

SCENARIO REPORT 2040 & NETZENTWICKLUNGSPÄNE

Caroline Schroeder

18.07.2025



Bis 2040 könnte der Strombedarf in Luxemburg bis zu 60 % steigen, wobei sich die lokale Produktion mehr als verdoppeln könnte.

Für Creos bedeutet dies mehr als nur mehr Kabel und Umspannwerke zu bauen – es ist eine ganze Reihe neuer Herausforderungen.

Die Netzentwicklungspläne, die auf dem Scenario Report basieren, sollen uns dabei helfen, diese Herausforderungen zu strukturieren und uns zu einem Stromnetz führen, das nicht nur stärker, sondern auch intelligenter, flexibler und widerstandsfähiger ist.

Von der Politik zur Planung – Aufbau der heutigen Präsentation

Regulatorischer und strategischer Kontext



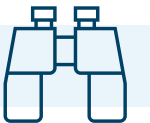
1. Regulatorischer Rahmen
2. Nationaler Energie- und Klimaplan – Grundlage für die Szenarioentwicklung

Ergebnisse des Szenarioberichts (Scenario Report)



3. Historische Analyse
4. Prognostizierte Spitzenlast 2040
5. Prognostizierte Spitzenstromerzeugung 2040
6. Prognostizierte Spitzenimportlast

Nächste Schritte



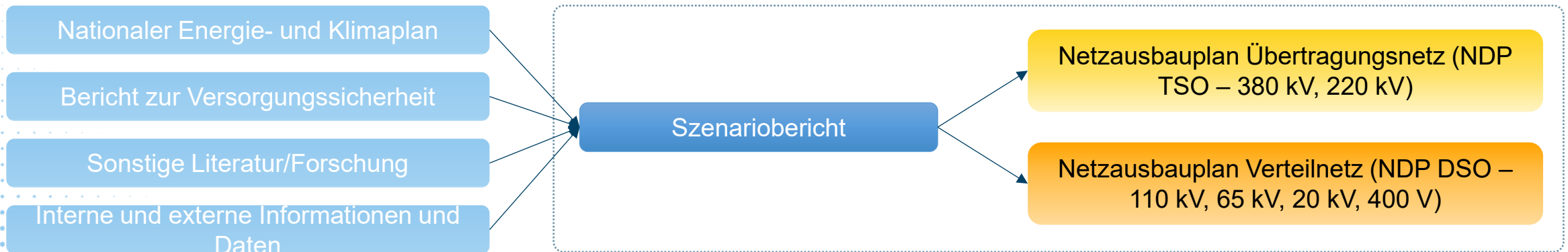
7. Ausarbeitung des Netzausbauplans für die Verteilnetzebene (Distribution Network Development Plan – DNDP)

1 REGULATORISCHER RAHMEN

Nationale gesetzliche Anforderungen an die Netzausbauplanung

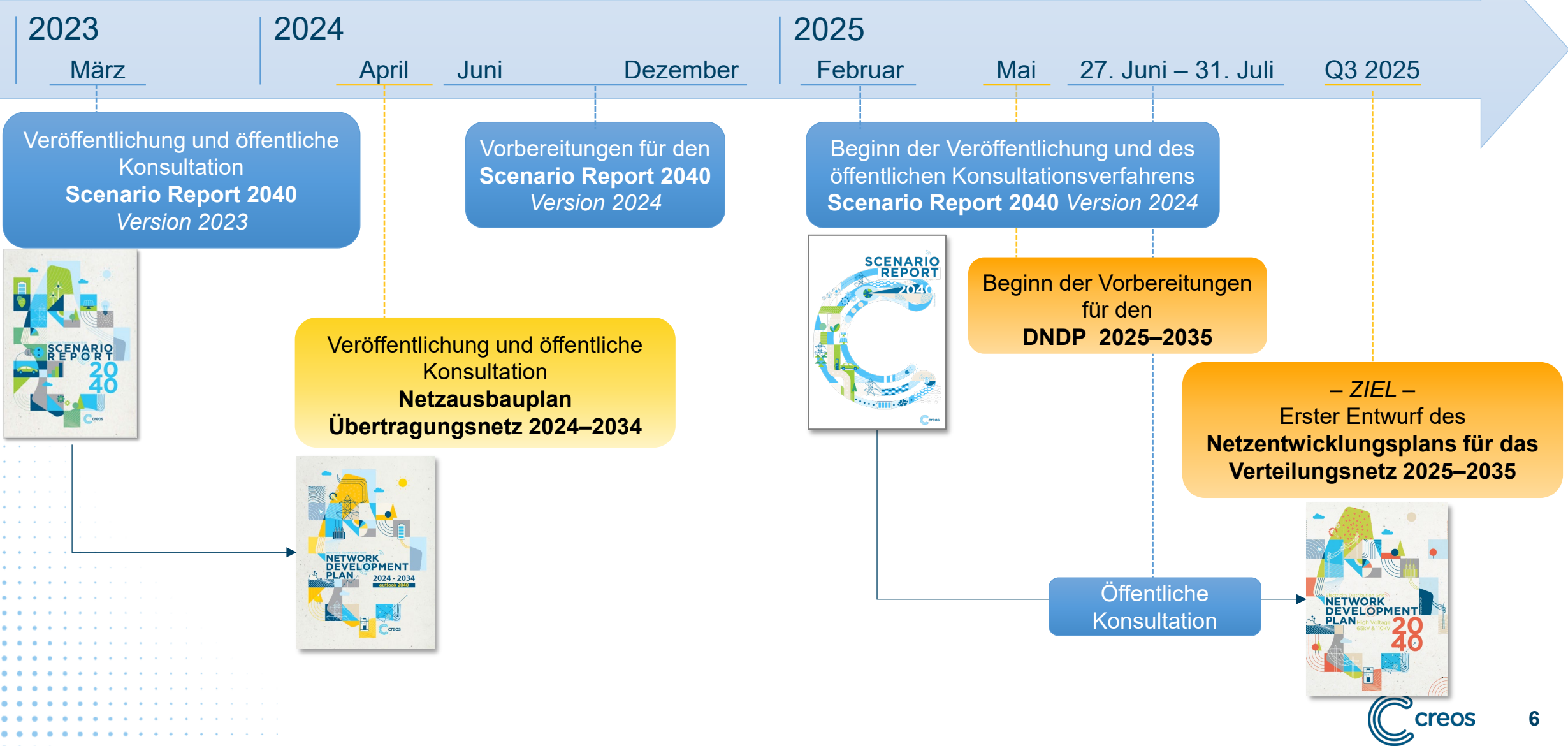
- Stromnetzbetreiber sind verpflichtet, **zehnjährige Netzentwicklungspläne (Network Development Plans – NDP)** für ihre **Übertragungs- und Verteilungsnetze** zu veröffentlichen. Diese Pläne enthalten Informationen über geplante Investitionen und Projekte zur Instandhaltung, Verstärkung und Erweiterung des Netzes.
- Die Netzentwicklungspläne sollten auf Schätzungen des künftigen Stromverbrauchs und -Erzeugung basieren, die im **Szenariobericht (Scenario Report)** analysiert werden. Diese Schätzungen müssen verschiedene Szenarien berücksichtigen, darunter demografische, wirtschaftliche und soziale Entwicklungen, sowie die nationalen Ziele und die von der aktuellen Regierung zu deren Erreichung festgelegten Maßnahmen.

Szenariobasierter Planungsprozess



Die Dokumente müssen ausgearbeitet und der nationalen Regulierungsbehörde und dem Energieministerium zur Prüfung und möglichen Änderung vorgelegt werden

Zeitplan Szenariobericht & Netzentwicklungspläne



2

NATIONALER ENERGIE- UND KLIMAPLAN (NECP)



NECP – Grundlage für die Szenarioentwicklung

Der Szenariobericht 2024 basiert auf dem im Juli 2024 veröffentlichten **Nationalen Energie- und Klimaplan (NECP)**.

Der NECP enthält Prognosen zum Energieverbrauch in verschiedenen Sektoren für zwei unterschiedliche Szenarien:

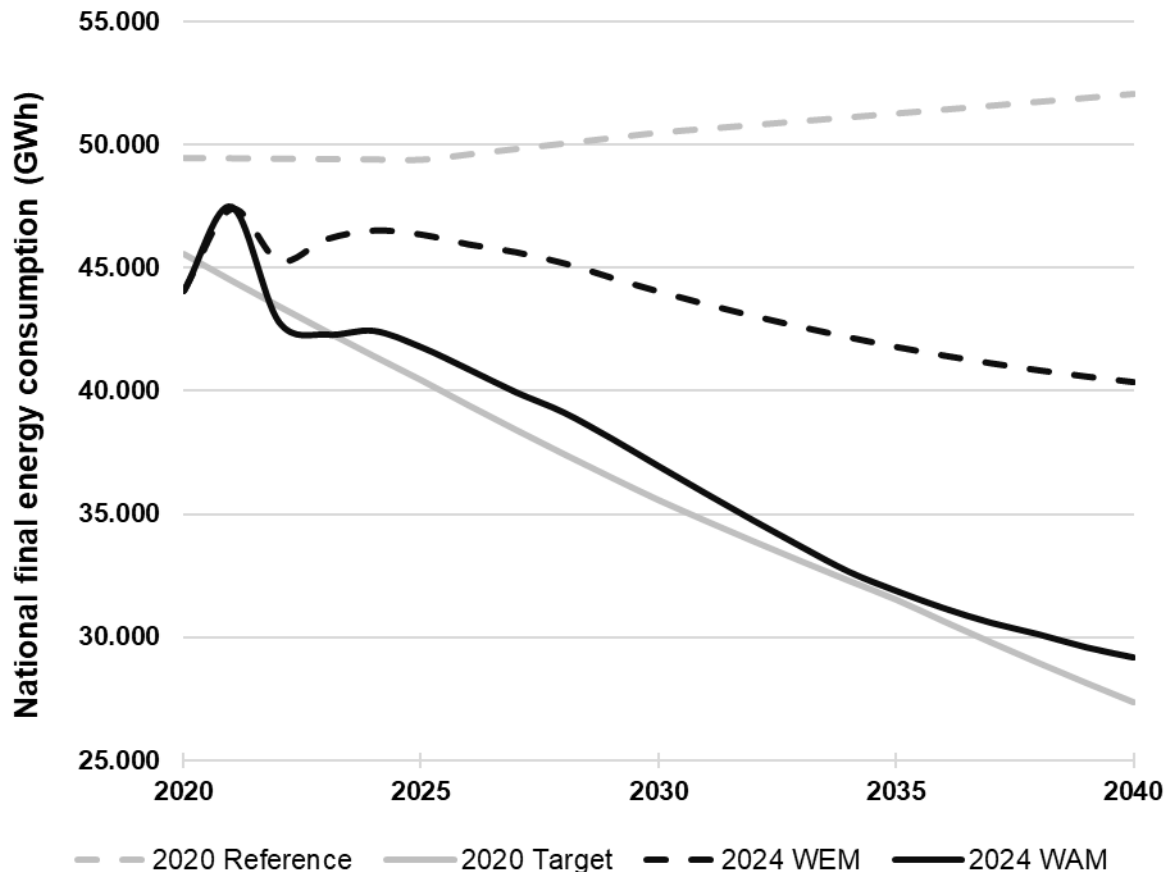
- **WEM** (with existing measures – mit bestehenden Maßnahmen)
- **WAM** (with additional measures – mit zusätzlichen Maßnahmen)

Creos übersetzt diese Prognosen in **zukünftige Lasten auf dem Stromnetz bis 2040**.

Zur Unterstützung lieferte STATEC detaillierte Jahresprognosen für beide Szenarien, die verschiedene Sektoren und Technologien abdecken. Diese wurden durch zusätzliche Recherchen und Literatur ergänzt, um die zugrunde liegenden Annahmen zu verfeinern.



Prognose des Endenergieverbrauchs: Vergleich alter und neuer Szenarien



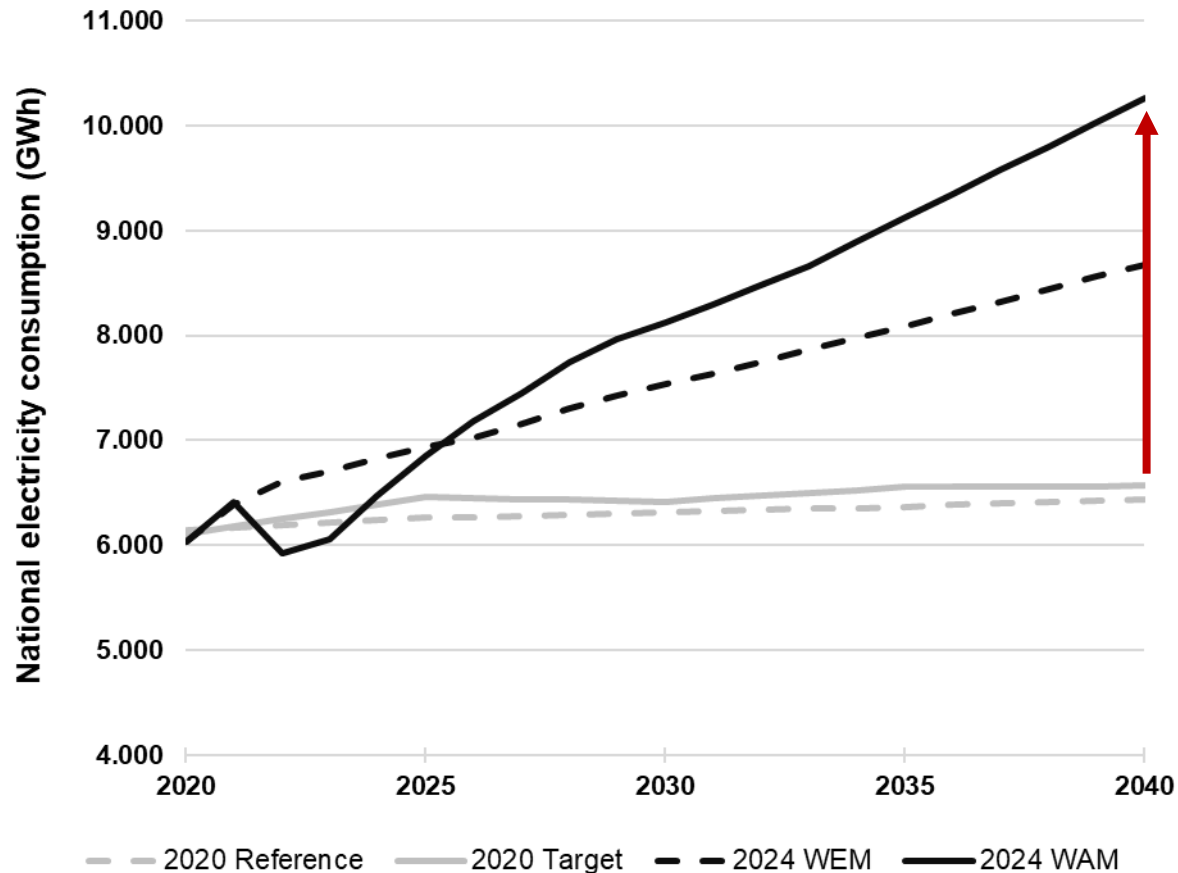
Der **NECP 2020** enthielt zwei Szenarien: einen Referenz- und ein Zielszenario.

In der **Aktualisierung für 2024** wurden diese durch die Szenarien **WEM** (*mit bestehenden Maßnahmen*) und **WAM** (*mit zusätzlichen Maßnahmen*) ersetzt.

Sowohl das **Zielszenario** als auch das **WAM**-Szenario für 2024 gehen von einem vergleichbaren und stetigen Rückgang des Endenergieverbrauchs in allen Bereichen aus.

Im Gegensatz dazu sieht das **WEM**-Szenario einen weniger ambitionierten Verlauf vor – der jedoch immer noch ausgeprägter ist als das ursprüngliche **Referenzszenario** von 2020.

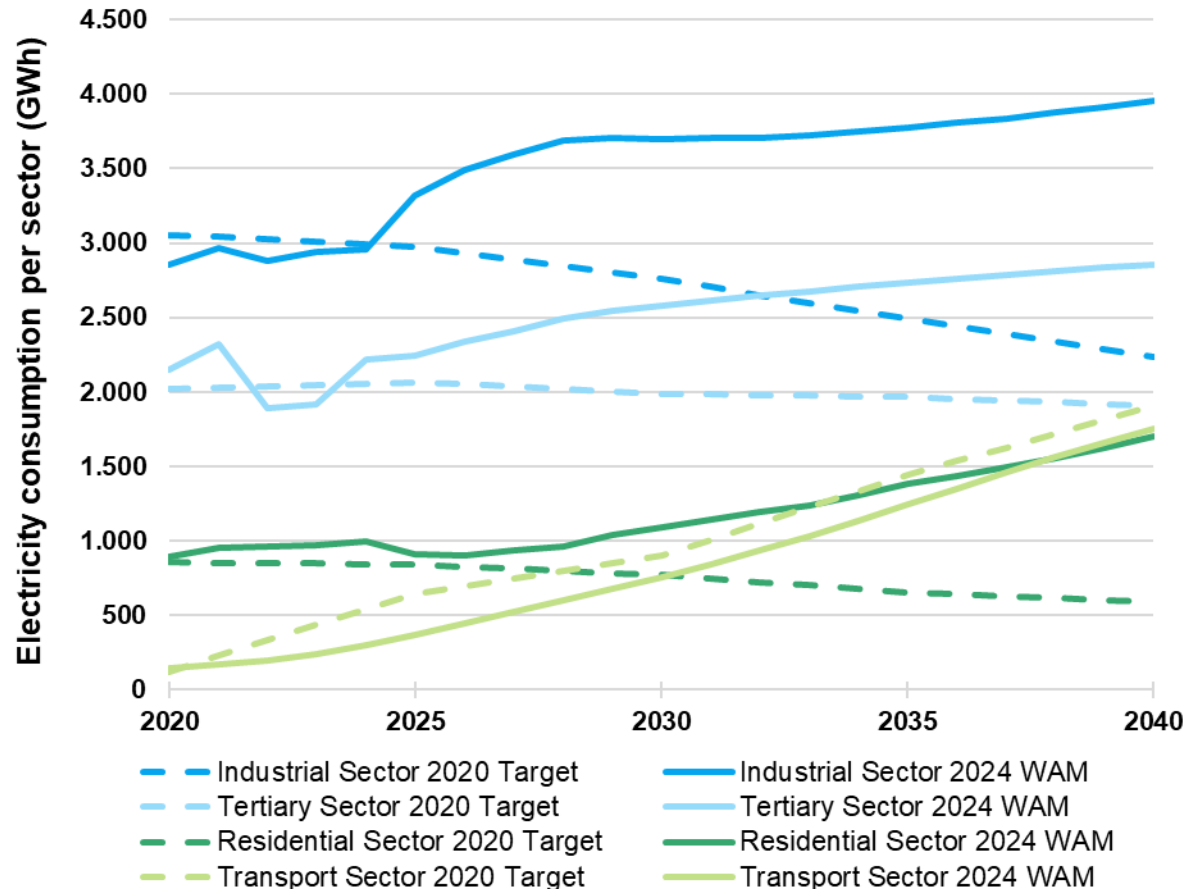
Aktualisierter NECP prognostiziert starken Anstieg des Strombedarfs bis 2040



Während der **NECP 2020** sowohl im **Referenz-** als auch im **Zielszenario** einen relativ **stabilen** Stromverbrauch prognostizierte, geht die **Aktualisierung von 2024** sowohl im **WEM-** als auch im **WAM-Szenario** von einem **deutlichen Anstieg** aus.

Dies spiegelt die zunehmende Elektrifizierung in Sektoren wie Mobilität, Heizung und Industrie wider.

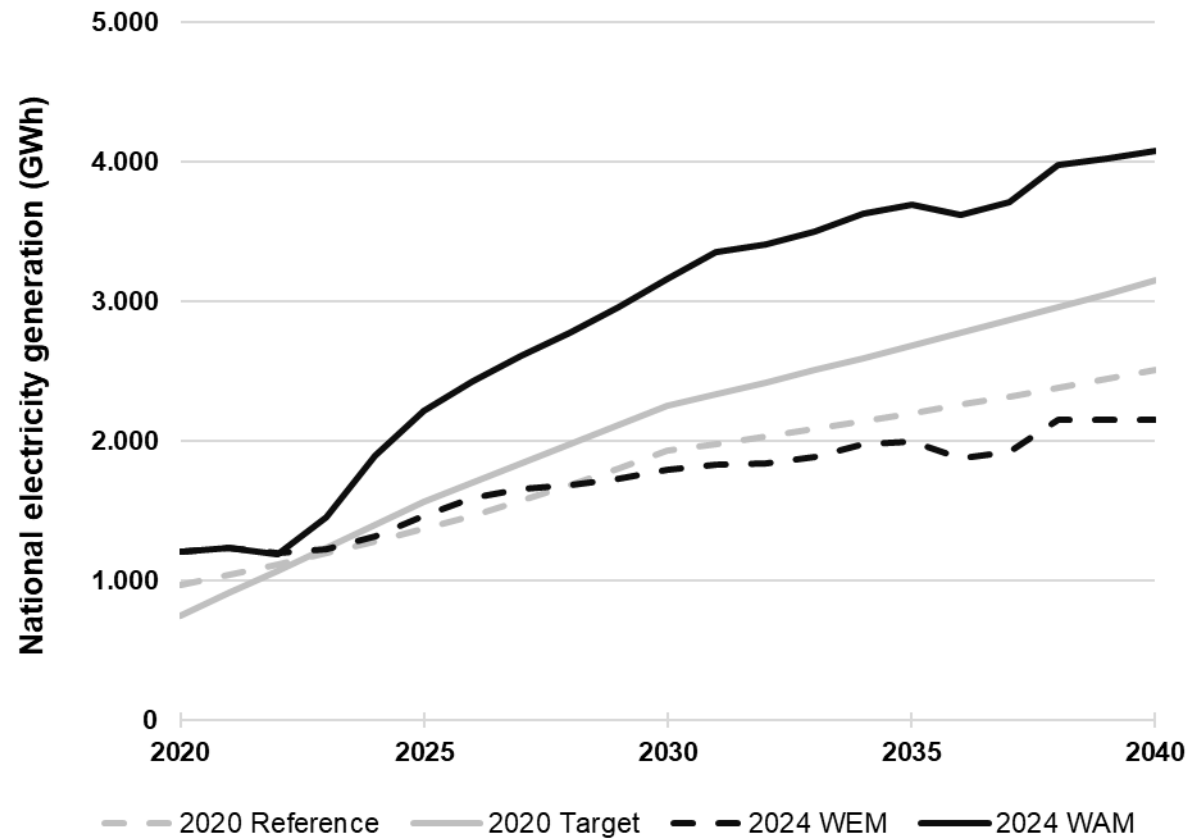
Strombedarf wird in allen Sektoren steigen



Entgegen den Zielszenarien des **NECP 2020** wird laut dem aktualisierten **NECP 2024** nun davon ausgegangen, dass der **Stromverbrauch bis 2040 in allen Sektoren deutlich steigen wird.**

Der **Verkehrssektor** ist der einzige Bereich, in dem der aktualisierte Trend mit der vorherigen Version **übereinstimmt.**

NECP 2024 bestätigt langfristiges Wachstum der lokalen Stromerzeugung



Im Vergleich zu den aktualisierten Verbrauchsprognosen bleiben die Trends in der nationalen Stromerzeugung zwischen den NECP-Versionen 2020 und 2024 **weitgehend unverändert**.

Das WAM-Szenario spiegelt **einen ehrgeizigeren Ausbau der erneuerbaren Energien** wider, während **das WEM-Szenario ein eher langsames Wachstum** zeigt.

In allen Fällen **übersteigt der Anstieg des Strombedarfs jedoch deutlich das Wachstum der lokalen Produktion**, was die Wichtigkeit der Netzintegration und grenzüberschreitender Kapazitäten unterstreicht.

3

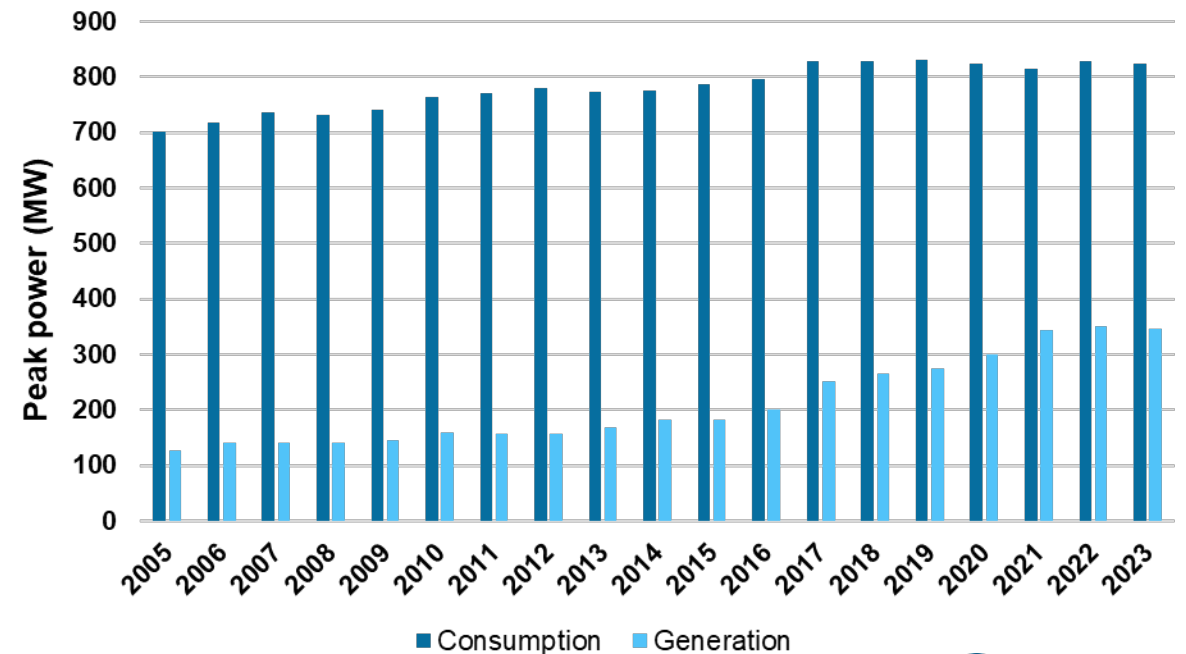
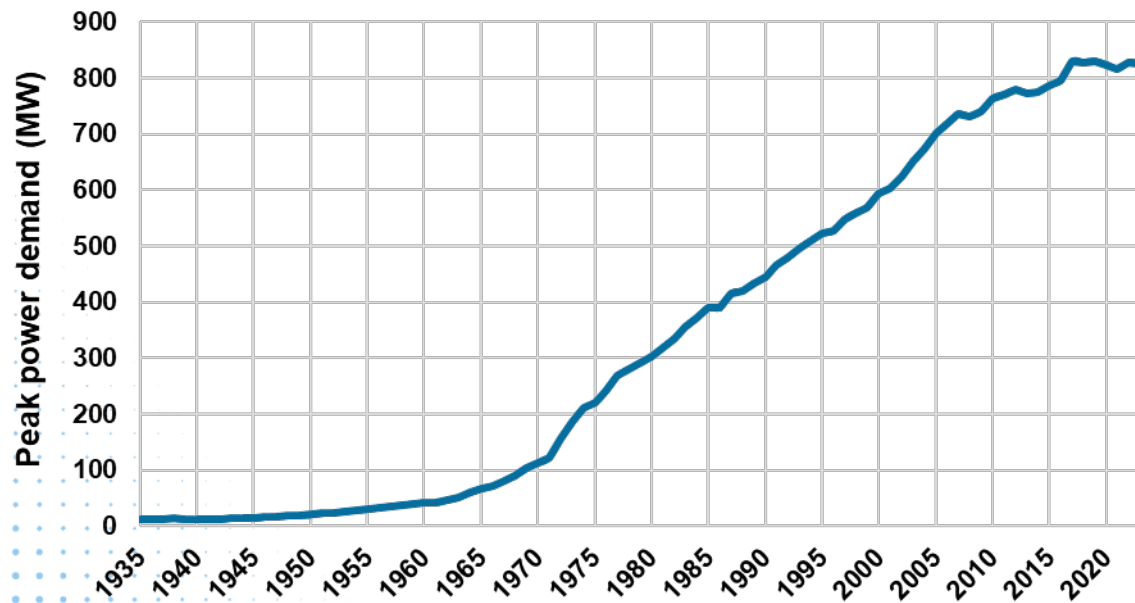
HISTORISCHE ANALYSE



Spitzenbedarf und Erzeugungslasten im Creos-Netz

Im Jahr **2023** erreichte die **Spitzenlast** im Creos-Netz **824 MW**, während **die lokale Spitzenerzeugung** nur **345 MW** erreichte.

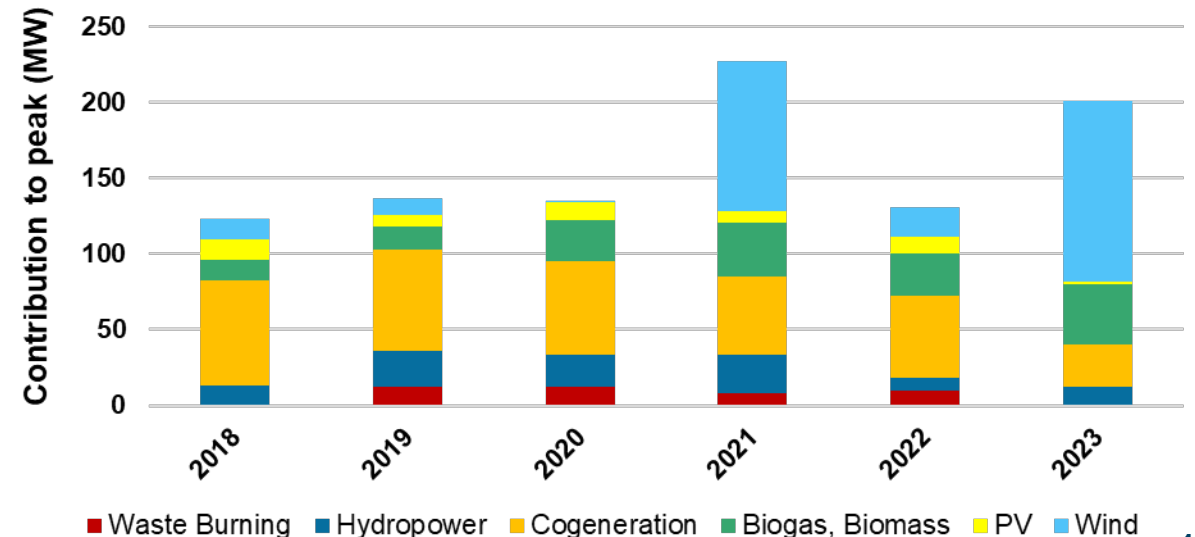
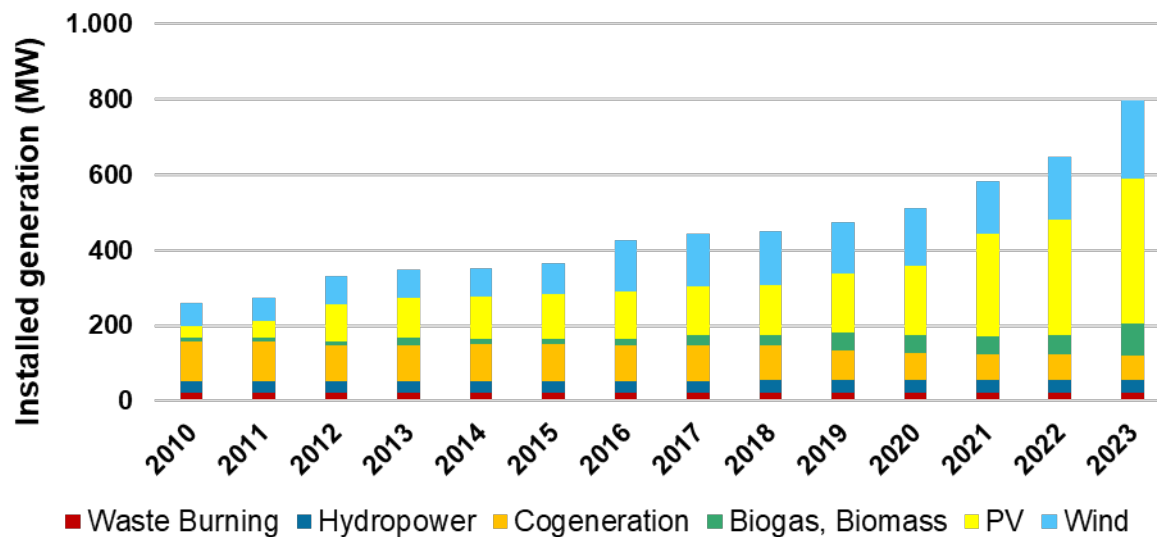
Spitzenverbrauch und Spitzenerzeugung sind **nicht aufeinander abgestimmt**, sodass Luxemburg in Zeiten kritischer Nachfrage auf erhebliche Importe angewiesen ist.



Installierte Kapazität vs. Spitzenbeitrag: Eine wachsende Lücke

Die installierte Leistung stieg von 250 MW im Jahr 2010 auf **800 MW im Jahr 2023** (946 MW im Jahr 2024), aber ihr **Beitrag zur Spitzenlast ist nicht garantiert**.

Die **Photovoltaikleistung** ist während der Winter-Spitzenlastzeiten **begrenzt**, und die **Windenergieerzeugung** ist **sehr variabel** – von nahezu Null im Jahr 2020 bis zu starken Spitzenwerten in den Jahren 2021 und 2023. Die **gasbasierte Kraft-Wärme-Kopplung** ist **rückläufig**, während **Biomasse und Biogas** mit zusätzlicher Kapazität **wachsen**. Die Beiträge aus **Wasserkraft und Abfallverbrennung** bleiben **gering**, wobei eine Wartung aufgrund der wenigen Anlagen einen großen Einfluss hat.

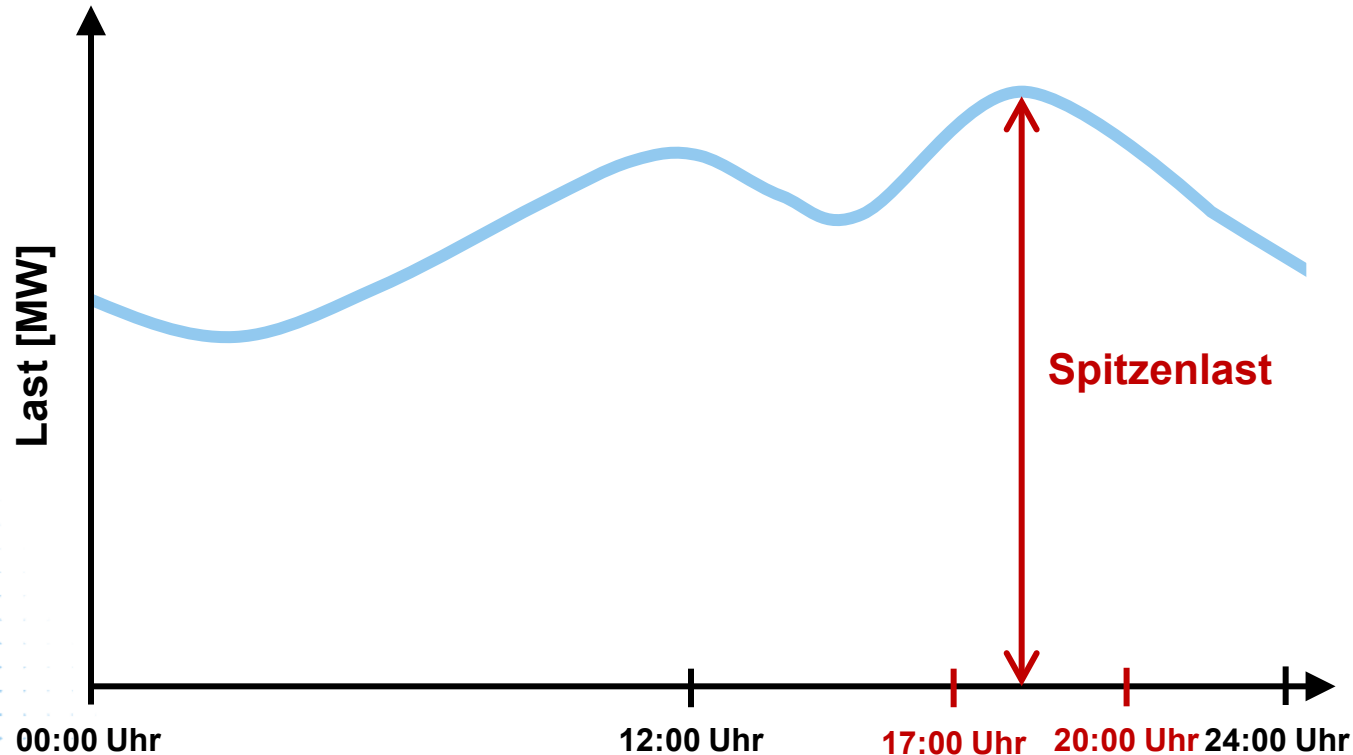


4

PROGNOSTIZIERTE SPITZENLAST 2040



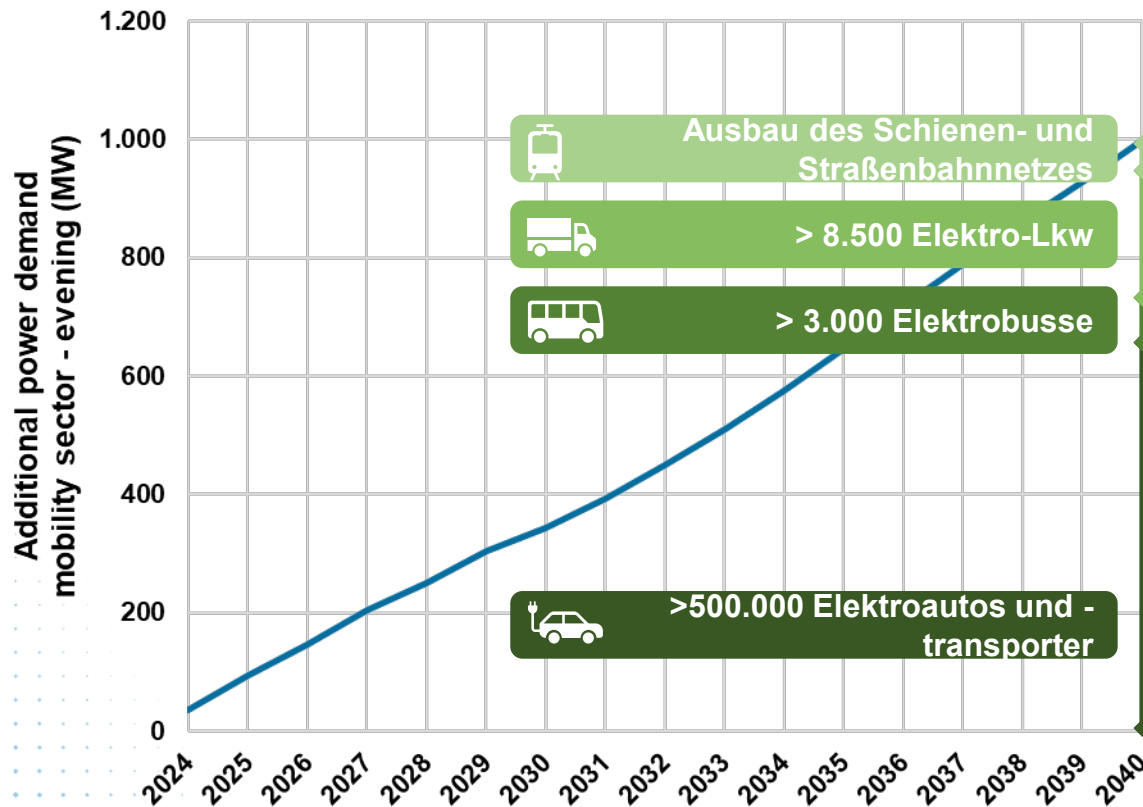
Lastkurve an kalten Tagen: Abendspitzenlast als zentrale Planungsherausforderung



In diesem Szenariobericht analysieren wir die prognostizierten Spitzenwerte für Mittag und Abend in einem hohen und niedrigen Szenario. An kalten Tagen ist der **Abendspitzenwert** durchweg höher – was die Abendstunden zum **kritischsten Zeitraum für die langfristige Netzplanung** macht.

Die folgenden Folien konzentrieren sich daher auf die hohe Abschätzung der Abendspitzenlast, die als Summe der Lasten aller wichtigen Verbrauchssektoren berechnet wird.

Elektromobilität: Fast 1 GW zusätzliche Abendlast

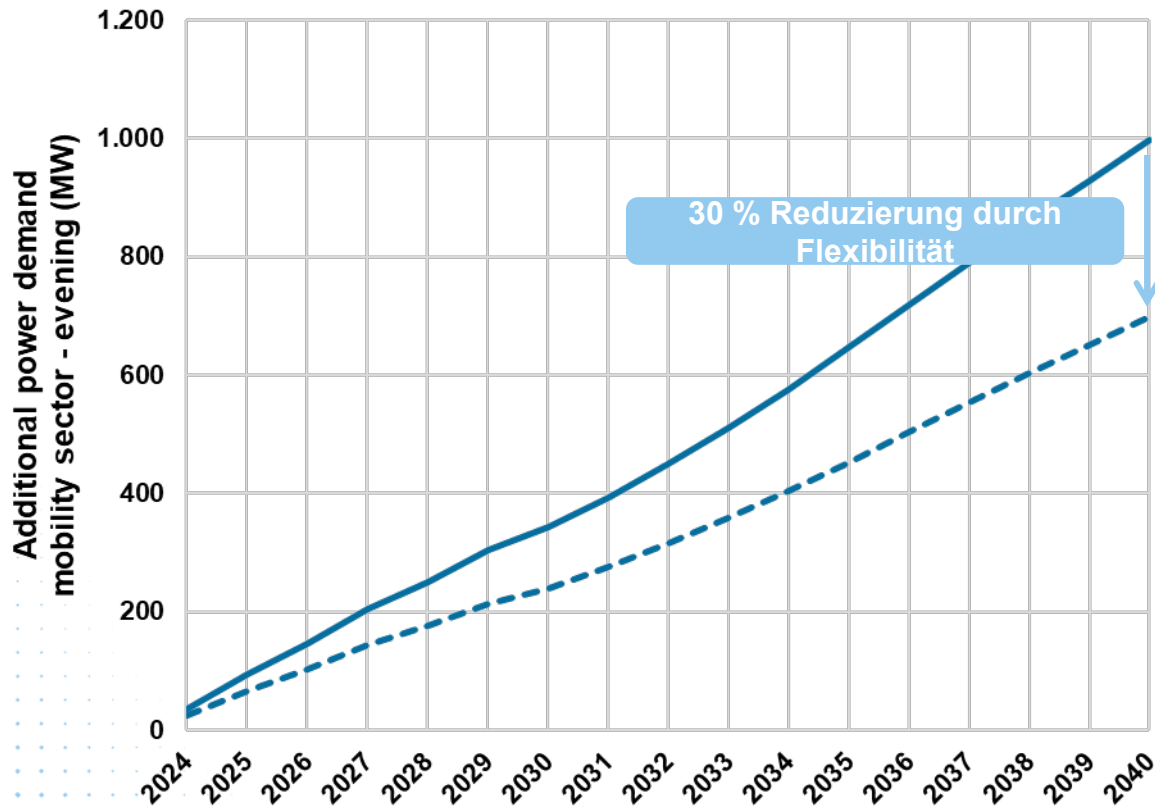


Ohne den Einsatz von intelligentem Laden, Peak Shaving oder anderen Flexibilitätsmaßnahmen könnte die **unkontrollierte Abendspitzenlast durch Elektromobilität bis 2040 bis zu 1.000 MW** erreichen.

Dazu gehören:

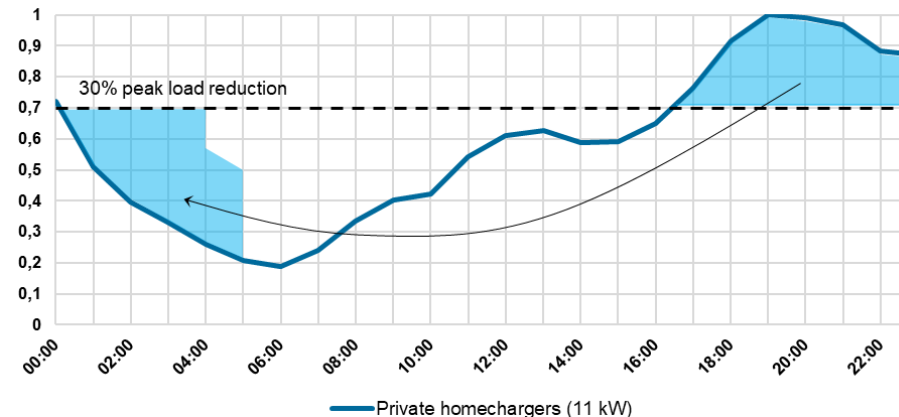
- ~ 650 MW von mehr als 500.000 Elektroautos und -transportern
- ~ 55 MW von rund 3.000 Elektrobusen
- ~ 270 MW von über 8.500 Elektro-LKW
- ~ 20 MW aus dem Ausbau des Schienen- und Straßenbahnnetzes

Flexibilität könnte die Spitzenlast der Elektromobilität um 30 % reduzieren

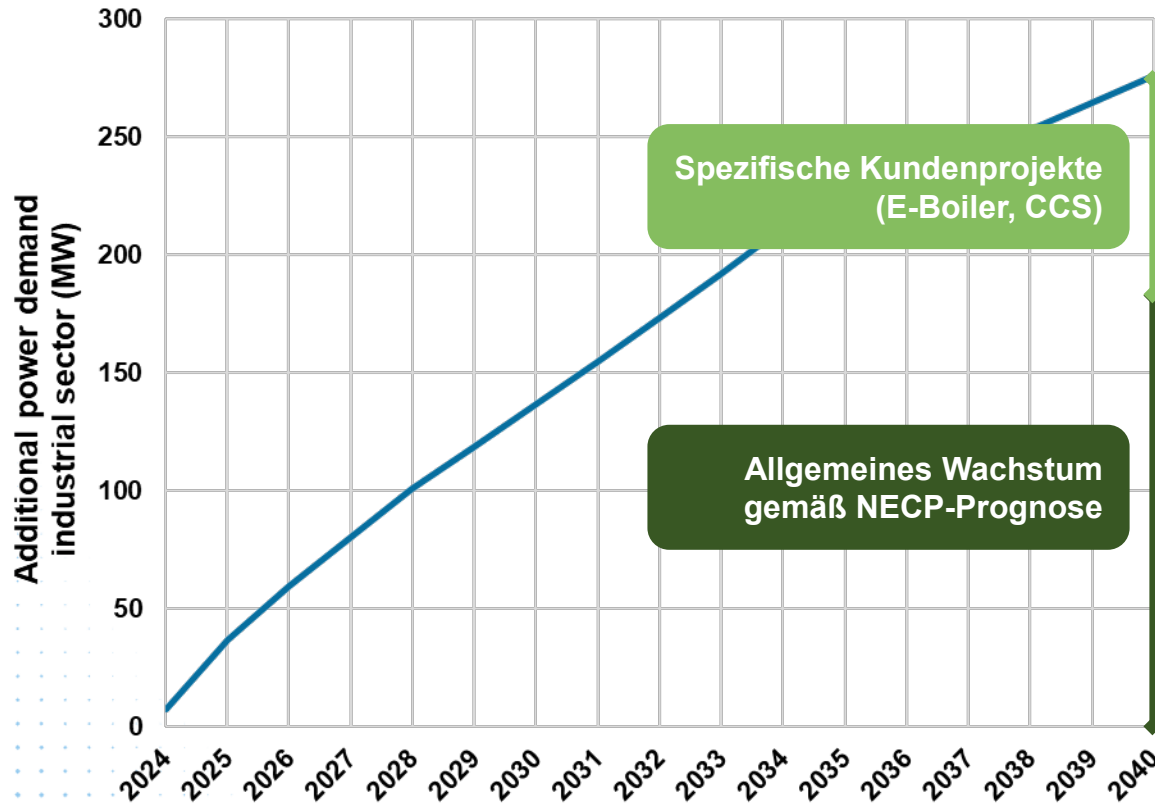


Basierend auf den Lastprofilen verschiedener Nutzergruppen scheint eine **Reduzierung der Spitzenlast** durch Elektromobilität **um 30 %** erreichbar zu sein – durch intelligentes Laden, Depot-Lastmanagement, angepasste Netztarife, Anschlussverträge und andere Flexibilitätsmechanismen.

Dadurch könnte die **Abendspitze** im Jahr 2040 um fast 300 MW reduziert werden – von 1.000 MW auf etwa **700 MW**.



Industriesektor: Elektrifizierung treibt 280 MW an neuer Nachfrage

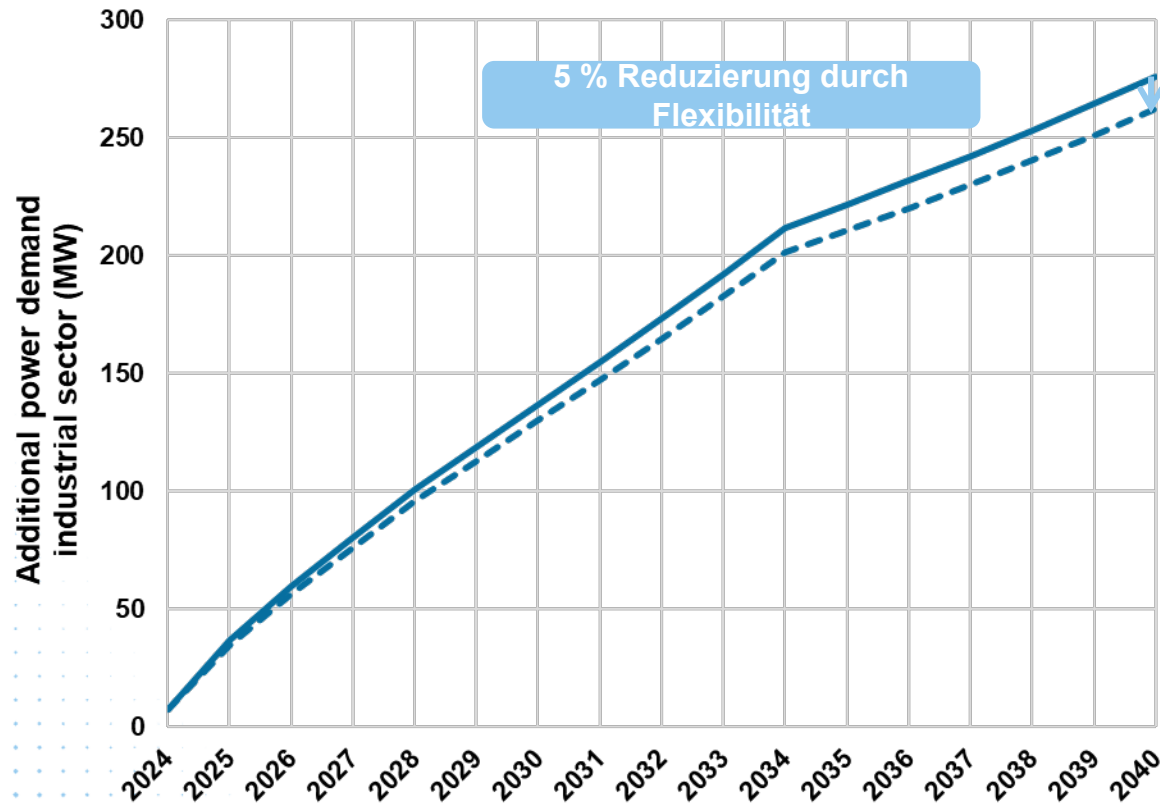


Der zusätzliche Strombedarf im **Industriesektor** im Creos-Netz wurde auf der Grundlage folgender Faktoren ermittelt:

- dem **allgemeinen Anstieg des Energieverbrauchs** im Nicht-ETS-Industriesektor, wie im NECP prognostiziert, was zu einem zusätzlichen Bedarf von **180 MW** führt
- **spezifischen Kundenprojekten**, darunter die Installation von E-Boilern und Systemen zur Kohlenstoffabscheidung und -speicherung, die weitere **100 MW** ausmachen.

Zusammen führen diese Trends **bis 2040** zu einer **zusätzlichen Spitzenlast** von bis zu **280 MW am Abend**.

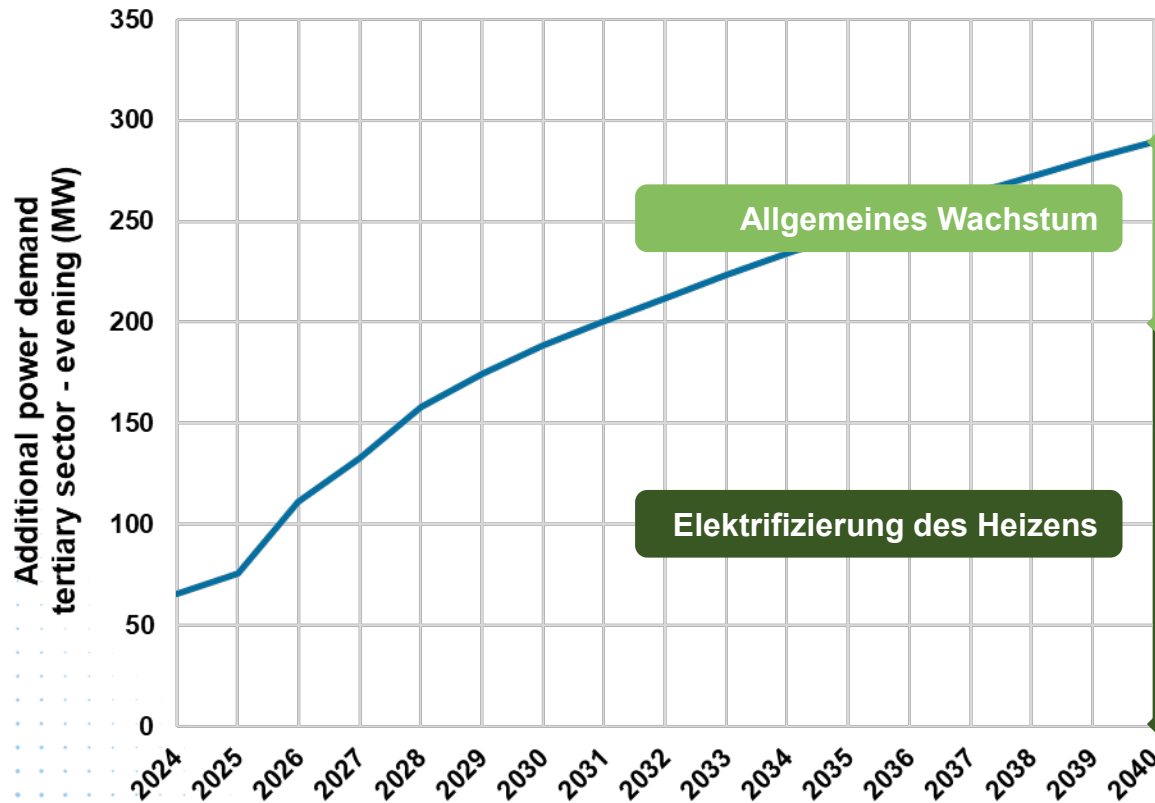
Flexibilität in der Industrie: Potenzial ist vorhanden, aber Kunden sind zurückhaltend



Im Rahmen der Studie **FlexBeAn** (Flexibility Potential and User Behaviour Analysis), die gemeinsam mit dem Luxembourg Institute of Science and Technology (**LIST**) und dem Interdisciplinary Centre for Security, Reliability and Trust (**SnT**) der Universität Luxemburg durchgeführt wurde, wurde das **Flexibilitätspotenzial im Industriesektor** anhand von Literaturrecherchen und **Kundenbefragungen** bewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass Industriekunden in Luxemburg eine eher **vorsichtige Haltung gegenüber Flexibilität** einnehmen, was zu einer geschätzten **Spitzenlastreduzierung von nur 5 %** in diesem Sektor auf **260 MW** führt.

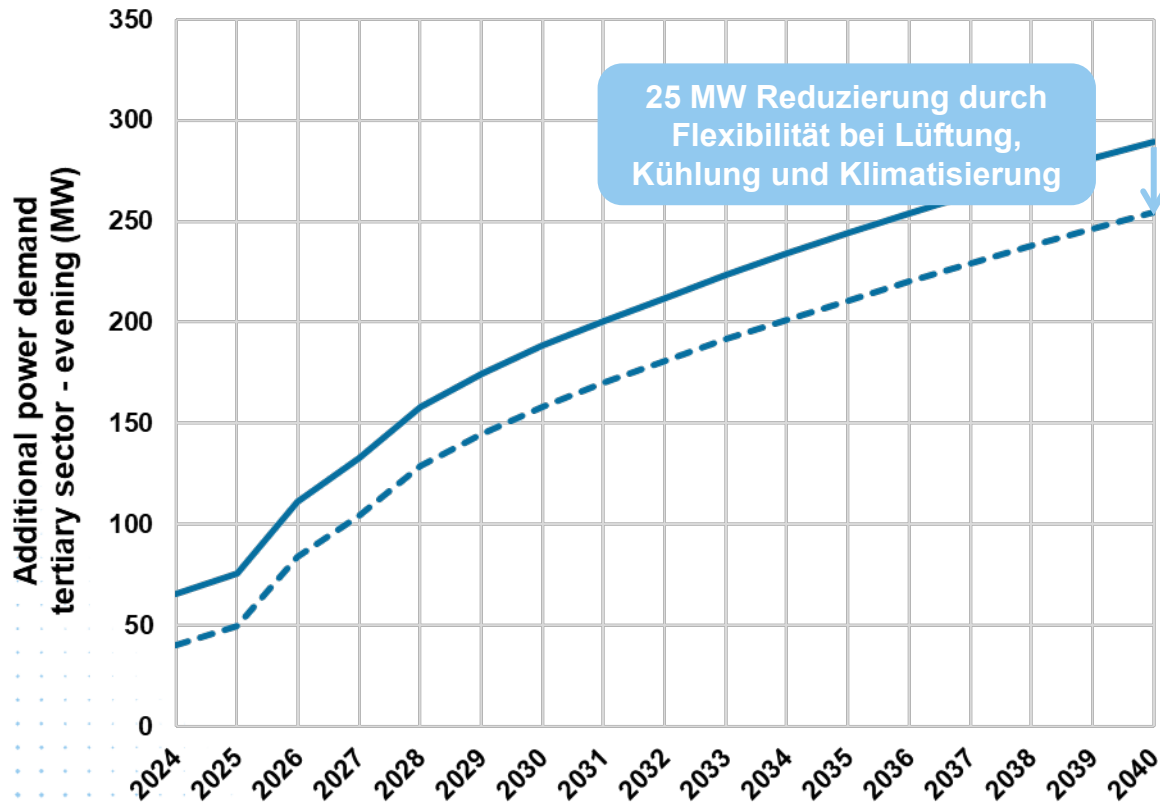
Tertiärer Sektor: Elektrifizierung des Heizens treibt Spitzenlast



Laut NECP wird das Nachfragewachstum im **tertiären Sektor** in erster Linie durch die **Elektrifizierung des Heizens** angetrieben, die bis 2040 etwa **200 MW** beitragen wird.

Weitere **90 MW** werden durch **das allgemeine Wachstum** in den Bereichen Dienstleistungen, Büros, Einzelhandel und öffentliche Gebäude erwartet.

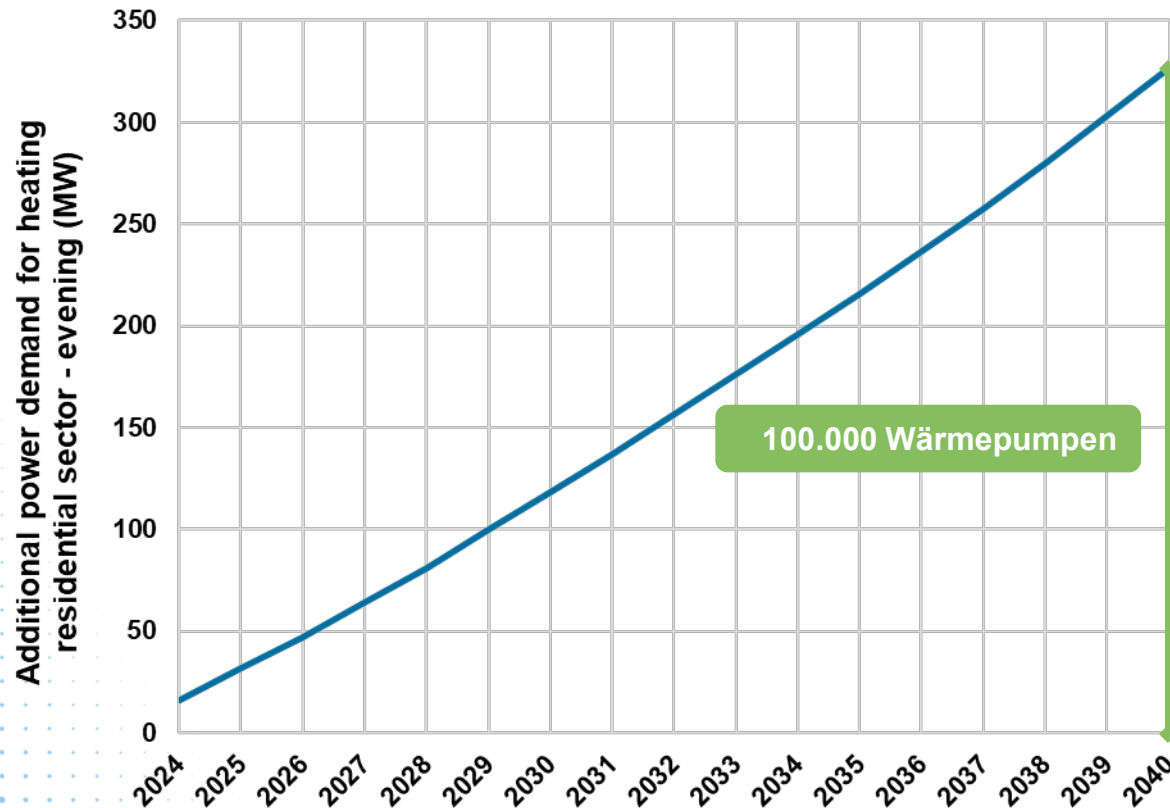
Flexibilität im tertiären Sektor: Begrenztes Potenzial im Winter



Die FlexBeAn-Studie bewertete auch das Flexibilitätspotenzial im **tertiären Sektor** und identifizierte Möglichkeiten vor allem in den Bereichen **Lüftung, Kühlung und Klimatisierung**.

Für die **Wintermonate**, in denen das Heizen dominiert, wird die erreichbare Spitzenlastreduzierung auf **25 MW** geschätzt.

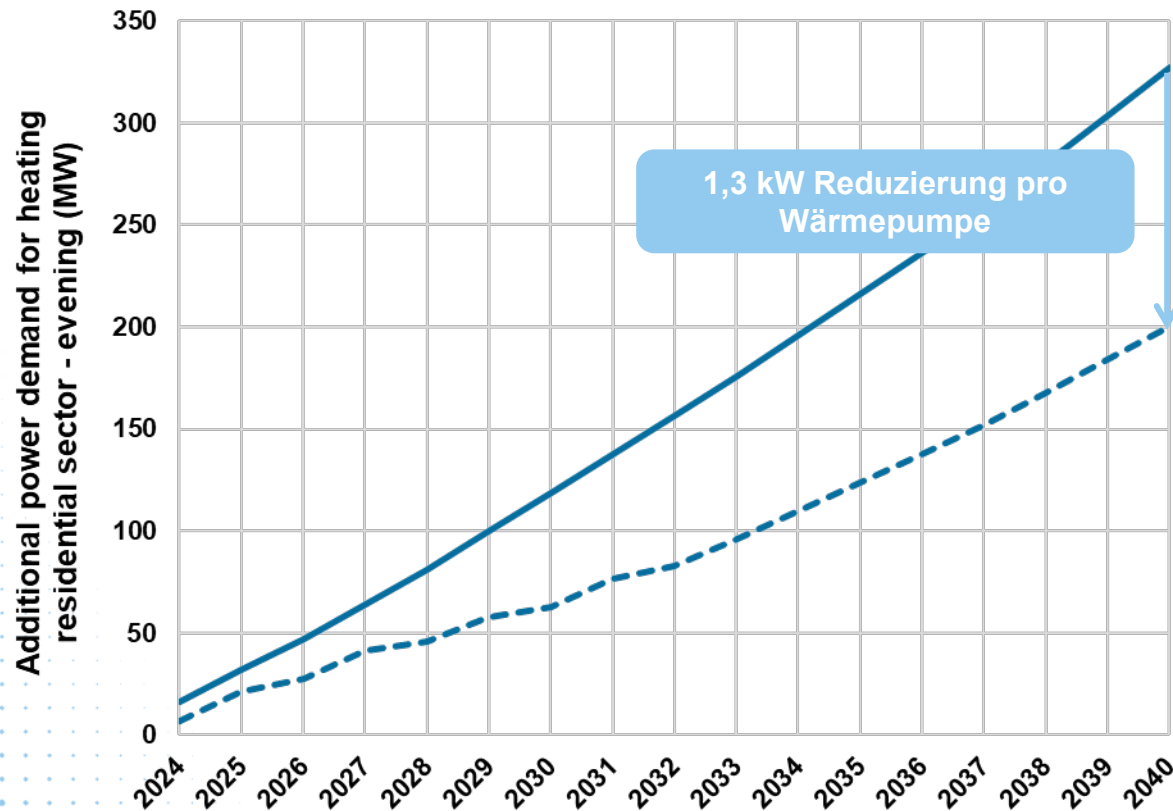
Wohnungssektor: Wärmepumpen erhöhen die Abendlast um 320 MW



Im **Wohnbereich** wird das Nachfragewachstum ausschließlich durch den **Ersatz fossiler Heizsysteme durch Wärmepumpen** angetrieben.

Laut NECP könnten bis **2040** fast **100.000 Wärmepumpen** installiert werden, was zu einer geschätzten zusätzlichen Abendlast von **320 MW** führen würde.

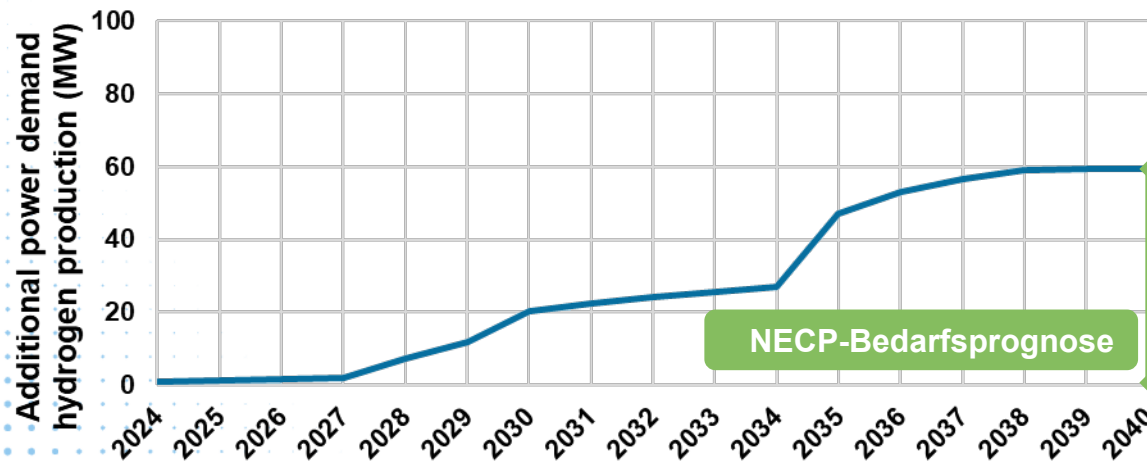
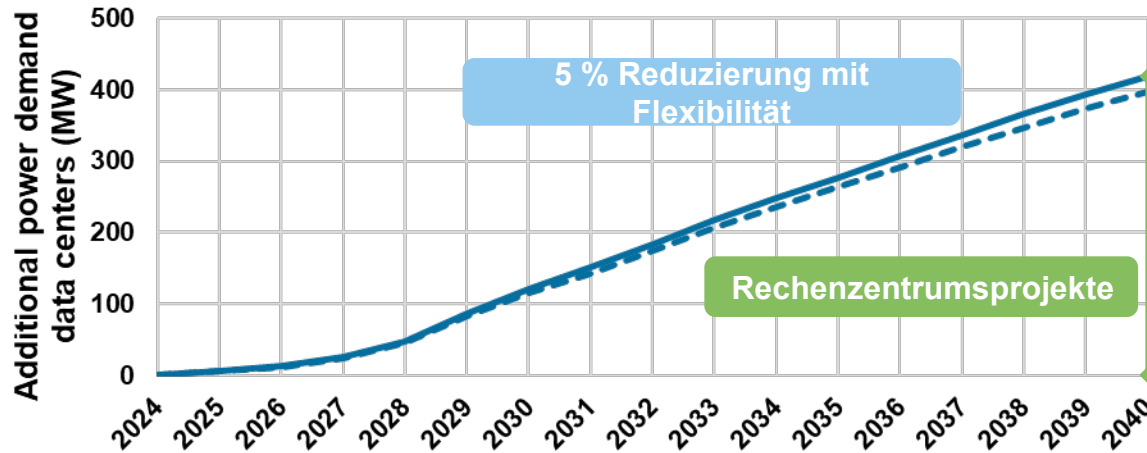
Flexibilität im Wohnbereich: Hohes Potenzial durch Wärmepumpensteuerung



Die FlexBeAn-Studie untersuchte auch den **Wohnbereich** und stellte aufgrund des Einsatzes von Wärmepumpen ein **hohes Flexibilitätspotenzial** fest.

Im Durchschnitt **bietet jede Einheit eine verschiebbare Last von etwa 1,3 kW**, was bis 2040 zu einer Spitzenlastreduzierung von bis zu **130 MW** führen könnte.

Zusätzliche Lasten: Rechenzentren und Wasserstoffproduktion



Die zukünftige **Last durch Rechenzentren** wurde auf der Grundlage von Kundenprojekten und Anfragen geschätzt und **wird bis 2040 400 MW überschreiten**.

Aufgrund ihres **konstanten 24-Stunden-Lastprofils** wurde ein **begrenzt Flexibilitätspotenzial von 5 %** angesetzt.

Für **Wasserstoff** prognostiziert der NECP ein Szenario mit **vollständig lokaler Produktion** für industrielle und transportbezogene Zwecke **bis 2030**, danach wird eine Wasserstofftransportinfrastruktur erwartet.

Aufgrund der Unsicherheit hinsichtlich der Umsetzung und des Betriebs wurde für diese Last kein Flexibilitätspotenzial angenommen.

5

PROGNOSTIZIERTE SPITZEN- STROMERZEUGUNG 2040

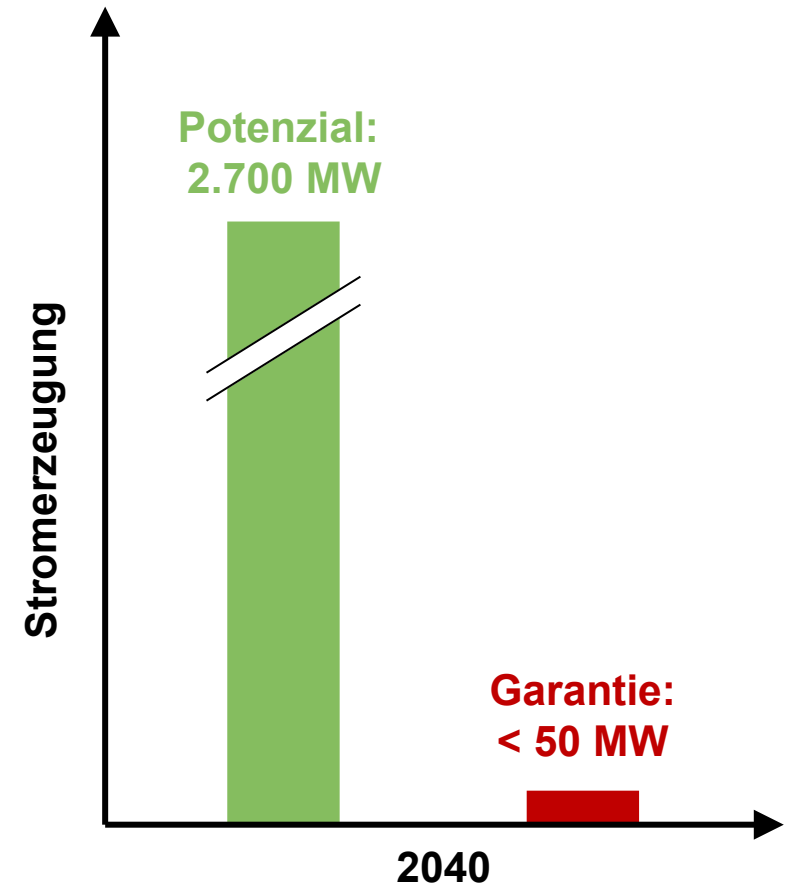
Prognostizierte Spitzenlast bis 2040

In diesem Kapitel wird die **prognostizierte Spitzenstromerzeugung** aller wichtigen Technologien in Luxemburg sowohl unter **hohen als auch** unter **niedrigen Szenarien** dargestellt. Im Gegensatz zur installierten Leistung spiegelt dies die tatsächliche Einspeisung ins Netz wider.

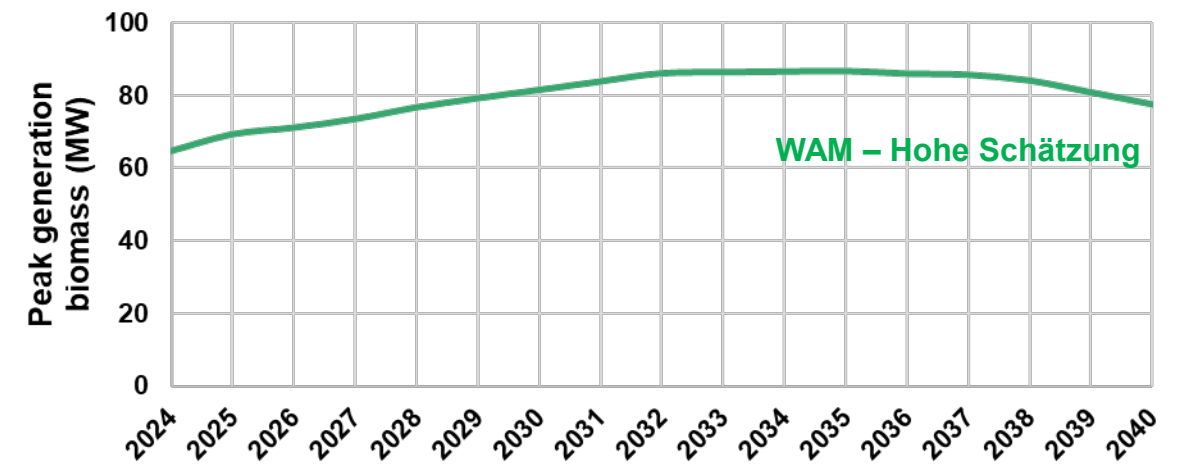
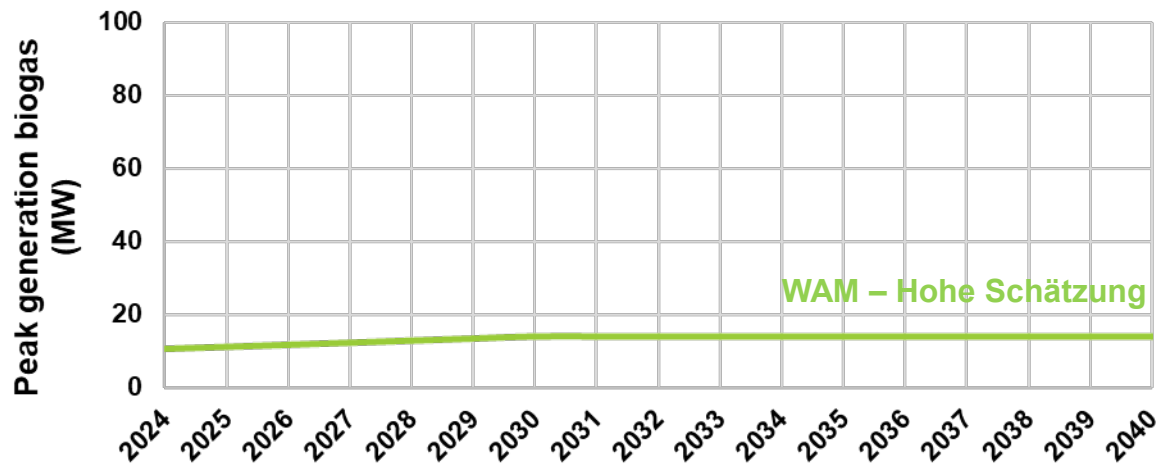
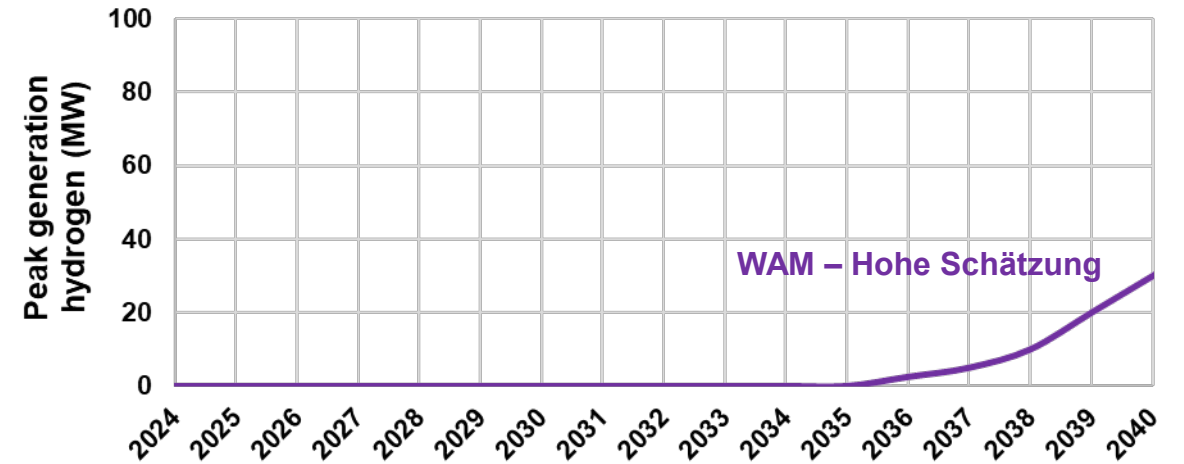
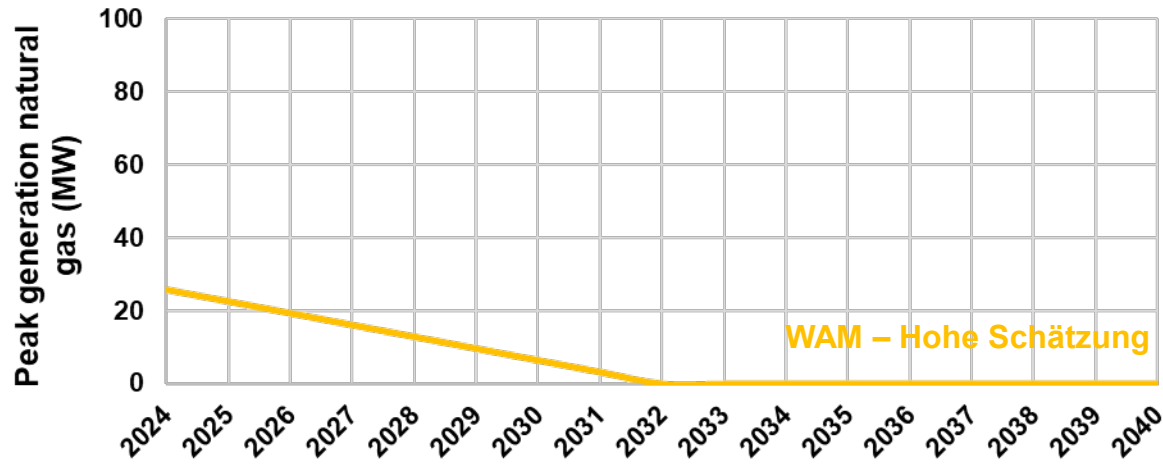
Die Prognosen **basieren auf** den Erzeugungsmengen aus den **NECP WEM- und WAM-Szenarien** unter Verwendung der historischen Volllaststunden für jede Technologie. Wie im vorigen Abschnitt konzentrieren wir uns auch hier auf das ambitionierte WAM-Szenario.

Während die installierte Leistung voraussichtlich deutlich wachsen wird, **tragen nicht alle Quellen zuverlässig zur Spitzennachfrage bei**.

Bis **2040** könnte die **Spitzenstromerzeugung theoretisch bis zu 2.700 MW erreichen** – im **schlimmsten Fall** lassen die Analysen der letzten sechs Jahre jedoch vermuten, dass während Spitzenlastzeiten **weniger als 50 MW als garantiert angesehen werden können**.

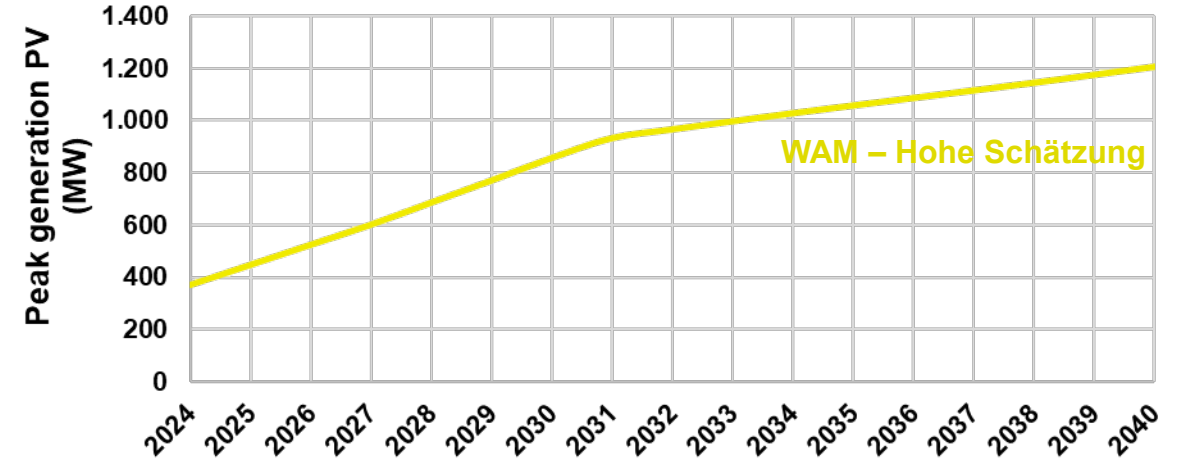
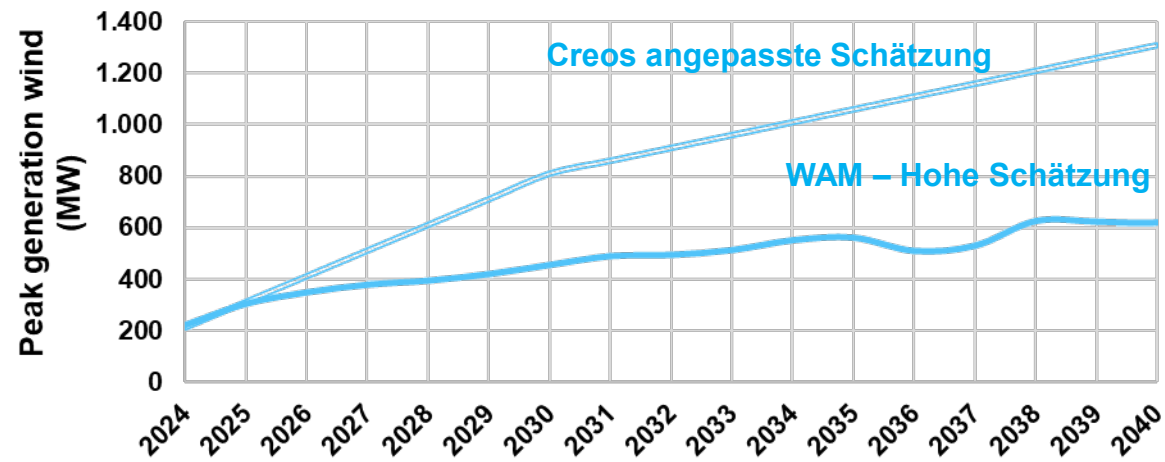
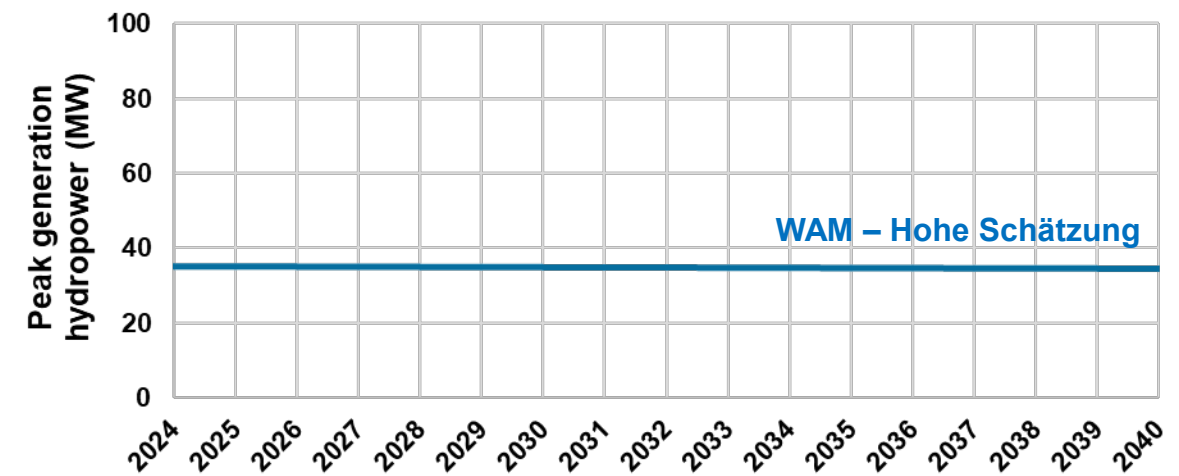
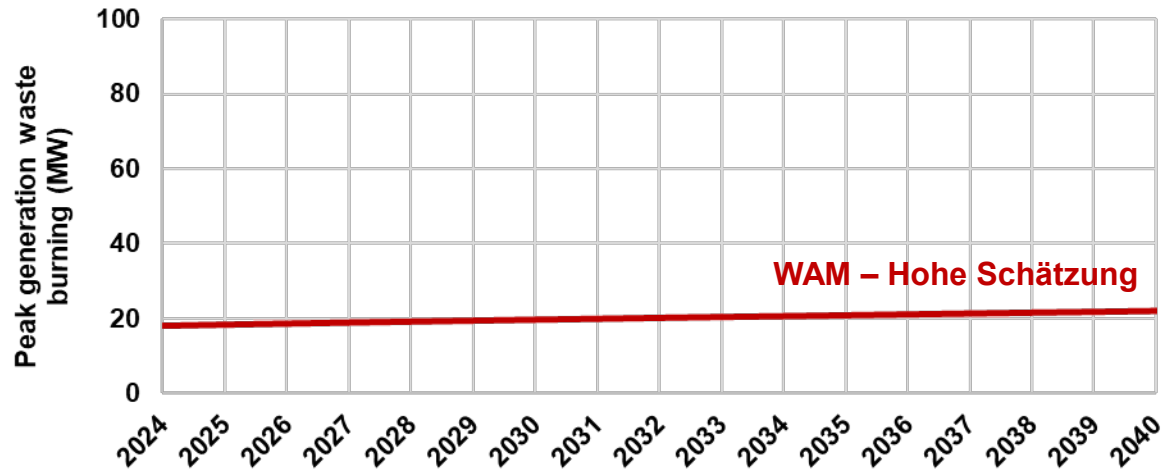


Erdgas, Wasserstoff, Biogas und Biomasse



Die garantierte Spitzenerzeugung bleibt begrenzt, da die zuverlässigsten Energiequellen entweder auslaufen oder nur moderat wachsen.

Abfallverbrennung, Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik

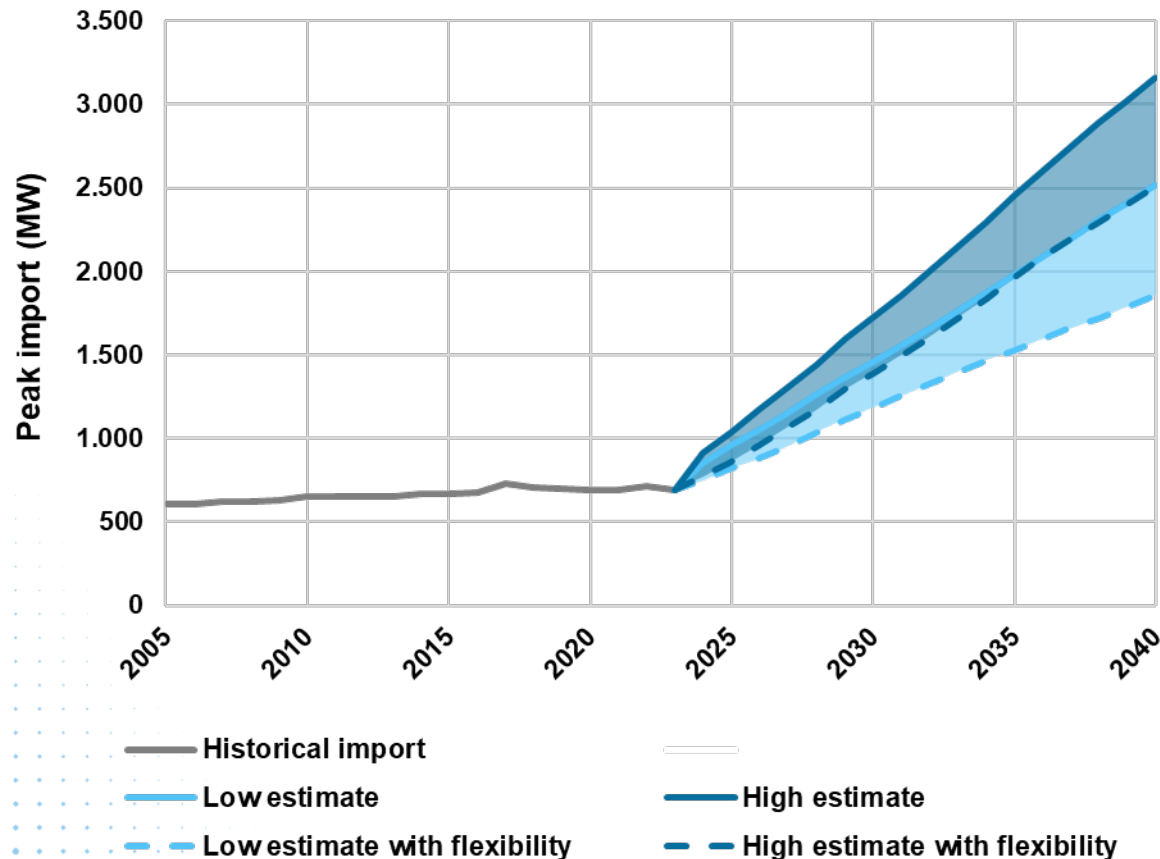


Wind- und Solarenergie sind die Haupttreiber für den prognostizierten Anstieg der Spitzenstromerzeugung – jedoch bleibt die saisonale und wetterabhängige Verfügbarkeit eine wesentliche Einschränkung.

6

PROGNOSTIZIERTE SPITZEN- IMPORTLAST

Hohe Importabhängigkeit bleibt bestehen – trotz Flexibilität



Der **Spitzenimport** wird als **Gesamtlast abzüglich der garantierten Erzeugung** berechnet. Die in dieser Analyse verwendete Gesamtlast ist die Summe der in Abschnitt 4 dargestellten sektoralen Spitzenlasten.

Während in den vorangegangenen Abschnitten nur die hohe Schätzung dargestellt wurde, werden in dieser Folie **alle Berechnungen** vorgestellt, darunter:

- **Szenarien mit hohen und niedrigen Schätzungen**
- **Mit und ohne Flexibilitätsmaßnahmen**

Bis 2040 könnte der Importbedarf zwischen 1.850 MW und 3.150 MW liegen.

Für die langfristige Netzplanung im **Netzentwicklungsplan** wird die **hohe Schätzung mit Flexibilität** verwendet.

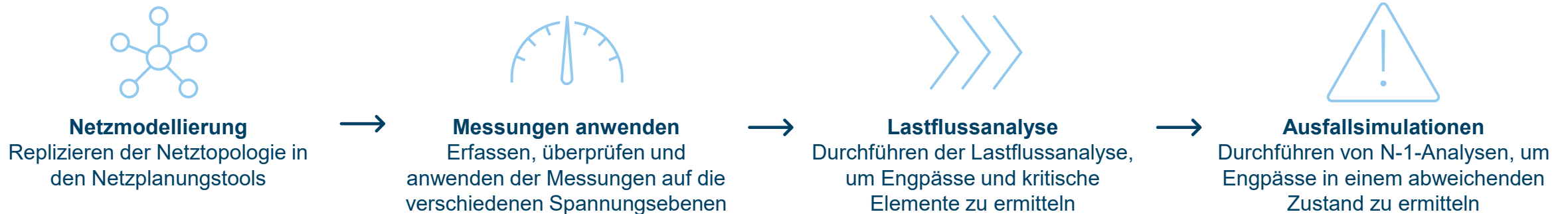
Die Maßnahmen werden durch eine Überschreitung von **Leistungs- oder Spannungsschwellen** ausgelöst, was eine gezielte Nachverfolgung und Überprüfung ermöglicht.

7

NETZENTWICKLUNGSPLAN FÜR DAS VERTEILUNGSNETZ (DNDP)

Umwandlung von Prognosen in Netzentwicklungspläne

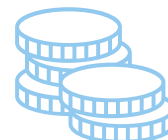
1) Den aktuellen Netzstatus jeder Spannungsebene bewerten



2) Verteilen der Prognosen für Nachfrage und Erzeugung pro Spannungsebene und Region



3) Ermitteln der erforderlichen Maßnahmen und Durchführen von Kosten-Nutzen-Analysen, um herkömmliche Netzverstärkungen mit Smart-Grid- oder Flexibilitätsoptionen zu vergleichen.



4) Dokumentation der Ergebnisse im Netzausbauplan



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Haben Sie noch Fragen?

