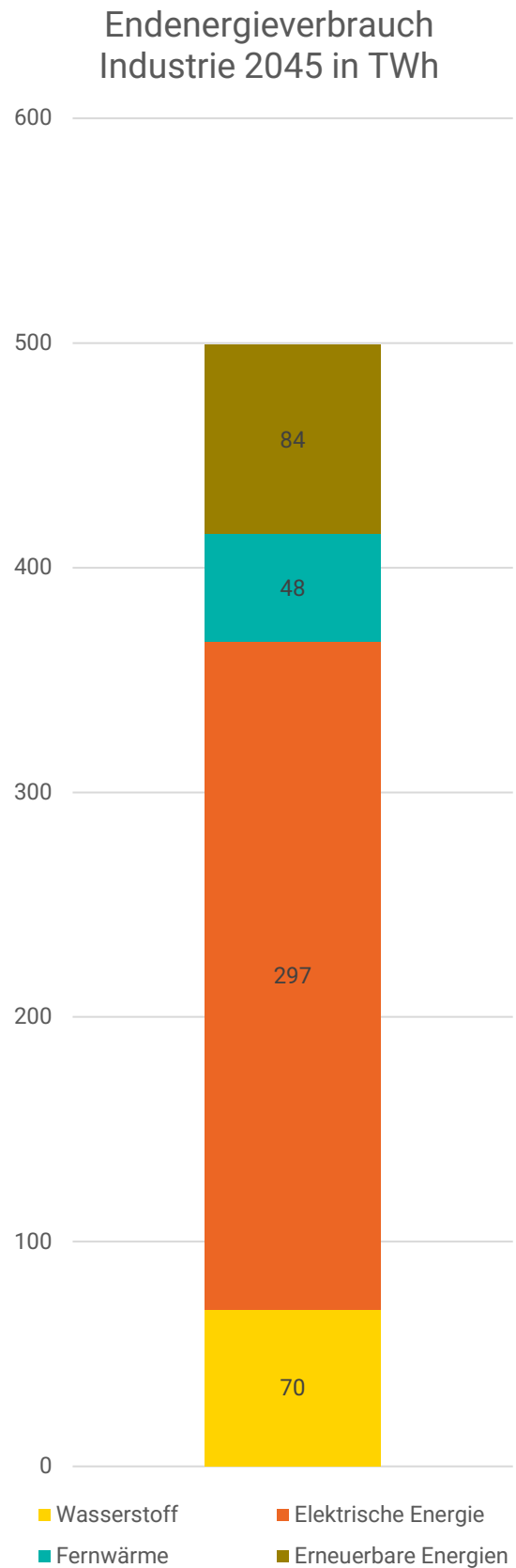
### 3.2 NETZENTWICKLUNGSPLAN DER ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER UND ZUGRUNDE LIEGENDE FFE-STUDIE

Der Netzentwicklungsplan der Übertragungsnetzbetreiber erwartet ebenfalls eine starke Elektrifizierung im Industriebereich und bereitet die künftige Netzinfrastruktur entsprechend darauf vor. Auch hier werden Szenarien simuliert, die eine Elektrifizierung von Industrieprozessen und Power-to-Heat Anwendungen „zur Deckung der industriellen Wärmebedarfe einschließlich Prozesswärme“ (NEP, S. 32) als zentral ansehen.

Zugrunde liegen die Szenarien des Abschlussberichts der Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE). Im Elektrifizierungsszenario wird von einem Stromverbrauch von 297TWh im Jahr 2045 ausgegangen (siehe Diagramm).

#### HAUPTTREIBER FÜR DEN STROMVERBRAUCH: „ELEKTRIFIZIERUNG UND BRENNERTAUSCH AUF ALLEN TEMPERATURNIVEAUS“

[FFE 2022](#)

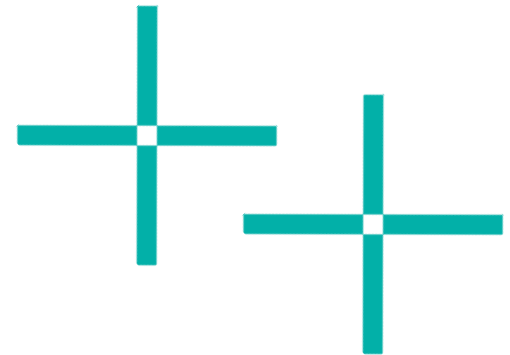


[Daten FfE 2022](#)

### 3.3 CO<sub>2</sub>-NEUTRALE PROZESSWÄRMEERZEUGUNG – STUDIE DES UMWELTBUNDESAMTES

Die strombasierte Prozesswärmeerzeugung mittels Widerstandsheizern wird im Rahmen der Studie des Umweltbundesamtes „CO<sub>2</sub>-Neutrale Prozesswärmeerzeugung“ eingehend betrachtet und ist „aufgrund der hohen technischen Relevanz wesentlicher Bestandteil der ökonomischen und ökologischen Betrachtungen“. Als relevant wird die Technologie zum Schmelzen, Warmhalten, Glühen und Trocknen angesehen. Auch für die Dampferzeugung wird die Widerstandsheizung als zentral angesehen (Vgl. UBA 2023, S. 95).

Ergebnis der Studie ist der Verweis auf zwei wesentliche Randbedingungen, um die Wirtschaftlichkeit CO<sub>2</sub>-neutraler alternativer Techniken herbeizuführen. Als maßgeblich wird neben einem hohen CO<sub>2</sub>-Preis „die Anpassung von Strompreiskomponenten“ angesehen. Denn neue Technologien unterscheiden sich vor allem durch die „energiebedingten Betriebskosten“ (Vgl. UBA 2023, S. 495). Investitionskosten sind dagegen weniger problematisch für ein Erreichen der Wirtschaftlichkeitsschwelle. Um eine weitergehende Dekarbonisierung von Anlagen werden regulatorische Eingriffe nahegelegt, um die entsprechenden Rahmenbedingungen zu schaffen und „langfristige Planbarkeit“ (Vgl. UBA 2023, S. 496) zu garantieren.



### 3.4 ZWISCHENFAZIT

Die Relevanz strombasierter Prozesswärmeerzeugung ist studienübergreifend anerkannt. Dies ist der Fall, obwohl die Potenziale elektrothermischer Speicher, d. h. einer Power-to-Heat-Anlage in Kombination mit einem thermischen Speicher, noch nicht berücksichtigt werden. Die mit Speicheranlagen einhergehenden Flexibilisierungsmöglichkeiten machen den Einsatz der Technologie jedoch ungleich attraktiver, sowohl für die Industriebetriebe wie auch für das Energiesystem.

Das Dekarbonisierungspotenzial ist enorm, die Technik ist verfügbar. Es gilt deshalb, den Weg zu ebnen und die nötigen regulatorischen Anpassungen vorzunehmen.

**„DAS DEKARBONISIERUNGSPOTENZIAL IST ENORM, DIE TECHNIK IST VERFÜGBAR.“**

**ES GILT DESHALB, DEN WEG ZU EBENEN UND DIE NÖTIGEN REGULATORISCHEN ANPASSUNGEN VORZUNEHMEN.“**

## 4. WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN. DIE BEDEUTUNG VON NETZENTGELTEN FÜR DEN EINSATZ THERMISCHER SPEICHER

Die Wärmewende erfordert es, künftig strombasiert industrielle Prozesswärme bereitzustellen. Wärmewende bedeutet den Umstieg von fossil basierter Erzeugung mit Öl, Kohle oder Gas auf erneuerbare Energieträger. Wird Strom als erneuerbarer Energieträger in Betracht gezogen, sind die Kosten gegenüber fossiler Erzeugung relevant. Diese sollen im Folgenden betrachtet werden. Daraus wird deutlich, welche Anpassungen nötig sind, um einen Umstieg auf Strom wirtschaftlich werden zu lassen. Im Folgenden soll der Vergleich mit dem sehr verbreiteten Brennstoff Gas erfolgen.

2023 zahlten Industriekunden im Schnitt 7,75 Cent pro Kilowattstunde für Erdgas (Statista 2023). Für die vorliegende Untersuchung wird ein noch günstigerer Gaspreis von 5 Cent pro kWh für Erdgas angelegt.

### 4.1 STROMPREIS UND GASPRESIS IM VERGLEICH

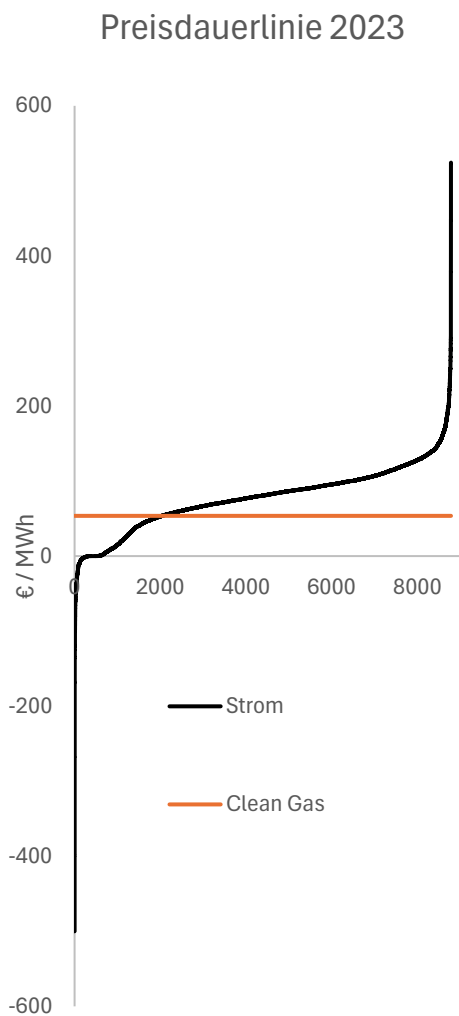
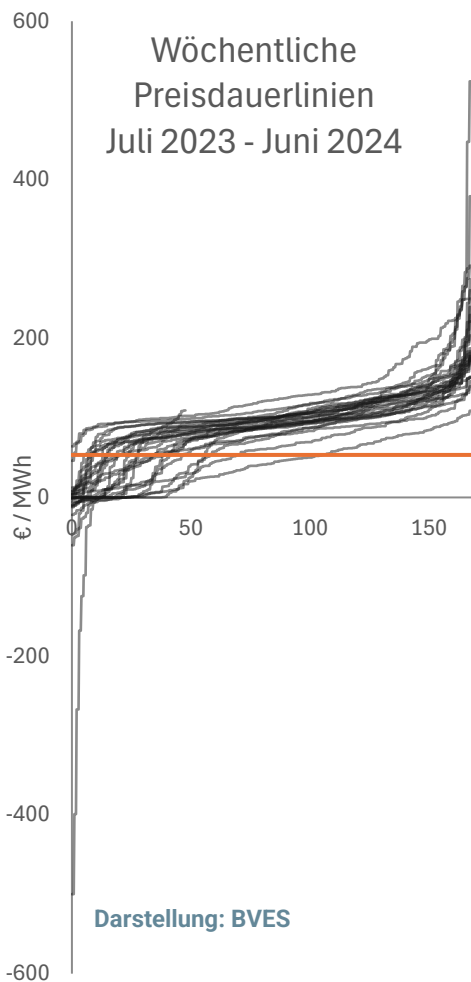


Abbildung: Preisdauerlinie, Strom und Gas im Vergleich, Darstellung: BVES

Die Preisdauerlinie zeigt die Stunden eines Jahres mit bestimmten Strompreisen. Die Linie indiziert den Preis für eine MWh Gas. Es wird deutlich, dass die Strompreise ca. 1300 Stunden im Jahr unterhalb des Gaspreises liegen. In allen anderen Stunden des Jahres ist der Strompreis oberhalb des Gaspreises. Es ist zu beachten, dass bei den Strompreisen die Netzentgelte nicht mit eingerechnet sind.

Um Wettbewerbsfähigkeit zwischen Strom und Gas herzustellen braucht es die Ausnutzung der Stunden mit niedrigen Preisen und zugleich Netzentgelte, die die fällige Summe nicht über den Gaspreis heben. Dabei ist es wichtig, die Verteilung der Stunden mit geringen Strompreisen über das Jahr hinweg zu betrachten. Wenn eine kontinuierliche Produktion von Prozesswärme durch Stromverfeuerung installiert werden soll, braucht es eine ausreichend gleichmäßige Verteilung relevanter Strompreise über das gesamte Jahr hinweg. Dies analysiert die folgende Grafik mit wöchentlichen Preisdauerlinien im Detail:



Die wöchentlichen Preisdauerlinien zeigen die Preisverteilung über alle Wochen des Jahres 2023 hinweg. Es wird deutlich, dass in einigen wenigen Wochen der Gaspreis zu keiner Stunde unterboten wurde, während der Strompreis in vielen Wochen zwischen 10 und 30 Stunden unterhalb des Gaspreises lag. Wichtig für den Anreiz zum Umstieg zur Stromverfeuerung ist es, dass auch diejenigen Wochen versorgungssicher abgedeckt werden können, in denen der Strompreis teurer ist.

**„UM WETTBEWERBSFÄHIGKEIT  
ZWISCHEN STROM UND GAS  
HERZUSTELLEN BRAUCHT ES DIE  
AUSNUTZUNG DER STUNDEN  
MIT NIEDRIGEN PREISEN UND  
ZUGLEICH NETZENTGELTE, DIE  
DIE FÄLLIGE SUMME NICHT  
ÜBER DEN GASPREIS HEBEN.“**

#### 4.2 GÜNSTIGE STROMPREISE MITTELS THERMISCHER SPEICHER NUTZEN

Die Darstellungen zeigen, dass der Umstieg von fossil erzeugter Prozesswärme hin zur Verfeuerung von Strom nur dann dargestellt werden kann, wenn ausreichend dimensionierte thermische Speicher Teil der industriellen Anlagen sind. Denn nur dann können die Stunden günstiger Strompreise für einen Dauerbetrieb genutzt werden. Ohne thermischen Speicher wären Unternehmen an den momentanen Strompreis gebunden und zum kontinuierlichen Bezug gezwungen, um einen Dauerbetrieb möglich zu machen.

**„OHNE THERMISCHEN SPEICHER WÄREN  
UNTERNEHMEN AN DEN MOMENTANEN STROMPREIS  
GEBUNDEN UND ZUM KONTINUIERLICHEN BEZUG  
GEZWUNGEN.“**

### 4.3 PREISKOMPONENTE NETZENTGELTE – AKTUELLER STAND UND WAS GETAN WERDEN MUSS

Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit elektrothermischer Speicher ist die Komponente der Netzentgelte. Netzentgelte überdecken das Marktsignal des Strompreises. Die folgende Grafik zeigt die Anzahl der Stunden, in denen ein thermischer Speicher mit Power-to-Heat Anlage beladen werden könnte in Abhängigkeit von den Netzentgelten. Der elektrothermische Speicher ist dabei so dimensioniert, dass mit einer Stunde Beladung drei Stunden Ausspeisung realisiert werden können. Diese Konfiguration macht es möglich, die (wenigen) Stunden mit sehr günstigen Strompreisen optimal auszunutzen zu können.

**„SEKTORKOPPLUNG WÄRME FUNKTIONIERT NUR, WENN DIE KOSTEN FÜR DIE STROMNETZE SIGNIFIKANT SINKEN.“**

Es zeigt sich in der Grafik, dass bei vollen Netzentgelten eine Beladung des Speichers lediglich an 53 Stunden des Jahres erfolgen würde. Dies hätte eine Ausspeisedauer von 212 Stunden zur Folge. Bei einer Netzentgeltreduktion von 80%, wie sie die aktuellen Reduktionen vorsehen, wächst die Zahl der Stunden bereits auf 883 an, womit eine Ausspeisedauer von 3.518 realisiert werden kann. Aber erst bei einer vollständigen Befreiung von Netzentgelten kommt man auf eine Ausspeisedauer von über 4500 Stunden im Jahr.

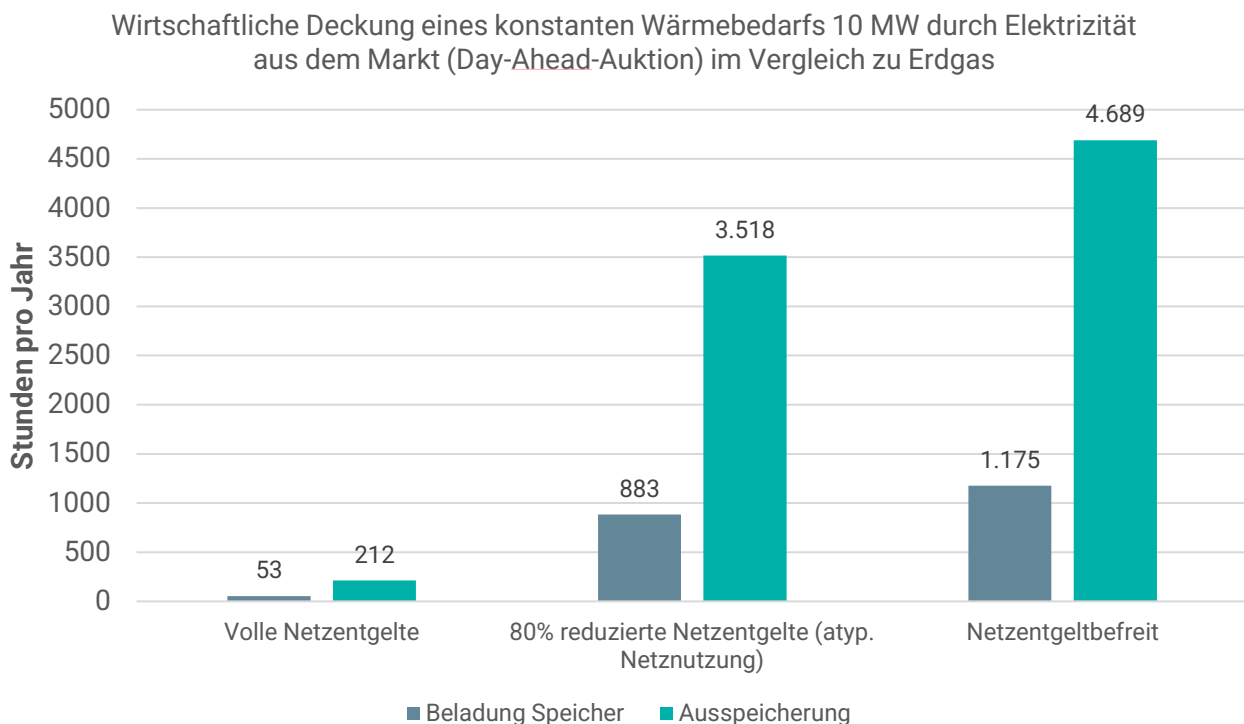


Abbildung 1: Speicherbeladung bei unterschiedlich hoher Netzentgeltbelastung (Darstellung: BVES)



Die folgende Darstellung führt die Bedeutung der Netzentgelte noch deutlicher vor Augen. Denn in den meisten Szenarien übersteigen allein die Kosten für Netzentgelte die Kosten für Gas inklusive Gasnetzentgelten und CO<sub>2</sub>-Preis. Die Netzentgelte sind in Abhängigkeit von den Betriebsstunden aufgetragen, aufgefächert in Arbeits- und Leistungspreis. Diesen Preisen liegen die aktuellen Anreizmechanismen der Bundesnetzagentur für individuelle Netzentgeltvereinbarungen mit Industriekunden zugrunde.

Wiederum ist eine Vergleichslinie für den Gaspreis eingezeichnet, hier in Höhe von 5 Cent pro MWh. Es wird deutlich, dass bis zu einer Zahl von 3500 Jahresbetriebsstunden die Netzentgelte allein höher sind als der Energiepreis für Erdgas. Erst oberhalb dieser Zahl an Jahresbetriebsstunden sinken die Netzentgelte durch die entsprechenden noch bestehenden Anreizstrukturen der Bundesnetzagentur unter den Gaspreis. Der Strompreis ist hier noch gar nicht betrachtet.

**„IN DEN MEISTEN SZENARIEN ÜBERSTEIFEN STAND HEUTE ALLEIN DIE NETZENTGELTE DIE KOSTEN FÜR GAS INKL. GASNETZENTGELTE.“**

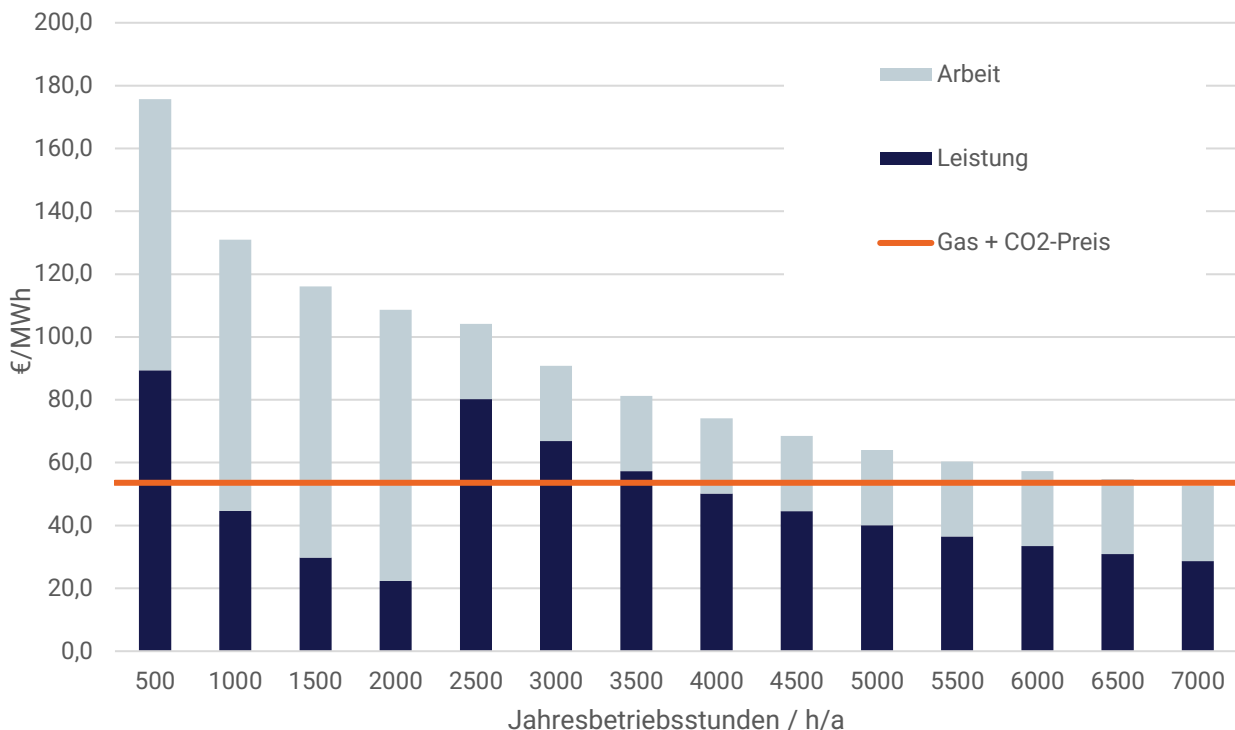


Abbildung: Netzentgelte in Abhängigkeit von Jahresbetriebsstunden, Darstellung: BVES

Da sich die Netzentgelte in den Netzgebieten unterscheiden analysieren wir im Folgenden drei Netzgebiete, um einen Eindruck davon zu vermitteln, wie sich die Problematik in unterschiedlichen Netzgebieten verhält:

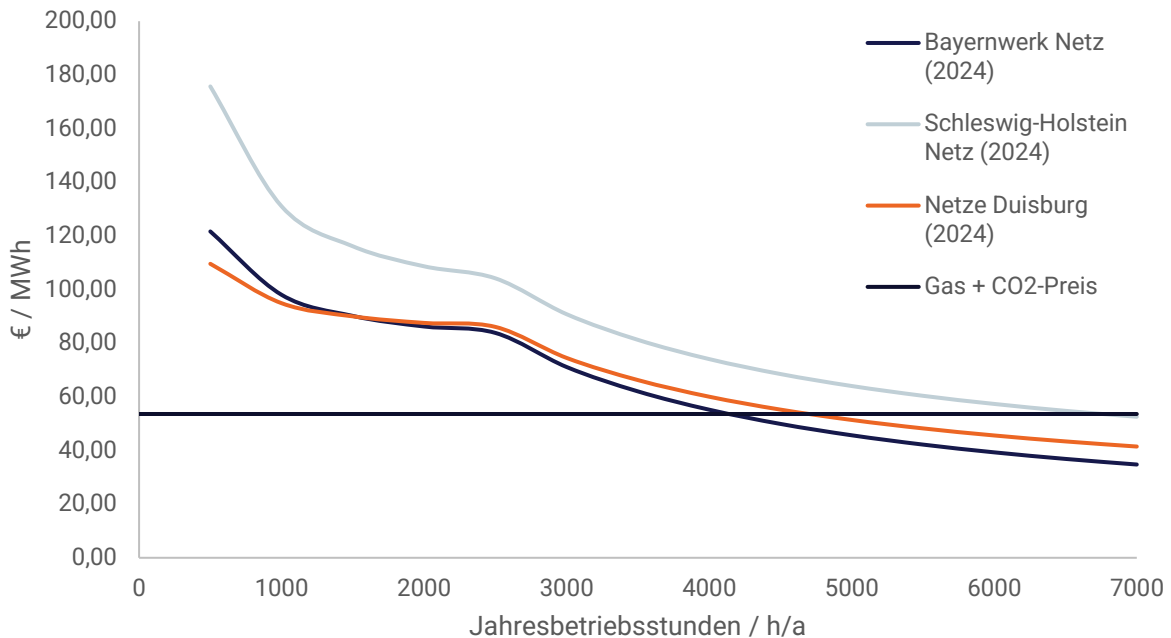


Abbildung: Netzentgelte in unterschiedlichen Netzgebieten, Darstellung: BVES

Im Vergleich verschiedener Netzgebiete wird deutlich, dass sich die Problematik je nach Netzgebiet unterscheidet, aber in allen untersuchten Netzgebieten anzutreffen ist. Die Auswahl der Netzgebiete erfolgte so, dass eines im Norden Deutschlands liegt (Schleswig-Holstein), eines im Süden (Bayernwerk Netz) und eines in NRW (Duisburg). Damit sind zentrale Netzgebiete in Deutschland erfasst.



**„DIE NETZENTGELTPROBLEMATIK IST  
IN ALLEN NETZGEBIETEN  
ANZUTREFFEN.“**

#### 4.4 PREISSIGNALE IM STROMNETZ – NETZENTGELTE UND STROMPREIS IM VERHÄLTNISS ZUM GASPREIS

Kombiniert man nun die Strompreisbestandteile und die bisherigen Anreize der Bundesnetzagentur unter Annahme einer thermischen Anlage mit 10MW, einer Verfügbarkeit von 90% und einer Bezugsleistung aus dem Stromnetz von 50MW so gelangt man aktuell zu einer sehr geringen Anzahl an Stunden, in denen der Gaspreis mit dem Strompreis konkurrieren kann. Dies ist vornehmlich dann der Fall, wenn der Strompreis ins Negative rutscht.

**„MIT DEN HEUTIGEN STROMPREISBESTANDTEILEN KOMMEN AUS WIRTSCHAFTLICHER SICHT NUR ÄUSSERST WENIGE STUNDEN FÜR DEN STROMBEZUG IN FRAGE.“**

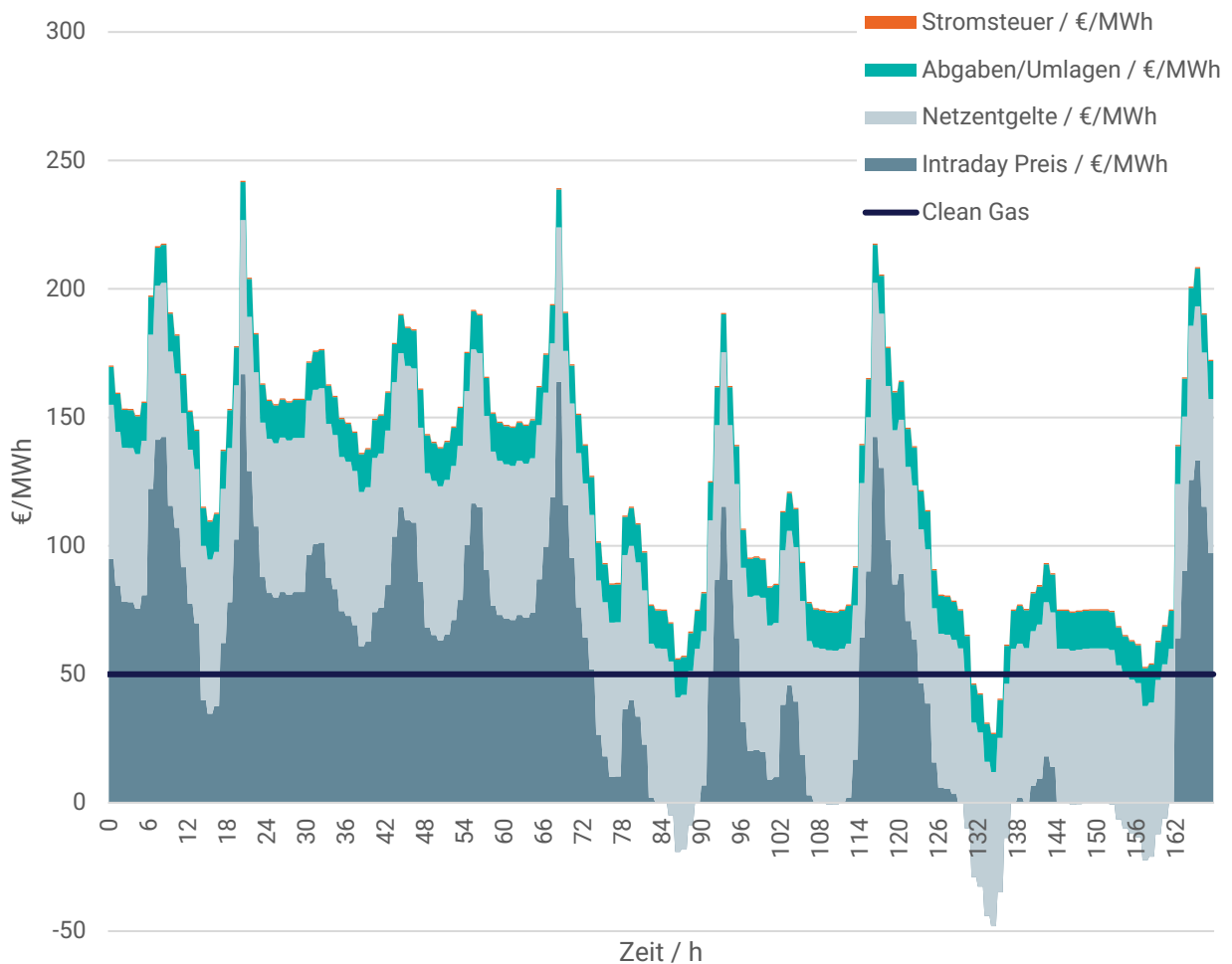


Abbildung: Strompreisbestandteile und ihr Anteil über eine beispielhafte Kalenderwoche, Darstellung: BVES

## 4.5 DAS DEKARBONISIERUNGSPOTENZIAL IST HOCH UND NOCH VÖLLIG UNGENUTZT

Im Zentrum der Energiewende in der Industrie muss die Wettbewerbsfähigkeit im Bezug auf die Energiekosten stehen. Aber auch die Einsparungen von CO<sub>2</sub>-Emissionen müssen mit betrachtet werden. Denn die politischen Ziele zur Reduktion von Emissionen sind hoch gesteckt und für Unternehmen kommen in den nächsten Jahren Zusatzkosten in Form von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten zu, die in immer größerem Maße Teil der Kostenkalkulationen werden.

Dies führt die folgende Grafik auf. Das Szenario ist hier eine hybride Fahrweise eines Gaskessels und einer elektrifizierten Prozesswärmeerzeugung, die immer dann anspringt, wenn der Strompreis unter den Gaspreis fällt. Die roten Rauten zeigen die CO<sub>2</sub>-Emissionen an. Bei vollen Netzentgelten stehen höhere Energiekosten zu Buche. Ab einer Reduktion der Netzentgelte von 80% fallen die Energiekosten unter die des reinen Erdgasbetriebs. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind hier schon deutlich reduziert (um ca. 60%). Bei einer Befreiung von den Netzentgelten fallen die Energiekosten deutlich und auch die Emissionen sinken noch einmal um 2700t pro Jahr.

Vergleich der jährlichen Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Ausstoß für die Versorgung eines Prozesses mit 10 MW<sub>th</sub> Grundlast

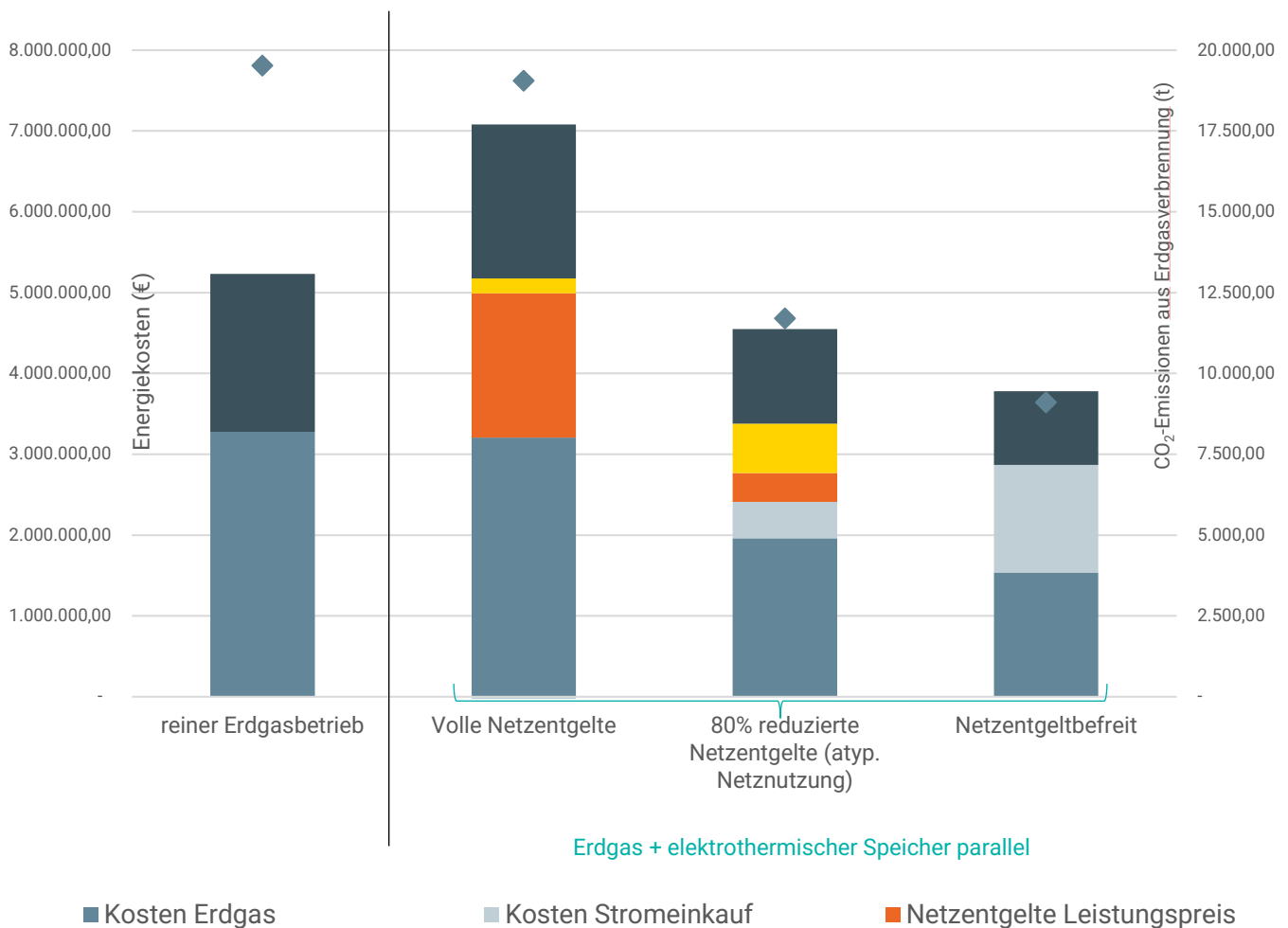


Abbildung: Vergleich jährlicher Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Ausstoß für die Versorgung eines Prozesses mit 10 MW<sub>th</sub> Grundlast, Darstellung: BVES

## 5. FAZIT

### 1. AKTUELLE ANREIZMECHANISMEN FÜR NETZENTGELTREDUKTIONEN LASSEN WIRTSCHAFTLICHKEIT STROMBASIERTER PROZESSWÄRME NICHT ZU

Die aktuellen Anreizstrukturen für Netzentgeltreduktionen durch die Bundesnetzagentur lassen es nicht zu, die Stunden günstiger Strompreise für die strombasierte Prozesswärmeerzeugung zu nutzen. Die Reduktionsmechanismen für die Netzentgelte berücksichtigen die Möglichkeit der Optimierung am Strommarkt nicht. Die Zahl von Stunden mit ausreichend niedrigem Strompreis liegt deutlich unterhalb derjenigen Jahresbetriebsstunden, die die Schwellen für die Vereinbarung individueller Netzentgelte darstellen.

Ein Geschäftsmodell, das den Vergleich mit dem Preis für Erdgas besteht, kann unter diesen Umständen nicht konzipiert werden. Dies ist auch in besonderer Weise schädlich für das Energiesystem. Elektrothermische Speicheranlagen benötigen große Strommengen zur Erzeugung von Prozesswärme. Sie würden diese Stunden zu Zeiten hoher erneuerbarer Erzeugung aufnehmen, denn die Preissignale auf dem Strommarkt repräsentieren in ausreichend präziser Näherung den Verlauf der erneuerbaren Stromerzeugung.

### 2. SEKTORKOPPLUNG WÄRME WIRD IN REGULATORISCHEM RAHMEN NICHT BEACHTET

Sektorenkopplung und die Nutzung von Strom als neuem Brennstoff in der Industrie ist Teil aller Szenarien der Energiewende. Deshalb ist es umso wichtiger, hier die Weichen richtig zu stellen und eine wirtschaftliche Nutzung von Strom für die Prozesswärmeerzeugung in die Wege zu leiten. Die Netzentgelte stellen hierbei die entscheidende Komponente dar. Die Netzentgelte überdecken das marktliche Signal der Strompreise und verhindern, dass sich Unternehmen mit günstiger erneuerbarer Energie versorgen können.

### 3. POTENZIALE ZUR DEKARBONISIERUNG DER INDUSTRIE BLEIBEN UNGENUTZT

Strombasierte Prozesswärme hat große Potenziale zur Einsparung von Emissionen. Diese bleiben heute ungenutzt. Die Sektorenkopplung steht in der Praxis erst ganz am Anfang. In wissenschaftliche Modellen der Industrietransformation spielt die Sektorenkopplung jedoch eine zentrale Rolle.

### 4. ERNEUERBARE ERZEUGUNG BRAUCHT NEUE UND FLEXIBLE STROMABNEHMER

Um den weiteren Zubau erneuerbarer Erzeugungsanlagen zu sichern, braucht es neue und flexible Stromabnehmer. Negative Marktpreise treiben Projektentwickler von PV- und Windanlagen zunehmend an die Grenzen der Finanzierbarkeit. Damit steht das Rückgrat der Energiewende, die Erzeugung erneuerbaren Stroms, mit dem Rücken zur Wand.

Die Sektorkopplung Wärme hat das Potenzial, den Strommarkt zu stabilisieren und zugleich die Ziele der Energiewende voranzutreiben. Bleiben diese Potenziale ungenutzt wird sich die aktuell noch zu beobachtende Dynamik des Zubaus erneuerbarer Produktionsanlagen deutlich verlangsamen.