vertraulich

Netzausbauplanung 2026

der Verteilernetzbetreiber Strom
§ 14d EnWG

Mainfranken Netze GmbH



PLANUNGSREGION
BAYERN

Würzburg, den 31.10.2026

Impressum

Mainfranken Netze GmbH
Haugerring 6
97070 Würzburg

Vertreten durch die Geschäftsführung:
Simone Junk, B.A., Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Söbbing

Kontakt:
Telefon: 0931 36 3131
Telefax: 0931 36 1189
E-Mail: info@mfn.de

Eintragung im Handelsregister:
Registergericht: Amtsgericht Würzburg
Registernummer: HRB 9495

Umsatzsteuer-ID gemäß § 27 Umsatzsteuergesetz:
DE 254 744 099

Lizenziert unter: CC BY-ND 4.0

Ziele und Hintergrund der Netzausbauplanung

Die Mainfranken Netze GmbH (MFN) ist als Verteilnetzbetreiber (VNB) zur Erstellung eines Netzausbauplans (NAP) nach dem Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) verpflichtet.

Die Entwicklung der Stromverteilungsnetze muss sich bei allen VNB an den Aufgaben ausrichten, die sich aus dem gesetzlichen Ziel der Klimaneutralität Deutschlands bis 2045 ergeben. Mit diesen Anforderungen wächst auch der Abstimmungsbedarf zwischen den VNB. Vor diesem Hintergrund wurde Deutschland in sechs Planungsregionen eingeteilt, in denen die VNB abgestimmte Regionalszenarien erstellen. Diese basieren auf den regionalisierten Erzeugungs- und Verbrauchsprognosen des Szenariorahmens Strom, der von den Übertragungsnetzbetreibern für ihre Netzentwicklungspläne erarbeitet und von der Bundesnetzagentur (BNetzA) genehmigt wird.

Das aktualisierte Regionalszenario (RZ) der Planungsregion Bayern (PR) wurde im Januar 2026 auf VNBdigital, dem gemeinsamen Netzportal der Stromverteilnetzbetreiber, veröffentlicht. Die darin enthaltenen Prognosen bilden die Grundlage für die weiteren Netzausbauplanungen der jeweiligen VNB. Zusätzlich wurde in der Planungsregion Bayern ein Überleitungsdokument erstellt, in dem die gemeinsam abgestimmten Planungsgrundsätze beschrieben sind.

Dieses Überleitungsdokument weist zwei Entwicklungsszenarien aus: ein Basisszenario, das sich am Szenario B des genehmigten Szenariorahmens der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) orientiert und die Grundlage dieses Netzausbauplans bildet, sowie ein Effizienzszenario. Mit dem Effizienzszenario verfolgt die Planungsregion Bayern das Ziel, durch eine höhere Flexibilität aller Netzteilnehmenden sowie angepasste Regeln eine effizientere und kostengünstigere Netzstruktur zu erreichen. Die Ergebnisse des Effizienzszenarios werden in den folgenden Kapiteln gesondert dargestellt. Das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 bleibt in beiden Szenarien unverändert.

Der nachfolgende Netzausbauplan der Mainfranken Netze GmbH beschreibt im Wesentlichen die planerische Entwicklung der Stromverteilungsnetze vor dem Hintergrund der gesetzlich verankerten Klimaneutralität Deutschlands bis zum Jahr 2045. Die voraussichtlich erforderlichen Maßnahmen orientieren sich an den Anforderungen der nächsten fünf und zehn Jahre sowie an den langfristigen Prognosen bis zum Jahr 2045.

Die im Netzausbauplan ausgewiesenen Maßnahmen bilden dementsprechend ein Zielbild ab, das in einem iterativen Prozess alle zwei Jahre überprüft und auf Grundlage neuer Erkenntnisse sowie veränderter Rahmenbedingungen weiterentwickelt wird. Aus den in diesem Netzausbauplan beschriebenen Maßnahmen kann daher kein Anspruch auf deren Umsetzung abgeleitet werden. Insoweit können die vorliegenden Planungen nicht zur Abschätzung oder Interpretation möglicher, freier Netzkapazitäten für größere Erzeugungsanlagen oder größere Verbrauchseinrichtungen herangezogen werden. Für die Planung künftiger Netzverknüpfungspunkte bedarf es immer einer individuellen und für den Bestimmungszeitpunkt sachgerechten Netzberechnung.

Die Gliederung des neuen Netzausbauplans 2026 basiert auf einer Vorgabe der BNetzA und weicht von der im Jahr 2024 veröffentlichten NAP-Version ab.

Inhaltsverzeichnis

Impressum ii
Ziele und Hintergrund der Netzausbauplanung iii
Abkürzungsverzeichnis 2
1. Einleitung 3
2. Planungsgrundlagen 7
2.1 Regionalszenario 2025 der Planungsregion Bayern 7
2.1. Voraussichtliche Entwicklung der Versorgungsaufgabe 14
3. Netzdimensionierende Netzausbauplanung 28
3.1. Hochspannung 30
3.2. Mittel- bis Niederspannung 36
4. Nicht netzdimensionierender Ausbaubedarf 46
5. Bedarf an Systemdienstleistungen und Flexibilitätsdienstleistungen 47
6. Spitzenkappung nach § 11 Absatz 2 EnWG 47
7. Stellungnahmen 48
Danksagung 48
Anlagen iv

Abkürzungsverzeichnis

BNetzA	Bundesnetzagentur
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
HKW	Heizkraftwerk
HS	Hochspannung (110 kV)
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
MS	Mittelspannung (20 kV)
MFN	Mainfranken Netze GmbH
MHKW	Müllheizkraftwerk
NAP	Netzausbauplan
NE	Netzebene
NLL	Nationale Leitstelle für Ladeinfrastruktur
NOVA	Netz-Optimierung vor Netz-Verstärkung vor Netz-Ausbau
NS	Niederspannung
ONS	Ortsnetzstation (Netzebene 6)
PR	Planungsregion
PV	Photovoltaik
RONT	Regelbarer Ortsnetztransformator
RZ	Regionalszenario
SH	Schalthaus (MS-Netzknoten mit Leistungsschaltern)
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
UW	Umspannwerk (Netzebene 2 oder 4)
VNB	Verteilnetzbetreiber
VVNB	Vorgelagerter Verteilnetzbetreiber
WEA	Windenergieanlagen

1. Einleitung

Der Fortschritt der Energiewende stellt bereits heute hohe Anforderungen an das Verteilnetz der MFN. Um diesen Anforderungen heute und vor allem in der Zukunft gerecht zu werden, bedarf es Zielnetzplanungen, die eine Brücke zwischen zukünftigen Anforderungen und den aktuellen Bestandssystemen bilden. Die Grundlagen dafür müssen sich auf regionale und überregionale Entwicklungen beziehen und auf Ebene der Verteilnetzbetreiber abgestimmt sein.

Die nachfolgende Netzausbauplanung stellt eine solche Zielnetzplanung dar, deren Basis innerhalb der Planungsregion Bayern mit dem aktualisierten Regionalszenario und dem zugehörigen Überleitungsdokument abgebildet ist. Diese Grundlagen werden durch aktuelle kommunale Wärmeplanungen, Zielnetzplanungen für andere Sparten wie Fernwärme und Gas sowie durch unternehmensinterne Studien ergänzt. Die darin enthaltenen regionalen und netzspezifischen Aspekte fließen ebenfalls in die Netzausbauplanung ein. Mit der Erstellung der notwendigen Konzepte und Berechnungen für diesen Netzausbauplan wurde bereits im Januar 2026 begonnen. Die Ergebnisse konnten nach mehreren Iterationsphasen über alle Netzebenen (NE) im Oktober 2026 finalisiert und in diesem Dokument zusammengefasst werden.

Die MFN sorgt als Verteilnetzbetreiber für einen zuverlässigen und sicheren Netzbetrieb der Stromnetze in der Stadt Würzburg sowie 21 weiteren, direkt angrenzenden Gemeinde. Eine Übersicht des Netzgebiets bzw. dessen Aufteilung in Teilnetze ist in Abbildung 1 dargestellt. Zudem betreibt die MFN in und um Würzburg Gasnetze und ist Betriebsführer für Wasser-, Fern- und Nahwärmenetze. Dadurch beteiligt sich die MFN an verschiedenen Zielplanungen (z. B. Verteilernetzentwicklungsplan Gas sowie Wärmeleitplanungen) und legt damit die Basis für eine regionale Sektorenkopplung. Das Hoch-, Mittel- und Niederspannungsnetz (HS, MS, NS) erstreckt sich auf eine Gesamtlänge von ca. 2830 km und versorgt ca. 212.000 Menschen in der Region mit elektrischer Energie. An dieses Stromnetz sind derzeit ca. 13.000 EEG- und KWK- Anlagen mit einer installierten Leistung von ca. 239 MW angeschlossen. Zusätzlich speist noch ein Heizkraftwerk (HKW) und Müllheizkraftwerk (MHKW) mit einer installierten Gesamtleistung von 169 MW in das Netz der MFN ein. Die gesamte installierte Einspeiseleistung beträgt damit ca. 408 MW und steht aktuell einer Gesamtjahreshöchstlast von ca. 159 MW gegenüber (Stand Ende 2025).

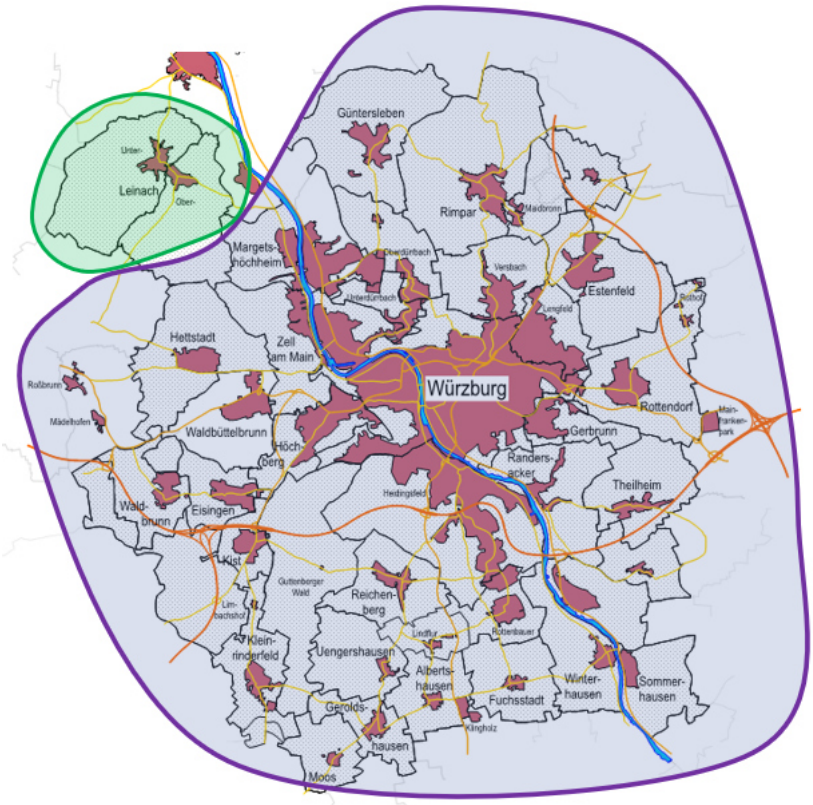


Abbildung 1: Teilnetzgebiete

Das Netzgebiet der MFN wird nahezu hälftig durch den Main geteilt. Neue Flussquerungen mit HS- oder MS-Leitungen sind fast ausschließlich mittels Düker möglich, da in den vorhandenen Brückenkörpern für zusätzliche Trassen dieser Spannungsebenen bzw. Größenordnungen in der Regel kein ausreichender Platz vorhanden ist. Leitungsbauprojekte mit Flussquerungen erfordern deshalb aufwendige Planungs- und Genehmigungsprozesse sowie hohe Kosten und lange Bauzeiten. Neben Netzbaumaßnahmen der MFN sind auch Projekte zur Anbindung größerer Erzeugungsanlagen, wie z. B. PV-Freiflächen- oder Windenergieanlagen (PV, WEA), von diesen Erschwernissen betroffen, sofern deren Anschlusstrassen über den Main führen.

Die HS-Netzstruktur ist, historisch bedingt, stark an der Erzeugungseinheit HKW (149 MW) ausgerichtet. Dies trifft auch für große Teile des innerstädtischen MS-Netzes zu. Da das HKW in Zeiten hoher Last derzeit eine stabile Erzeugung gewährleistet, übernimmt es eine wichtige netzdienliche Funktion. Diese Funktion ist auch für die Transformation der Stromnetze von Bedeutung und muss bei der mittelfristigen Netzentwicklung berücksichtigt werden. Mit dem Zubau größerer, dezentraler Erzeugungsanlagen (PV-Freiflächen- und Windenergieanlagen), die überwiegend außerhalb des Stadtgebiets errichtet werden, ist in Bezug auf die aktuellen Netzstrukturen, ein erheblicher Umbau der HS- und MS-Netze erforderlich.

Der Innenstadtbereich von Würzburg ist heute bereits stark mit Fernwärme durchdrungen. Der künftige Ausbau der Fernwärme und deren perspektivische Strombedarfe für die Wärmeerzeugung beeinflussen insbesondere die räumliche und strukturelle Zuordnung der Stromwärmebedarfe. Im innerstädtischen Gebiet befinden sich auch zahlreiche denkmalgeschützte Ensembles, die zumindest derzeit nur einen bedingten Zubau von PV-Dachanlagen erwarten lassen. Beides wurde im Rahmen des NAP netztechnisch berücksichtigt.

Zudem ist das Stromnetz der MFN durch einen sehr kleinen Anteil an MS-Freileitungen gekennzeichnet, welche sich überwiegend im Bereich von Netzausläufern befinden. In den nachfolgenden Planungen sind keine Auswechslungen oder Verstärkungen von MS-Freileitungen vorgesehen. Sofern diese Leitungsteile von Ersatz- oder Verstärkungsmaßnahmen betroffen sind, kommen dafür ausschließlich MS-Kabel zum Einsatz.

Im nördlichen Netzgebiet der MFN verlaufen die HS-Trassen des vorgelagerten Verteilnetzbetreibers (VVNB), der Bayernwerk Netz GmbH, an denen auch das HS-Netz der MFN angeschlossen ist. Das bedeutet, die Verknüpfung beider Netze erfolgt auf gleicher Netzebene. Dieser Umstand sowie die räumliche Nähe der beiden HS-Netze bedingen für den NAP der MFN eine enge Abstimmung der Netzverknüpfungen für die in diesem Bereich planerisch zugeordneten, großen Erzeugungsanlagen, um einen wirtschaftlichen Netzausbau sicherzustellen.

An das Verteilnetz der MFN sind zwei nachgelagerte Verteilnetze angeschlossen. Hierbei handelt es sich aber um Arealnetze, deren Strombedarfsentwicklung in den prognostizierten Leistungen der MFN enthalten sind.

Aufgrund der räumlichen Nähe, der vergleichbaren Versorgungsaufgaben sowie der Quartiersstrukturen, die sich sowohl im Stadtgebiet Würzburg als auch in den Umlandgemeinden wiederfinden, ergeben sich für das Netzgebiet der MFN keine differenzierten, gebietsbezogenen Planungsanforderungen. Dementsprechend gelten die allgemeinen Planungsprämissen und Planungsgrundlagen prinzipiell für das gesamte Netzgebiet. Durch die oben beschriebenen, historisch gewachsenen Netzstrukturen würde eine weitere Differenzierung sogar eine effiziente Weiterentwicklung der Bestandsnetze erschweren. Für den NAP wird das Netzgebiet deshalb nicht in weitere Teilnetze untergliedert.

Eine Ausnahme bildet allerdings die Gemeinde Leinach, da diese nicht galvanisch mit dem Verteilnetz der MFN verbunden ist. Leinach ist über zwei Netzverknüpfungspunkte an das MS-Netz der Bayernwerk Netz GmbH angeschlossen. In Anlehnung an die Definition der BNetzA wird Leinach als eigenes Teilnetz definiert.

Aufgrund der erheblichen Größenunterschiede der Teilnetze wird das Hauptaugenmerk des NAP auf das Teilnetz 1 gerichtet, um den Verhältnismäßigkeiten der Netzgrößen und deren Ergebnisse gerecht zu werden.

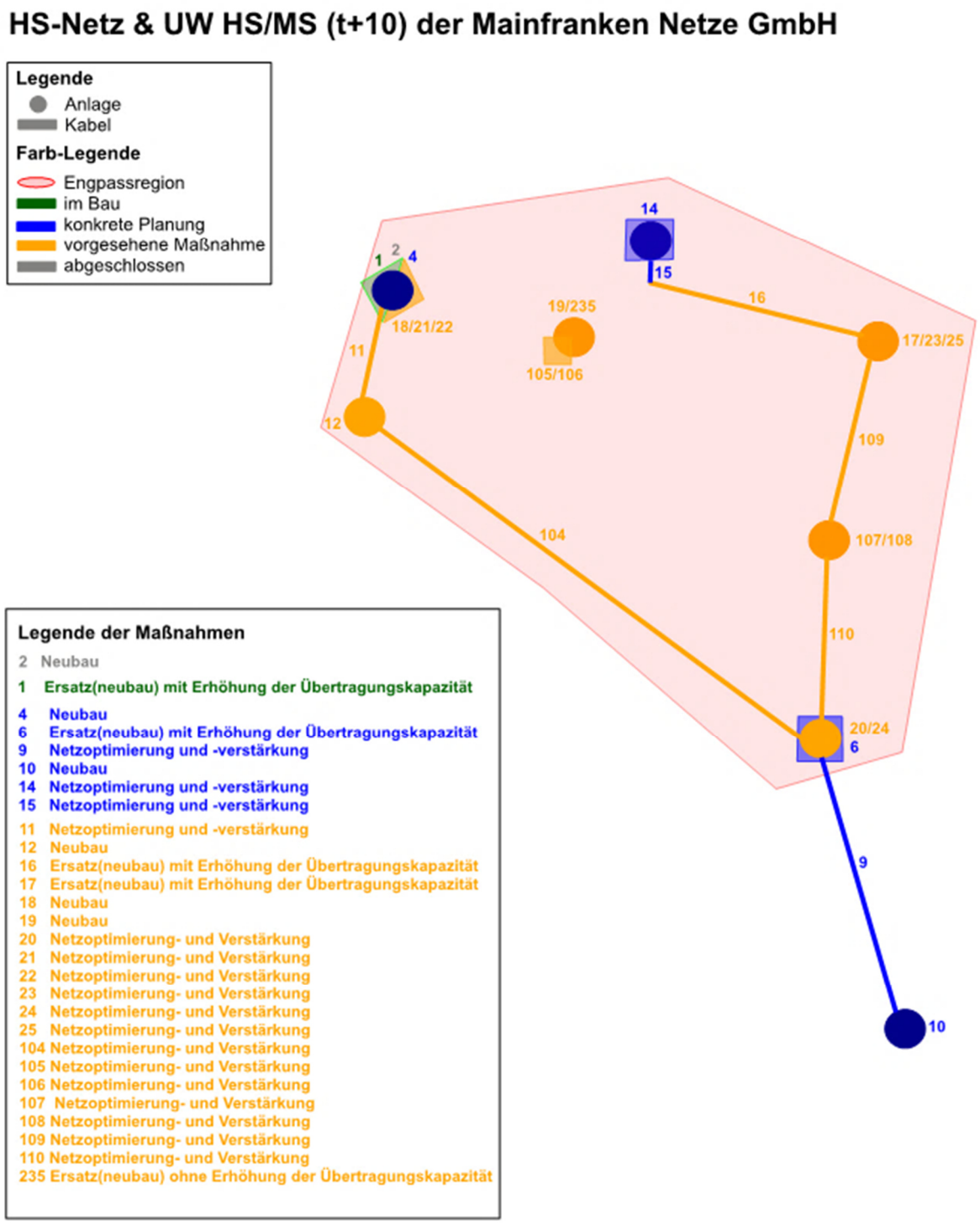


Abbildung 2: Netzkarte HS sowie UW HS/MS (t+10)

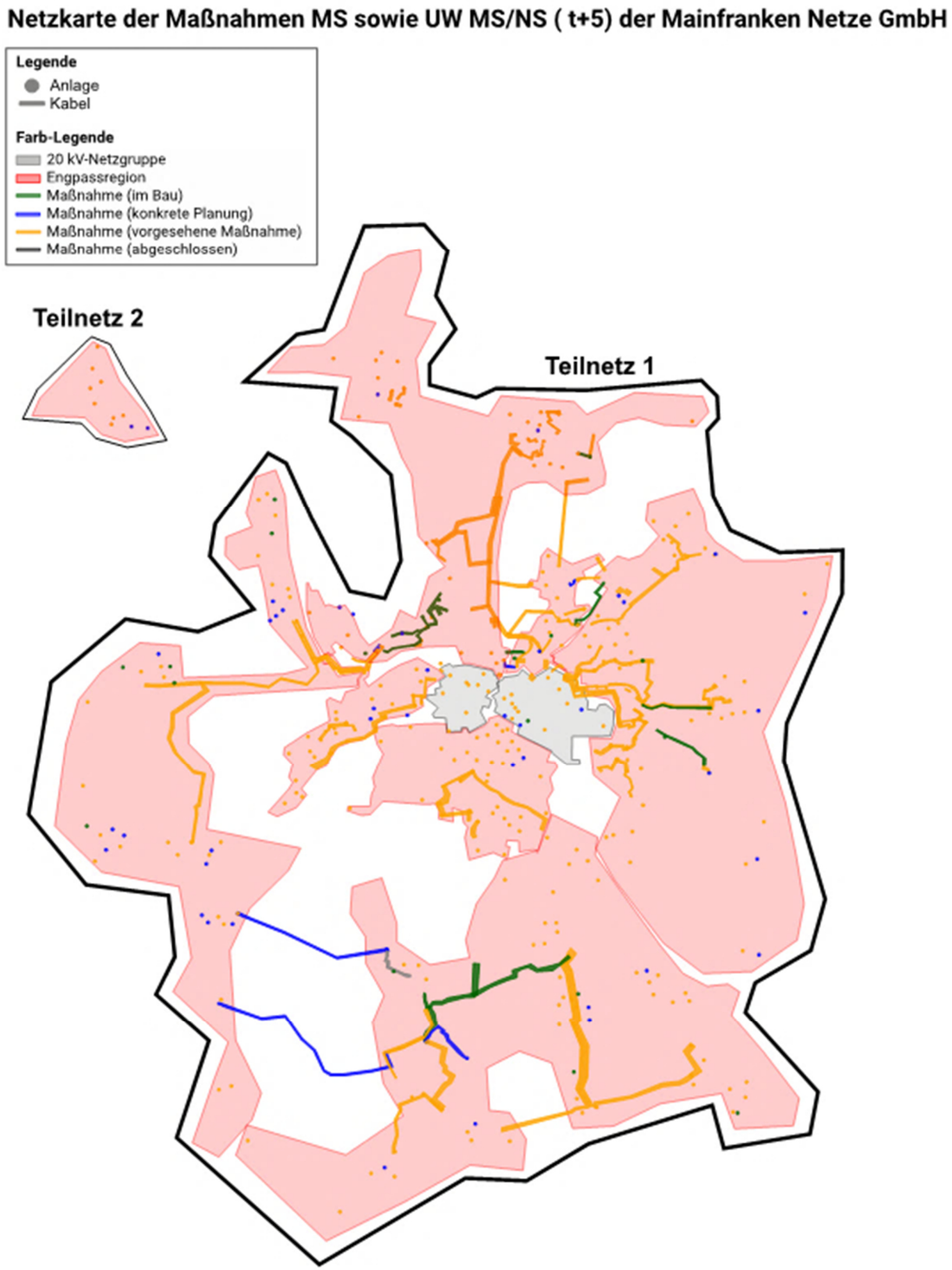


Abbildung 3: Netzkarte MS (t+5)

2. Planungsgrundlagen

2.1 Regionalszenario 2025 der Planungsregion Bayern

Die Prognosen für Erzeugung und Verbrauch im Regionalszenario bilden die gemeinsame Grundlage für die Netzausbaupläne der einzelnen Netzbetreiber. Dieser Netzausbauplan basiert auf dem Regionalszenario der Planungsregion Bayern von Januar 2026.

Im Regionalszenario der Planungsregion Bayern sind die

- Planungsregion mit den zugehörigen Netzbetreibern und deren Netzkennzahlen,
- die Einflussgrößen der künftigen Netzaufgaben (vorwiegend als installierte Leistungswerte),
- die Entwicklung des Regionalszenarios und
- die gemeinsamen Planungsgrundlagen

beschrieben.

Zusätzlich wurde in der Planungsregion Bayern ein Überleitungsdokument erstellt, welches die gemeinsam abgestimmte „Überführung des Regionalszenarios in die Netzaufgabe“ beinhaltet. Ein wesentlicher Teil darin beschreibt das Vorgehen zur Überführung der im Regionalszenario ausgewiesenen installierten Leistungswerte unterschiedlicher Treiber der Netzaufgabe in die erforderlichen auslegungsrelevanten Leistungen. Diese bilden die Eingangsgrößen für die nachfolgend beschriebenen Netzausbauplanungen der jeweiligen Netzebenen.

Dementsprechend werden die in den beiden Dokumenten beschriebenen grundlegenden Einflussgrößen der künftigen Netzaufgabe bzw. der jeweiligen Planungsgrundlagen im vorliegenden NAP nicht nochmals ausgeführt bzw. beschrieben. Der Schwerpunkt hinsichtlich der Netzaufgabe liegt im nachfolgenden NAP in der Beschreibung der MFN-netzspezifischen Überführung der im Regionalszenario ermittelten Prognosen in die auslegungsrelevanten Leistungswerte. Für das Netzgebiet der MFN lagen zum Beginn der Berechnungen für den NAP (Januar 2026) keine wesentlichen, neuen Erkenntnisse für zukünftige Verbrauchs- und Erzeugungsentwicklungen vor, die eine nachträgliche Anpassung der Prognosen aus dem Regionalszenario erfordert hätten.

Somit konnten im ersten Schritt die im Regionalszenario ermittelten Prognosewerte für die Verbrauchs- und Erzeugungsentwicklungen, unter Berücksichtigung der abgestimmten Planungsgrundlagen und der netzspezifischen Anforderungen, den jeweiligen Netzebenen zugeordnet werden. Anschließend folgte die räumliche Zuordnung zu den beiden Teilnetzen.

Zur räumlichen Verteilung der installierten Verbraucherleistungen konnte die MFN auf weitere eigene Studien zu

- PV-Dachanlagen (Zubaupotenziale)
- Wärmepumpen (als Ersatz fossiler Brennstoffe)
- Ladepunkten (Ladepunkte für private, halböffentliche und öffentliche Ladeeinrichtungen sowie für den Schwerlastverkehr)
- zentralen Wärmeerzeugungsanlagen (Großwärmepumpen, Elektrodenkessel auf Basis der Wärmeleitplanung Würzburg)

zurückgreifen. Mit diesen Studienergebnissen war es möglich, die Prognosen des RZ für alle Netzebenen in einem Bottom-Up-Ansatz räumlich auf die Versorgungsbereiche der Ortsnetzstationen (ONS) zu verteilen.

Die Ergebnisse des Bottom-Up-Ansatzes wurden wiederum mit den jeweiligen Zielwerten des RZ und den vorliegenden Studienergebnissen in einem iterativen Prozess abgeglichen. So entstand eine valide, räumlich differenzierte und netzebenen-scharfe Verteilung der Prognosen des RZ. Nachfolgend wird dieser Prozess für die jeweiligen Anlagengruppen näher erläutert.

Photovoltaik auf oder an Gebäuden

Für die PV-Dachanlagen lieferte die vorliegende Studie für das Netzgebiet der MFN in Kombination mit dem räumlich aufgelösten Bottom-up-Ansatz bereits eine sehr gute Überschneidung mit den Prognosen des RZ. Dadurch konnten auch die netzgebietsspezifischen Restriktionen für PV-Dachanlagen, die z.B. in Verbindung mit Denkmalschutz, dichter Bebauung im Stadtkern oder in den Ortskernen adäquat abgebildet werden. In der Studie zu den PV-Dachanlagen wurden für die Verteilung des möglichen Zubaus bereits vorhandene PV-Anlagen, gut oder weniger geeignete Dächer (Verschattung, Dachgauben, Kamine) bewertet. Unter Berücksichtigung sozioökonomischer Daten, der zu erwartenden Ertragslage und Größe der Dächer konnten zudem sehr gut die PV-Anlagenstrukturen in Bezug auf deren Größe und zeitlichen Hochlauf modelliert werden. Mit diesen Informationen wurde eine stabile und sehr wahrscheinliche Entwicklung von PV-Dachanlagen für das Netz der MFN abgebildet. Die installierten Leistungen der PV-Dachanlagen werden überwiegend dem NS-Netz oder direkt ONS zugeordnet.

Deutlich schwieriger ist die Abbildung der Prognosen für PV-Balkonanlagen. Auch wenn diese Anlagen kleine Leistungen aufweisen, haben auch sie aufgrund deren Menge und teilweisen Konzentration Auswirkungen auf den Netzausbau. Eine ähnlich gute räumliche und strukturelle Netzverteilung wie bei den PV-Dachanlagen lässt sich für die PV-Balkonkraftwerke nicht bestimmen. Somit mussten diese Anlagen pauschaler verteilt werden.

Vor dem Hintergrund einer rückläufigen Einspeisevergütung orientiert sich die Verteilung der Kleinbatteriespeicher stark an den PV-Anlagen auf Gebäuden. Dafür wurden die im Szenariorahmen der ÜNB und für die Planungsregion vorgesehenen Prognosen der installierten Leistung von Kleinbatteriespeichern anteilig im Netzgebiet der MFN verteilt. Diese stochastische Verteilung erfolgte überwiegend bei neuen PV-Dachanlagen.

PV-Freiflächen

Für die Prognosen der PV-Freiflächenanlagen wurden die Vorgaben aus dem Szenariorahmen der ÜNB und den Flächenzielen im Netzgebiet der MFN verschnitten. Für die Stadt Würzburg wurde ein Flächenzielkorridor für PV-Freiflächenanlagen von 1,5 % des Stadtgebiets ausgewiesen. Dieses Ergebnis beruht auf einer spezifischen Standortpotenzialanalyse. Für das Umland wurden die Prognosen auf Basis der Flächendaten aus dem Bayernatlas und den gebietsspezifischen Potentialen der Kommunen abgebildet. Im Ergebnis liegt diese Prognose leicht über den gebietsspezifischen Vorgaben des Szenariorahmens der ÜNB. Mit diesem Vorgehen konnte in Bezug auf die Anschlussleistung und deren räumliche Verteilung ein stabiles, gebietsspezifisches Prognoseergebnis für die PV-Freiflächenanlagen aufgebaut werden.

Die Einspeiseleistungen der aktuell geplanten PV-Freiflächenanlagen liegen in Größenordnungen, die einen mittelspannungsseitigen Netzanschluss an Umspannwerke (UW) bedingen. Dieser Trend wurde auch für den NAP berücksichtigt und die Einspeiseleistungen der PV-Freiflächenanlagen entsprechend den Prognoseergebnissen räumlich den nächstgelegenen Umspannwerken zugeordnet.

Windenergieanlagen

Die Prognosen der Windenergieanlagen beruhen auf den Vorgaben des Regionalplans der Region Würzburg, der am 17.12.2025 neu beschlossen wurde. Dieser sieht für die Region Würzburg mit den bestehenden und neu ausgewiesenen Vorranggebieten Windenergie einen Flächenbeitragswert von 2,6 % der Regionsfläche vor. Auf dieser Grundlage folgte eine Flächenpotentialbewertung, bei der den jeweils ausgewiesenen Flächen eine theoretische, flächenbezogene Anzahl von WEA zugewiesen wurde.

Über diese flächenspezifischen Leistungen wurden mittels gebietsbezogener Windprognosen entsprechende WEA-Einheiten und deren Leistungsgrößen bestimmt und diese räumlich den nächsten Netzverknüpfungspunkten zugeordnet. Die so ermittelten Einspeiseleistungen der jeweiligen WEA wurden anschließend, über die aus dem Szenariorahmen der ÜNB abgeleiteten und der Planungsregion Bayern zugeordneten Prognosen, innerhalb der Planungsregion Bayern abgeglichen und validiert. Die für das Verteilnetz der MFN berechneten Leistungen der jeweiligen WEA erreichen dabei Größenordnungen, die mindestens einen mittelspannungsseitigen Netzanschluss an Umspannwerke bedingen. Dementsprechend wurden die WEA räumlich den jeweils nächstgelegenen Umspannwerken zugeordnet.

In der Einleitung wurde darauf hingewiesen, dass im nördlichen Bereich des Netzgebiets der MFN auch HS-Freileitungen der Bayernwerk Netz GmbH verlaufen. Unter der Maßgabe einer gesamtwirtschaftlich

günstigsten Netzanbindung von Erzeugungsanlagen wurde deshalb im Rahmen dieser Netzausbauplanung mit der Bayernwerk Netz GmbH folgende Festlegung abgestimmt: Der im Regionalszenario für das nördliche Netzgebiet der MFN vorgesehene Anteil an PV-Freiflächen- und WEA wird direkt im HS-Netz der Bayernwerk Netz GmbH berücksichtigt und nicht über das HS-Netz der MFN geführt. Die im weiteren Verlauf dargestellten installierten Erzeugungsleistungen wurden jeweils entsprechend dieser Festlegung angepasst.

Sonstige erneuerbare Erzeuger

Im Verteilnetz der MFN fallen aktuell Wasserkraft- und Biogasanlagen unter die Kategorie der sonstigen erneuerbaren Erzeuger. Für die Wasserkraft wird von einer weitgehend stagnierenden Entwicklung ausgegangen. Aufgrund der geografischen und topografischen Rahmenbedingungen besteht im Netzgebiet kein nennenswertes zusätzliches Ausbaupotenzial.

Aufgrund des schrittweisen Auslaufens der EEG-Förderung für Bestandsanlagen, ergeben sich große wirtschaftliche Unsicherheiten für den Weiterbetrieb und insbesondere den Neubau von Biogasanlagen. Daraus wird für diesen NAP von einer rückläufigen Entwicklung der Erzeugungsleistungen ausgegangen. Die insgesamt geringen Erzeugungsleistungen von Wasserkraft- und Biogasanlagen haben für den künftigen Netzausbaubedarf keine Auswirkungen.

Konventionelle Kraftwerke

In diese Kategorie fallen im Netz der MFN die mit fossilen Brennstoffen bzw. nicht vermeidbaren Abfällen befeuerten Kraftwerke mit Wärmekopplung (KWK). Dabei handelt es sich im Wesentlichen um das Heizkraftwerk an der Friedensbrücke und das Müllheizkraftwerk Würzburg. In diesem Netzausbauplan wird auf Grundlage der kommunalen Wärmeplanung Würzburg in Abstimmung mit dem Kraftwerksbetreiber die Erzeugungsleistung Strom des Heizkraftwerks ab 2035 sukzessive reduziert. Beim Müllheizkraftwerk hingegen wird bis 2045 von einer steigenden Erzeugungsleistung ausgegangen, welche aus der Wärmeleitplanung resultiert und im NAP zu berücksichtigen ist.

Wärmepumpen (dezentral)

Für die Ermittlung der installierten Leistungen von dezentralen Wärmepumpen mussten zunächst die Gebiete im Verteilnetz identifiziert werden, die mit hoher Wahrscheinlichkeit für eine dezentrale Wärmeversorgung infrage kommen. Dazu wurden die vorliegenden, kommunalen Wärmeplanungen herangezogen und insbesondere Wärmenetzgebiete ausgewertet. Die kommunale Wärmeplanung von Würzburg weist diesbezüglich konkrete Wärmenetzgebiete aus, bei denen nur ein geringer Einsatz von dezentralen Wärmepumpen zu erwarten ist. Zusätzlich wurden eigene Studien herangezogen, um für das gesamte Verteilungsnetz die Wärmepumpeneignung sämtlicher Gebäude inklusive deren Wärmemengen zu bestimmen. Mittels spezifischer Benutzungsstunden sowie der Jahresarbeitszahl beziehungsweise des Coefficient of Performance (COP), die ebenfalls aus Studien verfügbar waren, konnten über diesen Bottom-Up-Ansatz die räumlich aufgelösten installierten Wärmepumpenleistungen ermittelt werden. Dabei wurden auch die Zusatzheizungen der Wärmepumpen berücksichtigt.

Zur Validierung konnten anschließend die aus dem Szenariorahmen der ÜNB für die Planungsregion Bayern und dem Netzgebiet der MFN zugeordneten installierten Leistungen für dezentrale Wärmepumpen herangezogen werden. Dabei zeigte sich erwartungsgemäß, dass die Prognosen der ÜNB etwas höher lagen. Dies lag im Wesentlichen an der Entwicklung der Wärmenetze in Würzburg, entsprechend der vorliegenden kommunalen Wärmeplanung. In einer Vergleichsberechnung konnte dieser Sachverhalt bestätigt werden.

Ladeeinrichtungen für E-Fahrzeuge (privat, halböffentlich, öffentlich)

Als Grundlage für die Verteilung der Ladebedarfe im Verteilungsnetz der MFN wurde eine eigene, netzspezifische Studie herangezogen, die im Wesentlichen mittels Parkflächen, Fahrzeugbeständen bzw. -prognosen und deren Fahrleistungen sowie mithilfe sozioökonomischer Daten räumlich differenzierte Ladebedarfe ausweist. Zudem konnten darüber auch die unterschiedlichen Ladesäulen in Bezug auf deren Nutzung (privat, halböffentlich, öffentlich) bzw. deren Nutzungsmuster bestimmt werden. Im nächsten Schritt wurden die nutzungsspezifischen Daten der nationalen Leitstelle für Ladeinfrastruktur, die auch die Grundlage für den Szenariorahmen der ÜNB darstellen, herangezogen, um die spezifischen Ladeenergiemengen bzw. die Ladeleistungen der jeweiligen Ladeeinrichtungen zu berechnen.

Darauf aufbauend konnte die räumliche Verteilung der nutzungsspezifischen Ladeeinrichtungen (privat, halböffentlich, öffentlich) bzw. deren installierten Leistungen im Netzgebiet vorgenommen werden.

In der Kategorie Ladee!inrichtung für private, halböffentliche und öffentliche Nutzung sind auch Anteile gewerblicher Nutzung, insbesondere PKW und Kleintransporter, enthalten.

Große Ladeeinrichtungen

Zur Kategorie der großen Ladeeinrichtungen gehören öffentliche DC-Schnelladeeinrichtungen, Ladeeinrichtungen für Schwerlastverkehr sowie das Depotladen bei großen Unternehmen. Aufgrund der hohen Anschlussleistungen benötigen diese Verbrauchseinrichtungen in der Regel einen Direkt-Anschluss an Umspannwerke und haben dadurch einen direkten Einfluss auf den Netzausbaubedarf der höheren Netzebenen. Auch bei dieser Kategorie wurden die durch die Nationale Leitstelle für Ladeinfrastruktur (NLL) zur Verfügung gestellten und anschließend regionalisierten Energie- und Leistungsdaten herangezogen. Die räumliche und strukturelle Zuordnung erfolgte dabei entsprechend der spezifischen Anforderungen der jeweiligen Kategorien.

- DC-Schnellladeeinrichtungen:

  Zur Ermittlung der strukturellen Gliederung der DC-Schnellladeeinrichtungen bzw. deren räumliche Verteilung konnte auf die eigene, netzspezifische Studie zur Ladeinfrastruktur zurückgegriffen werden. Darin wurden diese leistungsfähigen DC-Ladepunkte bedarfsbezogen strukturiert und räumlich an Verkehrsknotenpunkten bzw. an den Autobahnrasthöfen im Netzgebiet verteilt.

- Schwerlastverkehr und Depotladen:

  Zur Ermittlung der Ladeeinrichtungen für den Schwerlastverkehr und Depotladen wurde ebenfalls die eigene, netzspezifische Studie zur Ladeinfrastruktur herangezogen. Die räumliche Zuordnung dieser Ladeeinrichtungen und deren installierte Leistung wurden in der Studie sehr individuell betrachtet. Diese Betrachtung bezog sich auf:

  - Gewerbegebiete
  - Standorte von Gewerbebetrieben mit entsprechendem Fahrzeugbestand (z.B. Bau- und Logistik)
  - Betriebshöfen für den ÖPNV sowie
  - Verkehrsknoten und Autobahnen.

  Aufgrund dieser individuellen Zuordnung, die sich überwiegend an bestehenden Verkehrsstrukturen orientiert, besitzen diese Prognosen Unsicherheiten, die sich, wegen der hohen individuellen Anschlussleistungen, auf den künftigen Netzausbau auswirken können.

Sonstige große Verbraucher und Netzerweiterungen

Die Gruppe der sonstigen, großen Verbraucher beinhaltet konkrete bzw. bereits bekannte Bauvorhaben, die mit entsprechenden zusätzlichen Leitungsbedarfen belegt sind. Hierzu gehören im Wesentlichen:

- Bau- und Gewerbegebiete
- Stadtteil Hubland mit Universität
- Erweiterung Universitätsklinik
- Industrieunternehmen

Vor dem Hintergrund der Entwicklungen in Bezug auf die zunehmende Digitalisierung in Verbindung mit steigenden Anforderungen an geringe Datenübertragungszeiten wurden zudem auch künftige Leistungsbedarfe für Edge-Rechenzentren berücksichtigt. Deren lokale Zuordnung erfolgte anhand einer Kombination aus verfügbaren Flächen in räumlicher Nähe zu Umspannwerken. Dabei handelt es sich allerdings nicht um große „Stand-alone Rechenzentren" für die, aufgrund der fehlenden Nähe zu performanten Datennetzstrukturen, aktuell keine Entwicklung im Netzgebiet der MFN prognostiziert wird.

Zentrale Wärmeerzeuger

Die Grundlage der zentralen Wärmeerzeuger bilden wiederum die kommunale Wärmeplanung der Stadt Würzburg sowie die Wärmeleitplanung der Stadtwerke Würzburg AG. Demnach kommen für die Wärmeerzeugung der künftigen Wärmenetze elektrische Großwärmepumpen und Elektrodenkessel als Spitzenlasterzeuger zum Einsatz. Aufgrund der bereits geplanten, an bestehenden Wärmenetzen ausgerichteten Standorte sowie der ausgewiesenen Erzeugungsleistungen konnten die notwendigen elektrischen Leistungsbedarfe ermittelt und den jeweiligen Netzanschlusspunkten zugeordnet werden.

Nachdem auch bei den zentralen Wärmeerzeugern als Primärenergie Strom zum Einsatz kommt, wird der wesentliche Teil der Raumwärme im Netzgebiet der MFN über die Stromverteilungsnetze zur Verfügung gestellt werden. Dies erhöht den verbrauchsseitigen Strombedarf und damit die Anforderungen an das Verteilungsnetz ggü. dem NAP 2024 erheblich.

Großbatteriespeicher

Entsprechend dem Szenariorahmen der ÜNB wurden für die Planungsregion Bayern bis 2045 rund 14,9 GW an Großbatteriespeicherleistung vorgesehen und bedarfsgerecht auf die VNB zugeordnet. Die anteiligen Batteriespeicherleistungen für das Netzgebiet der MFN wurde zunächst nach Grau- und Grünstromspeichern eingeteilt. Dabei wird unterstellt, dass die Grünstromspeicher definitionsgemäß am Netzanschluss von PV-Freiflächen- oder Windenergieanlagen angeschlossen und für den Netzausbau nicht auslegungsrelevant sind. Die Graustromspeicher wurden in entsprechende Leistungscluster eingeteilt und aufgrund ihrer Größe an Umspannwerken als geeigneten Netzverknüpfungspunkten verortet. Dabei wurden vorrangig neue Umspannwerke berücksichtigt, die über entsprechende physische Anschlusskapazitäten verfügen und zugleich eine hohe erneuerbare Energieeinspeisung aufweisen.

Elektrolyseure

Die regionalisierten Leistungen aus dem Szenariorahmen der ÜNB wurden in der Planungsregion mit dem Vorhandensein lokaler Abnehmer für den erzeugten Wasserstoff abgeglichen und den betroffenen Netzgebieten zugeordnet. Danach wurden im Netzgebiet der MFN keine Elektrolyseure vorgesehen.

Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt die für das Verteilungsnetz der MFN regionalisierten und stützjahrbezogenen Prognosen für die installierten Leistungen der im Regionalszenario betrachteten Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen.

Regionalszenario 2025 der Planungsregion Bayern
Auf das Versorgungsgebiet der MFN entfallende Leistung in MW

	Bestand (2024)	**2030**	**2035**	**2045**
Photovoltaik auf oder an Gebäuden (MWp)	143	195	231	521
Photovoltaik Freifläche (MWp)	22	124	210	532
Windenergie an Land	14	131	209	243
Sonstige erneuerbare Erzeugung	11	9,2	7,5	5,7
Konventionelle Kraftwerke	169	169	169	30
Wärmepumpen (für dezentrale Wärmelösungen)	35	215	361	442
Elektrischer Bedarf für zentrale Wärmelösungen	0	51	51	155
Elektromobilität	58	216	405	819
Konventionelle Last (umfasst Haushalte, Gewerbe, Handel, Industrie, Landwirtschaft)	143	143	158	183
Stand-alone Rechenzentren	0	0	0	0
Elektrolyseure	0	0	0	0
Kleinbatteriespeicher (< 1 MW)	49	59	72	178
Großbatteriespeicher (ab 1 MW)	0	40	64	74
Pumpspeicher	0	0	0	0
Gesamt:	644	1.352	1.938	3.183

Tabelle 1: Installierten Leistungen Regionalszenario 2025 - Netzgebiet MFN (Summen Teilnetzgebiet 1 und 2)

Ausprägung der Szenarien in der Planungsregion

Die Planungsregion Bayern beschreibt in ihrem Regionalszenario zwei unterschiedliche Entwicklungspfade, aus denen zwei Szenarien hervorgehen. Beiden Szenarien ist gemein, dass sie das im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) gesetzlich verankerte Ziel der Netto-Treibhausgasneutralität (nachfolgend Klimaneutralität) im Jahr 2045 umsetzen. Allerdings unterscheiden sich die Entwicklungspfade hinsichtlich der Ausgestaltung der verschiedenen Beiträge zur Zielerreichung.

Folgende Aspekte haben die Szenarien darüber hinaus gemeinsam:

- Anteil von aus Photovoltaik, Wind und Wasserkraft regenerativ erzeugter Energiemenge am Verbrauch,
- Hoher Elektrifizierungsgrad bei Mobilitätsanwendungen,
- Ausbauumfang von Wärmenetzen,
- Konventionelle Last im Bereich Haushalte, sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistung,
- Industrie-Transformation,
- Hochlauf von Rechenzentren und Elektrolyseuren.

Die Szenarien unterscheiden sich in:

- Aufteilung erneuerbarer Energiebereitstellung aus Wind und PV,
- Anschlussaggregation von Erzeugungsanlagen unterschiedlichen Typs,
- Diversität der Ladevorgänge und ihrer Netzwirkung,
- Einsatz und Lokalität von Speichern und netzdienlichen Lasten,
- Elektrifizierungsgrad bei individuellen Wärmelösungen.

Das Effizienzszenario soll zu einer effizienteren Netzinfrastruktur beitragen. Es ist dadurch motiviert, dass die Kosten des aktuellen Netzausbaus beziehungsweise des im Basisszenario vorgesehenen Netzausbaus erheblich steigen. Mit dem Effizienzszenario soll aufgezeigt werden, wie die Belange für einen effizienten und kostengünstigen Netzausbau ausgewogen berücksichtigt werden sollten, um die vorhandenen und künftigen Kapazitäten dauerhaft besser ausnutzen zu können.

Die wesentlichen Aspekte für eine effizientere Infrastrukturnutzung sind dabei:

- ein optimierter Erzeugungsmix, welcher stärker auf regionale Bedarfe ausgerichtet ist,
- geeignete räumliche und zeitliche Aggregation von Netzanschlüssen in Form von einer gezielten Überbauung von Netzanschlüssen durch den Kunden infolge einer veränderten Anschlusskostenverrechnung mit Lenkungswirkung (NEST-Prozess),
- Entschädigungsfreiheit beim steuernden Eingriff durch den Netzbetreiber in Zeiten mit sehr hoher Netzauslastung.

Die Ergebnisse der Betrachtungen zum Effizienzszenario werden im Kapitel 3 in Bezug zu den Flexibilitätsanforderungen, mit Hinweisen zu den jeweiligen Unterschieden ggü. dem Basisszenario, ergänzt.

2.1. Voraussichtliche Entwicklung der Versorgungsaufgabe

In diesem Teil des Netzausbauplans werden die aktuelle Versorgungsaufgabe bzw. Versorgungssituation und deren Entwicklung näher erläutert. Hinsichtlich der künftigen Versorgungsaufgabe wird im Wesentlichen auf die Ermittlung der netzauslegungsrelevanten Leistungen und die Einflüsse der jeweiligen Haupttreiber eingegangen. Zudem werden diesbezüglich auch die unterschiedlichen Einflussgrößen zwischen den beiden Szenarien und deren Ergebnisauswirkung beschrieben. Die nachfolgende Beschreibung der Versorgungsaufgabe bezieht sich in diesem Kapitel ausschließlich auf das Basisszenario. Zudem erfolgt die Zuordnung der Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen zu den beschriebenen Netzebenen entsprechend dem folgenden Schema:

- **NS-Netz**

  In dieser Netzebene werden alle direkt an NS-Kabel angeschlossenen Erzeugungs- und Bezugsanlagen dargestellt.
- **Umspannung MS/NS**

  In dieser Netzebene sind alle direkt in einer Ortsnetzstation an der NS-Verteilung angeschlossenen Erzeugungs- und Bezugsanlagen zugeordnet.
- **MS-Netz**

  In dieser Netzebene werden alle direkt über eine Transformatorenstation in das MS-Netz einspeisende Erzeugungs- und Bezugsanlagen dargestellt.
- **Umspannung HS/MS**

  Zum allgemein besseren Verständnis werden in dieser Netzebene alle direkt an der MS-Schaltanlage in einem Umspannwerk angeschlossenen Erzeugungs- und Bezugsanlagen dargestellt.
- **HS-Netz**

  In dieser Netzebene werden alle direkt in das HS-Netz einspeisende Erzeugungs- und Bezugsanlagen dargestellt.

Netzwirkungsfaktoren spielen bei der Überführung der im RZ bestimmten installierten Leistungen in netzauslegungsrelevante Leistungen, die für die weiteren Netzberechnungen benötigt werden, eine entscheidende Rolle. Der Netzwirkungsfaktor ist im Überleitungsdokument (Überführung des Regionalszenarios in die Netzaufgabe NAP 2026) näher definiert. Dessen Anwendung wird in Kapitel 3 näher erläutert.

2.1.1. Aktuelle Versorgungsaufgabe auf Grundlage des Regionalszenarios 2025

Teilnetzgebiet 1

Die aktuelle Versorgungsaufgabe für das Jahr 2025 wird nachfolgend, bezogen auf die jeweilige Spannungsebene, beschrieben.

Niederspannungsnetz

- Erzeugungsanlagen:

  Im Niederspannungsnetz befinden sich überwiegend PV-Anlagen in Verbindung mit Gebäuden. Deren Leistung beträgt ca. 101 MWp. Die übrigen, sonstigen Erzeugungsanlagen weisen eine installierte Leistung von ca. 1,5 MW auf.

- Bezugsanlagen:

  Neben der vorhandenen, konventionell installierten Verbrauchslast von ca. 88,3 MW (Wert wurde berechnet) kommen die installierten Leistungen von Ladepunkten mit ca. 38,7 MW und Wärmepumpen von ca. 25,6 MW. In Summe ergibt sich damit eine installierte Gesamtleistung von ca. 152,6 MW.

- Speicher:

  Die installierten Leistungen von Kleinbatteriespeichern belaufen sich auf 48,4 MW, die praktisch ausschließlich in Verbindung mit PV-Anlagen kombiniert sind.

Die installierten Leistungen der Verbrauchsanlagen überschreiten die der PV-Dachanlagen noch bei weitem. Allerdings passen sowohl die Zeiträume als auch die lokale Verteilung der gegenläufigen Energieströme teilweise nicht zusammen, sodass in vielen Bereichen ausgeprägte Einspeise- und Verbrauchssituationen entstehen. Dies zeigt sich bereits bei den Netzanschlussprüfungen, die vermehrt Netzengpässe aufweisen, die sowohl durch Spannungsbandverletzungen als auch durch Überschreitungen der zulässigen Betriebsmittelauslastung hervorgerufen werden. Diese führen zu erheblichen lokalen Netzausbaubedarfen, die mit vorübergehenden Einspeiserestriktionen verbunden sind.

Mittelspannungsnetz mit Ortsnetzstationen

- Erzeugungsanlagen:

  Am MS-Netz und den ONS sind PV-Anlagen an und auf den Gebäuden mit einer installierten Leistung von ca. 24 MW direkt angeschlossen. Hinzu kommen noch ca. 22 MW PV-Freiflächenanlagen und Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von ca. 14 MW. Konventionelle Kraftwerke mit einer installierten Leistung von ca. 20 MW (MHKW) sowie sonstige Erzeugungsanlagen (KWK, Biogas, Wasserkraft) mit einer Leistung von ca. 11 MW sind an diese Netzebenen angeschlossen. In Summe ergibt sich damit eine installierte Gesamtleistung von ca. 91 MW.

- Bezugsanlagen:

  Am MS-Netz bzw. den ONS beträgt die konventionelle, angeschlossene, installierte Leistung ca. 22,0 MW (Wert wurde berechnet). Die installierten Leistungen von Ladepunkten beträgt ca. 4,6 MW und die der Wärmepumpen ca. 0,1 MW. In Summe ergibt sich damit eine installierte Gesamtleistung von ca. 26,7 MW.

- Speicher:

  Die Leistung der installierten Kleinbatteriespeicher, die unmittelbar an Ortsnetzstationen angeschlossen sind, beträgt 0,6 MW.

Die installierten Leistungen der Erzeugungsanlagen dominieren im MS-Netz. Dies hat zur Folge, dass in den Zeiträumen hoher Einspeisung auch hohe Energieströme in die übergeordneten Netzebenen transportiert werden müssen. Zeitgleich wird auch vermehrt überschüssige Energie aus dem Niederspannungsnetz aufgenommen, was den Energietransport in Richtung HS-Netz verstärkt. Aus diesem Grund müssen bei den Netzanschlussprüfungen im MS-Netz grundsätzlich auch der Energietransport aus dem NS-Netz und die freien Kapazitäten der Netztransformatoren (HS/MS) sowie des HS-Netz betrachtet werden.

Es zeichnet sich bereits 2025 ab, dass Erzeugungsanlagen nur noch bedingt angeschlossen werden können, weil einige Netztransformatoren und Teile des HS-Netzes nicht mehr über ausreichend freie Transportkapazität verfügen.

Für den Energietransport der Verbrauchsanlagen weist das MS-Netz in weiten Teilen noch ausreichend Kapazitäten auf. Ausnahmen hierzu bilden einige Transportleitungen von Randgemeinden, die Z.T. bereits eine hohe Auslastung aufweisen. Für die Bemessung des MS-Netzes, der vorgelagerten Umspannwerke bzw. auch des HS-Netzes wird grundsätzlich eine (n-1)-sichere Auslegung vorgesehen. Damit reduziert sich die Übertragungskapazität maßgeblich, was trotz der geringeren Verbrauchslasten zu hoch ausgelasteten Netzteilen im (n-1) Fall führt.

Im Mittelspannungsnetz können Spannungsbandverletzungen aktuell noch durch die Spannungsregelung der Netztransformatoren ausgeglichen werden.

Hochspannungsnetz mit Umspannwerken

- Erzeugungsanlagen:

  Im Umspannwerk HKW sind die Generatoren des Heizkraftwerks an der Friedensbrücke mit einer gesamten installierten Leistung von 149 MW angeschlossen.
- Bezugsanlagen:

  Am HS-Netz sind direkt keine Verbrauchsanlagen angeschlossen.
- Speicher:

  Am HS-Netz sind direkt keine Speicher angeschlossen.

Durch den Energietransport aus den unterlagerten Netzebenen ist in Zeiträumen hoher Einspeisung die netztechnische Übertragungsleistung des HS-Netzes sehr stark ausgelastet. Aufgrund der zunehmend geringeren, zeitlichen Überschneidung von konventioneller Erzeugung und der Einspeisung erneuerbarer Erzeugungsanlagen sind diese Situationen allerdings selten.

Durch die aktuell noch hohe und zuverlässige konventionelle Erzeugung während Hochlastzeitfenstern von Bezugsanlagen sind in diesen Zeiträumen auch im (n-1)-Fall noch keine Engpässe vorhanden. Im Rahmen der Netzplanung kann diese heute noch stabile Situation für die Zukunft allerdings nicht mehr herangezogen werden, da die Erzeugung mit fossilen Brennstoffen endlich ist und dadurch kontinuierlich zurückgeht.

Die Engpassregionen in Abbildung 2 weisen die Kombination von Bezugs- und Erzeugungsfällen aus und berücksichtigen dabei auch Engpasssituationen, die aus netzebenen-übergreifenden Energietransporten resultieren.

Teilnetzgebiet 2

Die aktuelle Versorgungsaufgabe für das Jahr 2025 wird nachfolgend, bezogen auf die jeweilige Spannungsebene, beschrieben.

Niederspannungsnetz

- Erzeugungsanlagen:

  Im Niederspannungsnetz befinden sich nur PV-Anlagen in Verbindung mit Gebäuden. Deren installierte Gesamtleistung beträgt ca. 4,1 MWp.
- Bezugsanlagen:

  Neben den vorhandenen, konventionellen Bezugsanlagen von 1,1 MW (Wert wurde berechnet) sind im Teilnetzgebiet 2 auch Ladepunkte und Wärmepumpen vorhanden. Die installierte Gesamtleistung beträgt ca. 2,5 MW.
- Speicher:

  Die installierten Leistungen von Kleinbatteriespeichern belaufen sich auf 1,8 MW, die praktisch ausschließlich in Verbindung mit PV-Anlagen kombiniert sind.

Im Teilnetzgebiet 2 übersteigen die installierten Leistungen der PV-Dachanlagen deutlich die installierte Leistung der Bezugsanlagen. Aufgrund dieser Situation weisen Netzanschlussprüfungen von weiteren Erzeugungsanlagen bereits vermehrt Netzengpässe auf, die sowohl durch Spannungsbandverletzungen als auch Überschreitungen der zulässigen Betriebsmittelauslastung entstehen. Diese führen zu Netzausbaubedarfen, die mit vorübergehenden Einspeiserestriktionen verbunden sind.

Mittelspannungsnetz mit Ortsnetzstationen

Im Mittelspannungsnetz des Teilnetzgebiets 2 sind keine Erzeugungs- oder Bezugsanlagen direkt angeschlossen.

Dementsprechend dient das MS-Netz ausschließlich dem Energietransport vom oder zum vorgelagerten Netzbetreiber.

Aus diesem Grund müssen bei den Netzanschlussprüfungen von größeren Erzeugungs- oder Bezugsanlagen im NS-Netz grundsätzlich auch die freien Kapazitäten im MS-Netz bzw. der Netzverknüpfungspunkte zum vorgelagerten Netz berücksichtigt werden.

Für den Energietransport der Verbrauchsanlagen weist das MS-Netz in weiten Teilen noch ausreichend Kapazitäten auf. Für die Bemessung des MS-Netzes wird grundsätzlich eine (n-1)-sichere Auslegung vorgesehen. Damit reduziert sich die Übertragungskapazität maßgeblich, was trotz der geringeren Verbrauchslasten zu hoch ausgelasteten Netzteilen im (n-1) Fall führt.

Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt eine Zusammenfassung der installierten Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen im Verteilungsnetz der MFN für das Jahr 2025.

Aktuelle Versorgungsaufgabe
Aufteilung der Bestandswerte aus dem Regionalszenario 2025 auf die Netzebenen

	UW HöS/HS	HS	UW HS/MS	MS	UW MS/NS	NS
Photovoltaik auf oder an Gebäuden (MWp)				24,0	14,6	104,9
Photovoltaik Freifläche (MWp)				22,0		
Windenergie an Land				14,0		
Sonstige erneuerbare Erzeugung				10,9		1,5
Konventionelle Kraftwerke		83,5	65,5	20,0		
Wärmepumpen (für dezentrale Wärmelösungen)				0,1	9,5	25,6
Elektrischer Bedarf für zentrale Wärmelösungen						
Elektromobilität				4,6	14,3	38,7
Konventionelle Last (umfasst Haushalte, Gewerbe, Handel, Industrie, Landwirtschaft)				22	32,7	88,3
Stand-alone Rechenzentren						
Elektrolyseure						
Kleinbatteriespeicher (< 1 MW)				0,6		48,4
Großbatteriespeicher (ab 1 MW)						
Pumpspeicher						
Gesamt:	83,5	0,0	65,5	118,2	71,1	307,4

Tabelle 2: Installierten Leistungen aktuelle Versorgungsaufgabe MFN (Summe der Teilnetzgebiete 1 und 2)

2.1.2. Voraussichtliche Versorgungsaufgabe T+5

Teilnetzgebiet 1

Die künftige Versorgungsaufgabe für das Jahr 2030 wird nachfolgend, bezogen auf die jeweilige Spannungsebene, beschrieben. Um die jeweiligen Veränderungen besser nachvollziehen zu können, werden in Klammern die Werte des vorherigen Betrachtungszeitraums angegeben.

Niederspannungsnetz

- Erzeugungsanlagen:

  Für den Zuwachs an Erzeugungsleistung im Niederspannungsnetz werden überwiegend PV-Anlagen in Verbindung mit Gebäuden prognostiziert. In Summe beträgt die gesamte installierte Erzeugungsleistung ca. **156,5 MWp**.

  (2025: 83,2 MWp)

- Bezugsanlagen:

  Die konventionelle, installierte Bezugsleistung bleibt praktisch unverändert. Dafür steigt die installierte Leistung dezentraler Wärmepumpen und die der öffentlichen und privaten Ladepunkte deutlich an. Die gesamte installierte Bezugsleistung steigt auf ca. **467,0 MW**.

  (2025: 152,6 MW)

- Speicher:

  Die installierten Leistungen von Kleinbatteriespeichern steigt auf ca. **57,5 MW**, die weiterhin praktisch ausschließlich in Verbindung mit PV-Anlagen kombiniert wird.

  (2025: 48,4 MW)

Die prognostizierten installierten Leistungen der Bezugsanlagen überschreiten weiterhin maßgeblich die der Erzeugungsanlagen. Es muss auch davon ausgegangen werden, dass sich sowohl die Zeiträume als auch die lokale Verteilung der gegenläufigen Energieströme zum Teil nicht aufheben werden. Dies hat für die weitere Netzaufgabe zur Folge, dass in vielen Bereichen ausgeprägte Einspeise- und Verbrauchssituationen entstehen. Damit ist ein erheblicher lokaler Netzausbaubedarf verbunden, der mit zunehmenden, vorübergehenden Einspeiserestriktionen einhergehen wird. Der erhebliche Netzausbaubedarf wird durch die Zunahme der Kleinbatteriespeicher nur unwesentlich gedämpft, da ihre geringe Kapazität in bestimmten Lastsituationen keine netzauslegungsrelevanten Auswirkungen hat.

Mittelspannungsnetz mit Ortsnetzstationen

- Erzeugungsanlagen:

  In den Prognosen für das MS-Netz und den ONS sind im Wesentlichen größere PV-Anlagen an und auf Gebäuden sowie kleinere PV-Freiflächenanlagen enthalten. Große PV-Freiflächenanlagen und Windenergieanlagen werden jedoch aufgrund deren künftiger Anschlussleistung direkt den Umpannwerken zugeordnet. Die Einspeiseleistung der konventionellen Kraftwerke und sonstige Erzeugungsanlagen (KWK und Biogas) bleiben unverändert. In Summe ergibt sich damit eine installierte Gesamtleistung von ca. **101 MW**.

  (2025: 96,0 MWp)

- Bezugsanlagen:

  Die am MS-Netz bzw. den ONS angeschlossene, installierte Leistung wird insgesamt mit ca. **65,5 MW** prognostiziert. Darin enthalten sind neben dem Zubau von Ladepunkten und Wärmeerzeugern eine nahezu konstante konventionelle Bezugsleistung.

  (2025: 26,7 MW)

- Speicher:

  Der Zubau von installierten Kleinbatteriespeichern im MS-Netz bzw. bei abnehmereigenen Ortsnetzstationen wird unverändert mit **0,6 MW** prognostiziert. Der Zuwachs von Speichern ist aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten dem NS-Netz oder den Großbatteriespeichern zuzuordnen.

  (2025: 0,6 MW)

Im Jahr 2030 dominieren weiterhin die installierten Leistungen der Erzeugungsanlagen im MS-Netz. Dies hat zur Folge, dass in Zeiträumen hoher Einspeisung große Energieströme in die übergeordneten Netzebenen transportiert werden müssen. Zeitgleich wird auch vermehrt überschüssige Energie aus dem Niederspannungsnetz aufgenommen, was den Energietransport in Richtung HS-Netz verstärkt. Bereits diese Energieflüsse fordern im MS-Netz einen bedeutenden Ausbau. Die dominierende Aufgabe für den Netzausbau stellt allerdings der starke Zuwachs von Verbrauchsanlagen im NS- und MS-Netz dar. Um die dafür notwendige Transportkapazität im MS-Netz bereitzustellen, ist ein erheblicher Netzausbaubedarf im Kabelnetz notwendig, da dort planerisch meist auch das (n-1)-Kriterium zur Anwendung kommt. Neben den Erweiterungen und Verstärkungen der MS-Kabelnetze müssen auch bestehende ONS verstärkt oder weitere Kapazitäten mit zusätzlichen, neuen ONS gebaut werden.

Hochspannungsnetz mit Umspannwerken

- Erzeugungsanlagen:

  Es wird ein deutlicher Zuwachs von PV-Freiflächen- und Windenergieanlagen prognostiziert, die leistungsbedingt direkt an Umspannwerken angeschlossen werden. Zusammen mit der unveränderten, installierten Leistung der konventionellen Erzeugung ergib sich eine gesamte installierte Leistung von ca. **368 MW**.

  (2025: 131,5 MWp)

- Bezugsanlagen:

  Bei praktisch unveränderter Leistung der konventionellen Leistung von Bezugsanlagen, werden insbesondere für große Ladeeinrichtungen und große Wärmeerzeuger (Elektrodenkessel und Großwärmepumpen) sowie Großverbraucher eine installierte Gesamtleistung von ca. **88,3 MW** erwartet.

  (2025: 0 MW)

- Speicher:

  Für den Zubau von Großbatteriespeichern wird mit einer installierten Gesamtanschlussleistung von ca. **39,4 MW** prognostiziert. Dabei handelt es sich um Grünstrom- sowie Graustromspeicher.

  (2025: 0 MW)

Bereits durch den Energietransport aus den unterlagerten Netzebenen ist in Zeiträumen hoher Einspeisung, vor allem aber hoher Bezugsleistungssituationen, die netztechnische Übertragungsleistung des HS-Netzes ausgeschöpft. Allein aus diesen Transportanforderungen entstehen ein hoher Netzausbaubedarf im HS-Netz, der Neubau von Umspannwerken und ein zusätzlicher Netzverknüpfungspunkt zum vorgelagerten Netzbetreiber. Die zusätzlichen Anforderungen aus den weiteren, den Umspannwerken direkt zuzuordnenden Erzeugungs- und Bezugsanlagen sowie Speichern erfordern einen weitreichenderen Netzausbau im HS-Netz bzw. den Umspannwerken.

Aufgrund der zunehmend geringeren zeitlichen Überschneidung von konventioneller Erzeugung und der Einspeisung erneuerbarer Erzeugungsanlagen sind, reduzieren sich die Netzanforderungen bei den durch hohe Erzeugung geprägten Lastfällen geringfügig.

Im Gegenzug erhöht sich der Druck für den Netzausbau durch geringere Einsatzzeiten der berechenbaren, konventionellen Erzeugung während Bezugs-Hochlastzeitfenstern. Insbesondere für die zu berücksichtigenden (n−1)-Fälle entstehen auslegungsrelevante Engpässe, die nicht immer durch konventionelle Erzeugung kompensiert werden können.

Der hohe Zubau von großen Graustrom-Batteriespeichern kann netzplanerisch in allen Lastsituationen kaum entlastend berücksichtigt werden, da die Marktpreise nicht immer mit der regionalen Netzauslastung korrelieren.

Die Engpassregionen in Abbildung 2 weisen die Kombination von Bezugs- und Erzeugungsfällen aus und berücksichtigen dabei auch Engpasssituationen, die aus netzebenen-übergreifenden Energietransporten resultieren.

Teilnetzgebiet 2

Die künftige Versorgungsaufgabe für das Jahr 2030 wird nachfolgend, bezogen auf die jeweilige Spannungsebene, beschrieben. Um die jeweiligen Veränderungen besser nachvollziehen zu können, werden in Klammern die Werte des vorherigen Betrachtungszeitraums angegeben.

Niederspannungsnetz

- Erzeugungsanlagen:

  Für den Zuwachs an Erzeugungsleistung im Niederspannungsnetz werden überwiegend PV-Anlagen in Verbindung mit Gebäuden prognostiziert. In Summe beträgt die gesamte installierte Erzeugungsleistung ca. **4,5 MWp**.

  (2025: 4,1 MWp)

- Bezugsanlagen:

  Neben den vorhandenen konventionellen Bezugsanlagen sind im Teilnetzgebiet 2 zusätzlich weitere private und öffentlich Ladepunkte sowie dezentrale Wärmepumpen prognostiziert. Die installierte Gesamtleistung beträgt ca. **13,6 MW**.

  (2025: 2,5 MW)

- Speicher:

  Die prognostizierten installierten Leistungen von Kleinbatteriespeichern bewegen sich auf einem ähnlichen Niveau wie 2025, im Bereich von **1,8 MW**, die praktisch ausschließlich in Verbindung mit PV-Anlagen kombiniert sind.

  (2025: 1,8 MW)

In der Prognose für das Jahr 2030 überwiegen im Teilnetzgebiet 2 die installierten Leistungen der Bezugsanlagen deutlich gegenüber den PV-Dachanlagen. Aufgrund dieser Situation wird überwiegend ein bezugsbedingter Netzausbau in bestimmten Gebieten notwendig. Vereinzelt werden aber auch Netzausbaumaßnahmen zur Spannungshaltung bei hoher Einspeisung notwendig.

Mittelspannungsnetz mit Ortsnetzstationen

Im MS-Netz des Teilnetzgebiets 2 werden für das Jahr 2030 keine Erzeugungs- oder Verbrauchsanlagen erwartet, die aufgrund der Leistungsgröße dort direkt angeschlossen werden. Entstehende PV-Freiflächen- oder Windenergieanlagen werden aus gesamtwirtschaftlichen Bewertungen heraus direkt an dem räumlich nahen, vorgelagerten Netz angeschlossen. Dieser Sachverhalt wurde innerhalb der Planungsregion bilanziell abgestimmt.

Dementsprechend dient das MS-Netz im Teilnetzgebiet 2 im Jahr 2030 ausschließlich dem Energietransport vom oder zum vorgelagerten Netzbetreiber. Allerdings wird aufgrund der prognostizierten Leistungswerte, neben dem NS-Netz, auch ein nicht unerheblicher Netzausbau für das MS-Netz erforderlich.

Neben den Erweiterungen und Verstärkungen von Netzkabeln müssen auch bestehende ONS verstärkt oder weitere Kapazitäten mit zusätzlichen neuen ONS gebaut werden.

2.1.3. Voraussichtliche Versorgungsaufgabe T+10

Teilnetzgebiet 1

Die künftige Versorgungsaufgabe für das Jahr 2035 wird nachfolgend, bezogen auf die jeweilige Spannungsebene, beschrieben. Um die jeweiligen Veränderungen besser nachvollziehen zu können, werden in Klammern die Werte des vorherigen Betrachtungszeitraums angegeben.

Niederspannungsnetz

- Erzeugungsanlagen:

  Der Zuwachs von Erzeugungsleistung im Niederspannungsnetz betrifft überwiegend PV-Anlagen in Verbindung mit Gebäuden. In Summe beträgt die gesamte installierte Erzeugungsleistung ca. **187,0 MWp**.

  (2030: 156,5 MWp)
- Bezugsanlagen:

  Die konventionelle installierte Bezugsleistung bleibt nahezu unverändert, während die installierte Leistung dezentraler Wärmepumpen und die der öffentlichen und privaten Ladepunkte erheblich zunimmt. Die gesamte, installierte Bezugsleistung steigt auf ca. **764,0 MW**.

  (2030: 467,0 MW)
- Speicher:

  Die installierten Leistungen von Kleinbatteriespeichern steigen auf ca. **70,0 MW**, die weiterhin praktisch ausschließlich in Verbindung mit PV-Anlagen zum Einsatz kommen.

  (2030: 57,5 MW)

Die prognostizierten installierten Leistungen der Bezugsanlagen dominieren auch im Jahr 2035 maßgeblich die Versorgungsaufgabe und bedingen lokal erheblichen Netzausbau. Dennoch werden in vielen Netzbereichen neben den ausgeprägten, zeitlich begrenzten Verbrauchssituationen auch zeitlich begrenzte Einspeisesituationen entstehen, die ebenfalls einen zusätzlichen Netzausbau erfordern werden. Aufgrund des massiven Netzausbaubedarfs wird zunehmend mit vorübergehenden Netzanschlussrestriktionen gerechnet, die sowohl für Erzeugung und Bezug relevant sein werden. Weiterhin werden die Kleinbatteriespeicher, trotz deren Zunahme, keinen wesentlichen Beitrag zu einer Reduzierung der netzauslegungsrelevanten Leistung und damit auf den Netzausbaubedarf entwickeln. Voraussichtlich werden zwar die Zeiträume, in denen die auslegungsrelevanten Lastsituationen vorherrschen, kleiner, die absolute Leistungsanforderungen an die Netzkapazität bleiben aber weiterhin bestimmend.

Mittelspannungsnetz mit Ortsnetzstationen

- Erzeugungsanlagen:

  In den Prognosen für das MS-Netz und den ONS sind im Wesentlichen größere PV-Anlagen an und auf Gebäuden sowie kleinere PV-Freiflächenanlagen enthalten. Große PV-Freiflächenanlagen und Windenergieanlagen werden aufgrund ihrer Anschlussleistung direkt den Umspannwerken zugeordnet. Die Einspeiseleistung der konventionellen Kraftwerke und sonstige Erzeugungsanlagen (KWK und Biogas) bleibt unverändert. In Summe ergibt sich damit eine installierte Gesamtleistung von ca. **104 MWp**.

  (2030: 101 MWp)
- Bezugsanlagen:

  Die am MS-Netz bzw. den ONS angeschlossene installierte Leistung wird insgesamt mit ca. **68,9 MW** prognostiziert. Darin enthalten sind der Zubau von Ladepunkten, der überwiegend durch öffentliche und halböffentliche Ladeeinrichtungen geprägt wird, der Zubau von Wärmeerzeugern sowie die konventionelle Bezugsleistung, die sich aufgrund von Effizienzverbesserungen etwas verringert.

  (2030: 65,5 MW)

- Speicher:

  Der Zubau von installierten Kleinbatteriespeichern im MS-Netz bzw. bei abnehmereigenen Ortsnetzstationen wird unverändert mit **0,6 MW** prognostiziert. Der Zuwachs von Speichern ist aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten dem NS-Netz oder den Großbatteriespeichern zuzuordnen.

  (2030: 0,6 MW)

Auch im Jahr 2035 dominieren weiterhin die installierten Leistungen der Erzeugungsanlagen im MS-Netz. Dies hat zur Folge, dass die Transportaufgabe des MS-Netzes weiter ausgebaut werden muss, um die großen Energieströme in Zeiträumen hoher Einspeisung im MS-Netz und der zeitgleichen Überschussenergie aus dem NS-Netz in die übergeordneten Netzebenen übertragen zu können, was den Energietransport in Richtung HS-Netz verstärkt. Die dominierende Aufgabe für den Netzausbau bleibt allerdings der starke Zuwachs von Verbrauchsanlagen im NS-Netz. Um die dafür notwendige Transportkapazität im MS-Netz bereitzustellen, ist ein erheblicher Netzausbaubedarf notwendig, der allerdings auch einen Großteil des Transportbedarfs für die Erzeugungsleistung beinhaltet. Der Netzausbaubedarf gliedert sich dabei in die Erweiterungen und Verstärkungen des MS-Kabelnetzes sowie Verstärkungen und insbesondere auch den Neubau von Ortsnetzstationen.

Hochspannungsnetz mit Umspannwerken

- Erzeugungsanlagen:

  Es wird weiterhin ein deutlicher Zuwachs von PV-Freiflächen- und Windenergieanlagen erwartet, der leistungsbedingt direkt den Umspannwerken zuzuordnen ist. Zusammen mit der unveränderten, installierten Leistung der konventionellen Erzeugung ergib sich eine gesamte installierte Leistung von **532 MW**.

  (2030: 368 MWp)

- Bezugsanlagen:

  Bei den Verbrauchsanlagen werden insbesondere weitere große Ladeeinrichtungen, große Wärmeerzeuger sowie Großverbraucher prognostiziert, die aufgrund ihrer jeweiligen hohen Anschlussleistung direkt den Umspannwerken zugeordnet werden. Deren installierte Gesamtleistung liegt bei ca. **123,1 MW**.

  (2030: 88,3 MW)

- Speicher:

  Der Zubau von Großbatteriespeichern enthält sowohl Grünstrom- als auch, Graustromspeicher. Diese werden mit einer installierten Gesamtanschlussleistung von ca. **63 MW** prognostiziert.

  (2030: 39,4 MW)

Im Jahr 2035 wäre durch den Energietransport aus den unterlagerten Netzebenen in Zeiträumen hoher Einspeisung, vor allem aber hoher Bezugsleistungssituationen die netztechnische Kapazität des HS-Netzes bei weitem überfordert. Daraus ergibt sich bereits ein hoher Netzausbaubedarf im HS-Netz, der insbesondere den Neubau von Umspannwerken und die Herstellung weiterer Netzverknüpfungspunkte zum vorgelagerten Netzbetreiber umfasst. Die zusätzlichen Anforderungen aus den direkt in Umspannwerken zusätzlich angeschlossenen Erzeugungs- und Bezugsanlagen sowie Speichern bedingen einen weiteren Netzausbau im HS-Netz bzw. zusätzliche Umspannwerke.

Die erwartete weitere Reduzierung der lokalen Einsatzzeiten konventioneller Erzeugung in Verbindung mit der Einspeisung erneuerbarer Erzeugungsanlagen wird den steigenden Netzanforderungen bei den Lastfällen, die durch hohe Erzeugung geprägt sind, geringfügig entgegenwirken.

Im Gegenzug erhöhen die geringeren Einsatzzeiten der berechenbaren konventionellen Erzeugung, während Bezug-Hochlastzeitfenstern, insbesondere für den (n–1)-Fall, die Netzanforderungen zusätzlich und führen in der Konsequenz zu einem beschleunigten Netzausbau, da die entstehenden Engpässe noch weniger durch konventionelle Erzeugung kompensiert werden können.

Der hohe Zubau von großen Graustrom-Batteriespeichern kann netzplanerisch in allen Lastsituationen weiterhin kaum entlastend berücksichtigt werden, da weiterhin unterstellt werden muss, dass die Marktpreise nicht immer mit den regionalen Netzsituationen korrelieren.

Die Engpassregionen in Abbildung 2 weisen die Kombination von Verbrauchs- und Erzeugungsfällen aus und berücksichtigen dabei auch Engpasssituationen, die aus netzebenen-übergreifenden Energietransporten resultieren.

Teilnetzgebiet 2

Die künftige Versorgungsaufgabe für das Jahr 2035 wird nachfolgend, bezogen auf die jeweilige Spannungsebene, beschrieben. Um die jeweiligen Veränderungen besser nachvollziehen zu können, werden in Klammern die Werte des vorherigen Betrachtungszeitraums angegeben.

Niederspannungsnetz

- Erzeugungsanlagen:

  Für den Zuwachs an Erzeugungsleistung im Niederspannungsnetz werden überwiegend PV-Anlagen in Verbindung mit Gebäuden prognostiziert. In Summe beträgt die gesamte installierte Erzeugungsleistung ca. **5,1 MWp**.

  (2030: 4,5 MWp)
- Bezugsanlagen:

  Neben den vorhandenen konventionellen Bezugsanlagen wird im Teilnetzgebiet 2 ein deutlicher Zubau zusätzlicher privater und öffentlicher Ladepunkte sowie dezentraler Wärmepumpen prognostiziert. Deren installierte Gesamtleistung beträgt ca. **22,3 MW**.

  (2030: 13,6 MW)
- Speicher:

  Die prognostizierten Leistungen von Kleinbatteriespeichern steigen moderat auf **2,0 MW**, die ausschließlich in Verbindung mit PV-Anlagen kombiniert sind.

  (2030: 1,8 MW)

In den Prognosen für das Jahr 2035 überwiegen im Teilnetzgebiet 2 die installierten Leistungen der Bezugsanlagen deutlich gegenüber den PV-Dachanlagen. Dies führt auch im NS-Netz insbesondere bei bezugsgeprägten Lastfällen zu einem hohen Energietransport im NS-Netz. Aufgrund dieser Situation ist ein weiterer bezugsbedingter Netzausbau notwendig. Die moderaten Zuwächse der installierten Erzeugungsanlagen und Speicher führen für sich selbst betrachtet kaum zu einem weiteren Netzausbau, da dieser voraussichtlich durch den bezugsbedingten Netzausbau abgedeckt wird.

Mittelspannungsnetz mit Ortsnetzstationen

Im MS-Netz des Teilnetzgebiets 2 werden für das Jahr 2035 keine Erzeugungs- oder Verbrauchsanlagen prognostiziert, die dort direkt angeschlossen werden. Entstehende PV-Freiflächen- oder Windenergieanlagen werden aus gesamtwirtschaftlichen Bewertungen direkt an dem räumlich nahen vorgelagerten Netz angeschlossen. Dieser Sachverhalt wurde innerhalb der Planungsregion bilanziell abgestimmt. Gleiches gilt für Großbatteriespeicher, die als Grünstromspeicher oder als Co-Location-Speicher betrieben werden.

Dementsprechend stellt die wesentliche Aufgabe des MS-Netzes im Teilnetzgebiet 2 der Energietransport vom oder zum vorgelagerten Netzbetreiber dar. Durch die hohen prognostizierten bezugsbedingten Leistungswerte für das NS-Netz werden die Transportanforderungen im MS-Netz einen bedeutenden Ausbau des MS-Kabelnetzes, zahlreiche Verstärkungen und den Neubau von ONS sowie den weiteren Ausbau der Netzverknüpfungspunkte zum vorgelagerten Netzbetreiber erfordern.

2.1.4. Voraussichtliche Versorgungsaufgabe 2045

Teilnetzgebiet 1

Die künftige Versorgungsaufgabe für das Jahr 2045 wird nachfolgend, bezogen auf die jeweilige Spannungsebene, beschreiben. Um die jeweiligen Veränderungen besser nachvollziehen zu können, werden in Klammern die Werte des vorherigen Betrachtungszeitraums angegeben.

Niederspannungsnetz

- Erzeugungsanlagen:

  Der Zuwachs an Erzeugungsleistung im Niederspannungsnetz bezieht sich weiterhin überwiegend auf PV-Anlagen in Verbindung mit Gebäuden, die sich mehr als verdoppeln. In Summe beträgt die gesamte installierte Erzeugungsleistung ca. **412,3 MWp**.

  (2035: 187,0 MWp)

- Bezugsanlagen:

  Die konventionelle, installierte Bezugsleistung verringert sich in geringem Maß aufgrund von Effizienzsteigerungen. Im Gegenzug steigt die installierte Leistung dezentraler Wärmepumpen und der öffentlichen und privaten Ladepunkte immens. Die gesamte, installierte Bezugsleistung steigt auf ca. **1213,9 MW**.

  (2035: 764,0 MW)

- Speicher:

  Die installierten Leistungen von Kleinbatteriespeichern werden mit ca. **172,2 MW** prognostiziert und erhöhen sich damit um ca. 100 MW. Deren Zubau wird weiterhin nahezu ausschließlich in Kombination mit PV-Anlagen erwartet.

  (2035: 70,0 MW)

Die Dominanz der prognostizierten installierten Leistungen von Bezugsanlagen verstärkt sich im Jahr 2045 deutlich und beeinflusst maßgeblich die Versorgungsaufgabe sowie den dadurch bedingten lokalen Netzausbau. Dieser wird zunehmend auch in vielen Netzbereichen den Ausbaubedarf, der aus zeitlich begrenzten Einspeisesituationen entsteht, beinhalten. Durch den weiterhin kontinuierlich anhaltenden hohen Netzausbaubedarf werden vorübergehende Netzanschlussrestriktionen, die sowohl die Erzeugung als auch den Bezug betreffen, ein Teil des Transformationspfads bleiben.

Die Zunahme der Kleinbatteriespeicher wird die Versorgungsaufgabe ggf. geringfügig beeinflussen, aber weiterhin keinen wesentlichen netzauslegungsrelevanten Einfluss auf den Netzausbaubedarf entwickeln, um diesen nachhaltig zu verringern. Voraussichtlich werden zwar die Zeiträume, in denen die auslegungsrelevanten Lastsituationen vorherrschen, noch kleiner, die absoluten Leistungsanforderungen an die Netzkapazität bleiben unter den vorherrschenden Regeln aber weiterhin bestimmend.

Mittelspannungsnetz mit Ortsnetzstationen

- Erzeugungsanlagen:

  In den Prognosen für das MS-Netz und den ONS sind im Wesentlichen größere PV-Anlagen an und auf Gebäuden sowie kleinere PV-Freiflächenanlagen enthalten. Deren Zuwachs wird allerdings als gering eingeschätzt. Große PV-Freiflächenanlagen und Windenergieanlagen werden aufgrund deren Anschlussleistung direkt den Umspannwerken zugeordnet. Die Einspeiseleistung der konventionellen Kraftwerke wird entsprechend der vorliegenden Wärmeleitplanung. Bei den sonstigen Erzeugungsanlagen (KWK und Biogas) reduzieren sich allerdings die Biogasanlagen. Damit ergibt sich in dieser Spannungsebene in Summe eine installierte Gesamtleistung von ca. **165,30 MW**.

  (2035: 104 MWp)

- Bezugsanlagen:

  Die am MS-Netz bzw. an den ONS angeschlossene installierte Leistung wird insgesamt mit ca. **72,0 MW** prognostiziert. Darin enthalten sind neben dem Zubau von öffentlichen und

halböffentlichen Ladepunkten und dezentralen Wärmeerzeugern eine etwas reduzierte konventionelle Bezugsleistung, die sich aufgrund von Effizienzverbesserungen verringert.

(2035: 68,9 MW)

- Speicher:

  Der Zubau von installierten Kleinbatteriespeichern im MS-Netz bzw. bei abnehmereigenen Ortsnetzstationen wird unverändert mit **0,6 MW** prognostiziert. Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass sich der Zuwachs von Speichern aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten auf das NS-Netz oder auf Großbatteriespeicher konzentrieren wird.

  (2035: 0,6 MW)

Auch im Jahr 2035 dominieren weiterhin die installierten Leistungen der Erzeugungsanlagen im MS-Netz. Die installierte Erzeugungsleistung der KWK-Anlagen zur Verbrennung unvermeidlicher Abfälle (MHKW) wird um ca. 10 MW erhöht. Damit steigt die Transportaufgabe in Zeiträumen hoher Einspeisung in das übergeordnete Hochspannungsnetz. Dieser Effekt ist allerdings ggü. der zeitgleichen Transportaufgabe der überschüssigen Energie aus dem Niederspannungsnetz gering. Die weiterhin dominierende Versorgungsaufgabe im MS-Netz resultiert jedoch aus dem Energietransport des weiter ansteigenden Zuwachses von Verbrauchsanlagen im NS-Netz. Um die dafür notwendige Transportkapazität im MS-Netz bereitzustellen, ist ein massiver Netzausbaubedarf notwendig, der zugleich auch einen Großteil des Transportbedarfs für die Erzeugungsleistung abdeckt. Der Netzausbaubedarf gliedert sich dabei in Erweiterungen und Verstärkungen der MS-Kabelnetze sowie Verstärkungen, vor allem aber auch den Neubau von Ortsnetzstationen.

Hochspannungsnetz mit Umspannwerken

- Erzeugungsanlagen:

  Insbesondere der Zuwachs von PV-Freiflächen- und Windenergieanlagen wird in dieser Netzebene die dominierende Größe darstellen. Diese Erzeugungsanlagen müssen aufgrund der jeweiligen Anlagengrößen direkt den Umspannwerken zugeordnet werden. Einen gegenläufigen Effekt weisen die installierten Leistungen der konventionellen Erzeugung auf, die im Jahr 2045 nicht mehr in Betrieb sein wird. Insgesamt steigt die installierte Leistung durch die Dominanz der Erzeugung erneuerbarer Energie auf **739 MW**.

  (2035: 532 MWp)

- Bezugsanlagen:

  Bei den Verbrauchsanlagen werden weiterhin maßgebliche Steigerungen insbesondere großer Ladeeinrichtungen (z.B. leistungsfähige DC-Schnellader an Hauptverkehrsstraßen oder für den Schwerlastverkehr) und großer Wärmeerzeuger sowie Großverbraucher (z.B. Krankenhäuser oder Industrie) prognostiziert, die aufgrund der hohen Leistungsbedarfe direkt den Umspannwerken zugeordnet werden müssen. Deren gesamte installierte Leistung steigt auf ca. **296,0 MW**.

  (2035: 123,1 MW)

- Speicher:

  Der Zubau von Großbatteriespeichern wird mit einer installierten Gesamtanschlussleistung von ca. **72,7 MW** prognostiziert. Dabei handelt es sich um Grünstrom- bzw. Graustromspeicher.

  (2035: 63,0 MW)

Entsprechend dem RZ werden bis 2045 nahezu die gesamten Energiebedarfe, insbesondere auch für die Wärmeerzeugung und den Verkehr, über das Stromnetz gedeckt. Zudem müssen sehr große Energiemengen aus der dezentralen Erzeugung vor Ort bedarfsgerecht im Netz verteilt oder zum vorgelagerten Netz transportiert werden. Aufgrund der Prognosen steigt bis zum Jahr 2045 der Bedarf an Netzausbau im HS-Netz und an Neubauten von Umspannwerken noch deutlich an. Zudem werden weitere Netzverknüpfungspunkte zum vorgelagerten Netzbetreiber erforderlich.

Im Jahr 2045 wird die lokale, konventionelle Erzeugung am Standort HKW, auf Basis fossiler Energieträger, nicht mehr zur Verfügung stehen. Die fehlenden Einsatzzeiten der berechenbaren konventionellen Erzeugung, während Bezug-Hochlastzeitfenstern, insbesondere für den (n–1)-Fall, steigern die bezugsbedingten Netzanforderungen zusätzlich und führen, abhängig vom zeitlichen Verlauf, zu einer Beschleunigung des kontinuierlichen Netzausbaus bis 2045.

Der fast vollständige Rückgang der lokalen konventionellen Erzeugungsleistung dämpft zwar den Netzausbaubedarf etwas ab, der durch den stark ansteigenden Zuwachs an erneuerbaren Erzeugungsanlagen und durch Lastfälle mit hoher dezentraler Einspeisung geprägt wird. Dies hat aber auf den dominierenden bezugsbedingten Netzausbaubedarf keinen entlastenden Einfluss.

Der hohe Zubau von großen Graustrom-Batteriespeichern muss netzplanerisch in den auslegungsrelevanten Lastsituationen weiterhin berücksichtigt werden, da sich deren wirtschaftlicher Betrieb auch künftig an Marktpreisen orientiert, die nicht immer mit der regionalen Netzauslastung korrelieren.

Teilnetzgebiet 2

Die künftige Versorgungsaufgabe für das Jahr 2035 wird nachfolgend, bezogen auf die jeweilige Spannungsebene, beschrieben. Um die jeweiligen Veränderungen besser nachvollziehen zu können, werden in Klammern die Werte des vorherigen Betrachtungszeitraums angegeben.

Niederspannungsnetz

- Erzeugungsanlagen:

  Für den Zuwachs an Erzeugungsleistung im Niederspannungsnetz wird eine Verdreifachung von PV-Anlagen in Verbindung mit Gebäuden erwartet. In Summe beträgt die gesamte installierte Erzeugungsleistung bis 2045 ca. **15,4 MWp**.

  (2035: 5,1 MWp)
- Bezugsanlagen:

  Die vorhandenen konventionellen Bezugsanlagen sind im Teilnetzgebiet 2 leicht rückläufig, dafür steigt aber der Bedarf an zusätzlichen privaten und öffentlichen Ladepunkten sowie dezentrale Wärmepumpen weiter stark an. Die installierte Gesamtleistung beträgt 2045 ca. **33,2 MW**.

  (2035: ca. 22,3 MW)
- Speicher:

  Die prognostizierten Leistungen von Kleinbatteriespeicher steigen in Verbindung mit PV-Anlagen auf oder an Gebäuden bis 2045 deutlich auf ca. **5,6 MW**.

  (2035: 2,0 WW)

Auch im Teilnetzgebiet 2 müssen nahezu alle Energiebedarfe, insbesondere für die dezentrale Wärmeerzeugung und den Verkehr, über das NS-Netz verteilt werden. Die zugehörige Verbrauchsleistung ist dabei etwa doppelt so hoch wie die dezentrale Erzeugungsleistung. Damit überwiegen auch im Jahr 2045 die Prognosen der installierten Leistungen der Bezugsanlagen deutlich gegenüber den PV-Dachanlagen. Aufgrund dieser Situation ist ein weiterer hoher bezugsbedingter Netzausbau notwendig. Es ist davon auszugehen, dass dieser Netzausbaubedarf auch die Transportaufgabe, die durch Zuwächse der installierten, dezentralen Erzeugungsanlagen und Speicher erforderlich ist, nahezu vollständig abdeckt. Nur in vereinzelten Netzbereichen werden zur Spannungshaltung erzeugungsbedingte Ausbaumaßnahmen erforderlich.

Mittelspannungsnetz mit Ortsnetzstationen

Im MS-Netz des Teilnetzgebiets 2 werden auch für das Jahr 2045 keine Erzeugungs- oder Verbrauchsanlagen erwartet, die dort direkt angeschlossen werden. Die auf dem Netzgebiet entstehenden PV-Freiflächen- oder Windenergieanlagen werden aufgrund gesamtwirtschaftlicher Bewertungen direkt an dem räumlich nahen vorgelagerten Netz angeschlossen. Dieser Sachverhalt wurde innerhalb der Planungsregion bilanziell abgestimmt.

Dementsprechend dient das MS-Netz im Teilnetzgebiet 2 ausschließlich dem Energietransport vom oder zum vorgelagerten Netzbetreiber. Allerdings werden aufgrund der prognostizierten Leistungswerte für das NS-Netz ein bedeutender Netzausbau im MS-Netz, der Zubau neuer ONS sowie eine weitere Verstärkung der Netzverknüpfungspunkte zum vorgelagerten Netzbetreiber notwendig.

3. Netzdimensionierende Netzausbauplanung

Grundlagen der Netzausbauplanung

Die Netzausbauplanungen wurden je Netzebene in einem „Look-Back-Verfahren“ durchgeführt. So wurde z. B. für das HS-Netz von den Leistungsanforderungen des Jahres 2045 in das jeweilige Berechnungsjahr zurückgeblickt. Damit konnte planerisch sichergestellt werden, dass bei den jeweiligen Verstärkungs- oder Optimierungsmaßnahmen die künftigen Anforderungen bereits in Form von angepassten Dimensionierungen oder mittels vorverlegter Leitungen bzw. Leerrohrsystemen, soweit möglich und technisch sachgerecht, berücksichtigten wurden.

Dies führte in der Konsequenz auch dazu, dass in den Anfangsjahren des NAP, insbesondere bis 2030, scheinbar überproportional viele Netzoptimierungs- und Verstärkungsmaßnahmen geplant wurden.

Für die stark wachsenden Bezugsgruppen

- Dezentrale Wärmepumpen
- Großwärmepumpen und Spitzenlastkessel
- Ladeeinrichtungen (öffentliche und private Ladeeinrichtungen, ÖPNV, Schwerlastverkehr, Depotladen)

sowie den Erzeugungsanlagen

- PV-Anlagen auf und an Gebäuden
- PV-Freiflächenanlagen
- Windenergieanlagen

konnten mittels spezifischer Lastgänge und deren Zusammenwirken sehr konkrete Last- und Erzeugungsfälle für jede Netzebene modelliert werden. Mit diesem Verfahren wurden einerseits zu hohe, fallbezogene Lastanforderungen vermieden und zudem die Integration von Klein- und Groß speicheranlagen besser bzw. individueller berücksichtigt.

Mit dem Ergebnis dieser Modellierungen konnten die nachfolgend beschriebenen Lastfälle ausgeprägt werden.

- Starklastfall

  Für den Starklastfall wurde aus den vorliegenden Lastprofilen der Zeitpunkt mit der maximalen Bezugsleistung im Jahr bestimmt. Dieser zeitgleichen Bezugsleistung wurde keine Erzeugungs- bzw. Speicherleistung gegenübergestellt. Damit bildet der Starklastfall eine extreme auslegungsrelevante Netzsituation ab, die nur in wenigen Zeiträumen im Jahr auftritt, aber dennoch nicht unwahrscheinlich ist.

- Schwachlastfall (HS-Netz)

  Für den Schwachlastfall wurde zunächst aus den vorliegenden Lastprofilen der Zeitpunkt mit der maximalen, gleichzeitigen Erzeugungsleistung im Jahr bestimmt. Dieser Erzeugungsleistung wurde die, ebenfalls aus Lastprofilen bestimmte, niedrigste Verbrauchslast gegenübergestellt. Damit beschreibt der Schwachlastfall eine weitere extreme auslegungsrelevante Netzsituation mit dominierender Erzeugung.

Beide Lastfälle werden benötigt, um das Netz für jede Lastsituation sicher dimensionieren zu können. Im MS-Netz kommt neben dem Starklastfall der Erzeugungsfall zur Anwendung.

- Erzeugungsfall (MS-Netz)

  Für den Schwachlastfall wurde zunächst aus den vorliegenden Lastprofilen der Zeitpunkt mit der maximalen, gleichzeitigen Erzeugungsleistung für das MS- sowie das NS-Netz im Jahr bestimmt. Dieser Erzeugungsleistung wird allerdings im MS-Netz keine Verbrauchslast gegenübergestellt. Der Erzeugungsfall kommt im MS-Netz zur Anwendung und entspricht den Vorgaben aus den TAR für die Netzanschlussprüfung von Erzeugungsanlagen. Durch die Anwendung dieses Lastfalls wird das MS-Netz so dimensioniert, dass bei späteren Netzanschlussprüfungen keine Diskrepanz in Bezug auf Netzengpässe entsteht, die einen zusätzlichen, individuellen und dadurch meist ineffizienten Netzausbau zur Folge hätte.

Für die jeweiligen Netzentwicklungsschritte kam grundsätzlich das NOVA-Prinzip (**N**etz**O**ptimierung vor Netz-**V**erstärkung vor Netz-**A**usbau) zur Anwendung.

Für das Basisszenario wurde trotz des massiven Zubaus größerer Erzeugungsanlagen (PV-Freiflächen- und WEA) für das MS- und HS-Netz nicht mehr auf das Planungsinstrument der Spitzenkappung zurückgegriffen. Nähere Informationen dazu folgen in Kapitel 6.

Für die Kalkulation aller Maßnahmen im NAP wurde das aktuelle Kostenniveau zugrunde gelegt. Bei den Kosten handelt es sich zum Teil um individuelle Kalkulationen oder spezifische Kostensätze pro Einheit. Eine preisindizierte Hochrechnung der Kosten mittels Teuerungsraten erfolgte dabei nicht.

Zum besseren Verständnis der weiteren Ausführungen im NAP und den zugehörigen Maßnahmentabellen werden folgende Begriffe erläutert:

- **Neubau**

  Unter die Kategorie "Neubau" fallen alle neuen Leitungs- und Anlagenbaumaßnahmen, die in der bisherigen Netzstruktur nicht vorhanden waren. Hierzu zählen beispielsweise neue Netzverknüpfungspunkte zum vorgelagerten Netzbetreiber, neue Umspannwerke oder Ortsnetzstationen sowie Netzanschlüsse für klassische Neubaugebiete.

- **Netzoptimierung und -verstärkung**

  Diese Kategorie umfasst alle Maßnahmen, bei denen bestehende Netzstrukturen ergänzt oder verändert werden, um gezielt Schwachstellen oder Engpässe im Netz zu beseitigen. Anders als beim Neubau geht es nicht um neue Netzstrukturelemente, sondern um die funktionale Erweiterung und Stärkung bestehender Versorgungslagen. Darunter fallen z.B. der Ausbau vorhandener Anlagen (z.B. Schaltanlagen) sowie gezielte Anpassungen der Leitungsnetzstruktur, inklusive dem Rückbau der anschließend nicht mehr benötigten Netzelemente.

- **Ersatzneubau mit Erhöhung der Übertragungskapazität**

  In diese Kategorie fallen alle bestehenden Leitungen und Anlagen, die mit der Intention einer Erhöhung der Übertragungskapazität ausgewechselt werden. Diese Form des Ersatzneubaus dient somit dazu, bestehende Netzteile an steigende Anforderungen anzupassen und dadurch die Versorgungssicherheit sowie die Netzeffizienz zu verbessern.

- **Nicht-dimensionierenden Netzausbau**

  Der nicht-dimensionierende Netzausbau umfasst Maßnahmen an bereits bestehenden Systemen, bei denen Kabel oder Anlagen lediglich 1:1 erneuert werden. Im Mittelpunkt steht hierbei die Nutzungsdauer der Anlagen, nicht aber deren Verstärkung. Demzufolge kann auch ein nicht-dimensionierender Netzausbau aufgrund aktueller technischer Standards dennoch mit einer Erhöhung der Übertragungskapazität einhergehen.

Der nachfolgend beschriebene Netzausbau muss mit einer netzebenen-übergreifenden Digitalisierung einhergehen. Diese beinhaltet weitere Messungen, insbesondere im NS-Netz, um die Funktionalität eines Digitalen Zwillings zu verbessern und für ein Echtzeit-Engpassmanagement vorzubereiten. Damit einher geht die Ertüchtigung vieler ONS zur Aufnahme und Entsorgung von Mess- und Netzzustandsdaten, die Einrichtung von Fernwirktechnik zur Fernbedienung sowie die Vorbereitung einer künftigen Automatisierung, die vordergründig für das Engpassmanagement im MS-Netz notwendig wird. Darüber hinaus ist eine Weitbereichsspannungsregelung der Netztransformatoren in den Umspannwerken notwendig, um künftig die zulässigen Spannungsbänder ausnutzen zu können und zeitgleich die Blindleistungskoordination zu optimieren.

Die Kosten dafür sind derzeit sehr schwer prognostizierbar, weil sich ein Großteil der Systeme noch in der Entwicklung befinden und dadurch der Markt noch keine Systeme mit der notwendigen Funktionalität anbietet. Dadurch fehlen auch durchgängige Standards, die für den effizienten und kostengünstigen Einsatz solcher Systeme unbedingt notwendig sind. Darüber hinaus fordern derartige Systeme auch den Ausbau von ISMS-konformer Datenbanksysteme mit der zugehörigen IT-Peripherie.

Die MFN geht davon aus, dass ein erster von voraussichtlich drei Ausbauschritten, Kosten in Höhe von ca. 3,15 Mio. € verursachen wird. Darin enthalten wären die Messtechnik in den ONS und der Ausbau der Fernwirktechnik inklusive der Fernbedienung von Schaltanlagen.

3.1. Hochspannung

Basisszenario

Die Planungsergebnisse im Kapitel Hochspannung beinhalten das HS-Netz inkl. der Umspannwerke (HS/MS). Die Netzausbauplanung für das HS-Netz erfolgte durchgängig für den (n-1)-Fall. Eine Ausnahme bildeten Netztransformatoren, die ausschließlich für die Aufnahme von größeren PV-Freiflächen- und WEA vorgesehen sind.

Die nachfolgenden Grafiken stellen die Entwicklung der jeweiligen auslegungsrelevanten Lastfälle für das HS-Netz dar.

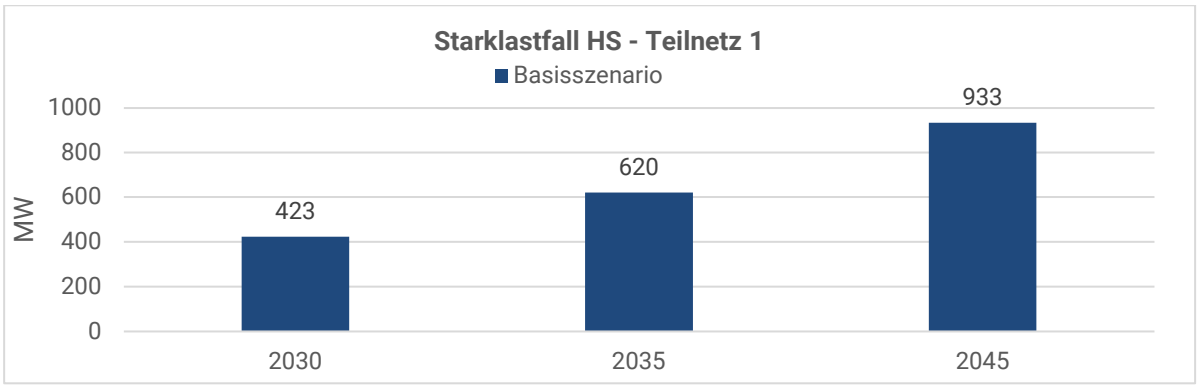


Abbildung 4: Entwicklung Starklastfall HS - Teilnetzgebiet 1, Basisszenario

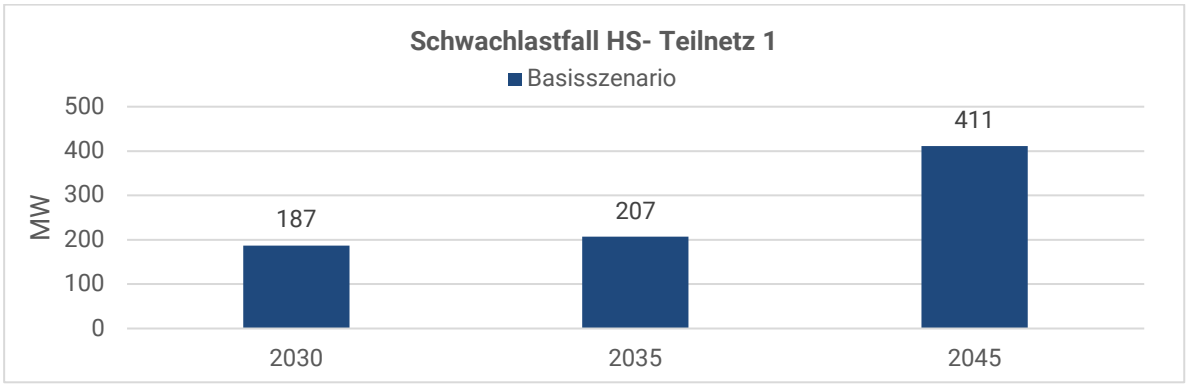


Abbildung 5: Entwicklung Schwachlastfall HS - Teilnetzgebiet 1, Basisszenario

Die Entwicklungen der auslegungsrelevanten Lastfälle zeigen, dass der Netzausbaubedarf bis zum Jahr 2045 durch die Bezugsleistung bestimmt wird. Demzufolge wird zunächst der Netzausbaubedarf anhand des Starklastfalls bestimmt und anschließend geprüft, ob der Schwachlastfall in dem jeweiligen Netzausbauschritt bereits abgedeckt wird oder weiterer Anpassungsbedarf besteht.

Netzausbau t+5

Entsprechend den Netzberechnungen für den Starklastfall muss die vorhandene Netzstruktur angepasst werden, um die möglichen effizienten Optimierungspotentiale und eine funktionale (n-1)-Sicherheit realisieren zu können. Reine Verstärkungsmaßnahmen hätten zu keinem zielführenden Ergebnis geführt. Insoweit liegt dieser Netzausbauplanung eine Kombination aus einer optimierten Netzstruktur und einer bedarfsgerechten (n-1)-Funktionalität zugrunde.

Neben den notwendigen Leitungsverstärkungsmaßnahmen wurden insbesondere ein neues UW geplant und ein weiteres verstärkt. Zudem muss vor dem Hintergrund der durchgängig funktionalen (n-1)-Sicherheit auch eine weitere Anbindung an das vorgelagerte HS-Netz der Bayernwerk Netz GmbH hergestellt werden. Um den künftigen verbrauchs- und erzeugungsbedingten Leistungsanforderungen gerecht zu werden und die neuen UW in das bestehende HS-Netz integrieren zu können, sind dafür HS-Kabeltrassen mit einer Länge von ca. 15 km erforderlich, die weite Teile des Stadtgebiets betreffen. Darüber hinaus müssen in zwei UWs im Schaltanlagenbereich Optimierungs- und Erweiterungsmaßnahmen durchgeführt werden. Die erforderlichen Maßnahmen für den Starklastfall decken auch die Netzanforderungen des Schwachlastfalls vollständig ab, sodass dafür keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich sind.

Die zugebaute installierte Transformatorleistung beträgt in diesem Ausbauschritt insgesamt 378 MVA und deckt die Bedarfe für den Stark- und Schwachlastfall ab.

Durch die frühzeitige Mitverlegung von Leerrohren und die Freihaltung geeigneter Trassen werden spätere Netzerweiterungen technisch und wirtschaftlich erleichtert.

Dieser Ausbauschritt stellt aufgrund der hohen Netzanforderungen und der Netzrestriktionen, die sich aus der Bestandsnetzstruktur ergeben, eine sehr große Herausforderung dar. Dies liegt insbesondere daran, dass im Zuge der jeweiligen Baumaßnahmen teilweise hohe Betriebsmittelauslastungen vorherrschen, die durch den zeitweisen Einsatz der konventionellen Einspeisung allerdings beherrschbar bleiben.

Netzausbau t+10

Um die Netzanforderungen für das Jahr 2026 abzubilden, sind zwei neue UW geplant. Vor dem Hintergrund einer weiterhin durchgängigen, funktionalen (n-1)-Sicherheit und der Ausprägung von insgesamt drei HS-Netzgruppen wird eine weitere Anbindung an das vorgelagerte HS-Netz der Bayernwerk Netz GmbH benötigt, die über ein weiteres Umspannwerk realisiert werden muss. Um die neuen UW in das bestehende HS-Netz zu integrieren bzw. die notwendigen Netzgruppen auszuprägen werden dafür HS-Kabeltrassen mit einer Länge von ca. 13 km erforderlich, von denen etwa die Hälfte im Stadtgebiet verläuft. Die erforderlichen Maindüker werden bereits im ersten Ausbauschritt vorbereitet.

Die aufgeführten Maßnahmen werden ausschließlich für den Starklastfall benötigt und decken auch die Netzanforderungen des Schwachlastfalls komplett ab, sodass dafür keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich sind.

Die zugebaute installierte Transformatorleistung beträgt in diesem Ausbauschritt insgesamt 441 MVA und deckt die Bedarfe für den Stark- und Schwachlastfall ab.

Durch die Mitverlegung von Leerrohren und die Freihaltung geeigneter Trassen werden spätere Netzerweiterungen technisch und wirtschaftlich erleichtert.

Mit der Herstellung des dritten Netzverknüpfungspunkts zum vorgelagerten Netz und der Ausprägung von insgesamt drei HS-Netzgruppen reduziert sich die Betriebsmittelauslastung deutlich, so dass für die weiteren Entwicklungsschritte mehr Spielräume bei den Maßnahmenumsetzungen vorhanden sind.

Netzausbau 2045

Bis zum Jahr 2040 wird ein weiteres, neues Umspannwerk benötigt, das überwiegend zur Deckung der elektrischen Leistungsanforderungen großer Wärmeerzeuger erforderlich ist. Zu dessen Anbindung wird die Verstärkung von ca. 3,6 km an HS-Kabeltrassen notwendig. Anschließend wird nur noch der Ausbau von weiteren HS/MS-Transformatoren erforderlich. D.h. die wesentlichen Teile des Netzausbaus müssen aufgrund der Bedarfsentwicklung bereits 2040 abgeschlossen werden. Mit Blick auf die notwendigen Maßnahmen stellt dies eine immense Herausforderung dar.

Die bis zum Jahr 2045 vorgesehenen Maßnahmenwerden ausschließlich für den Starklastfall benötigt und decken wiederum die Netzanforderungen des Schwachlastfalls komplett ab, sodass dafür keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich sind.

Die zugebaute installierte Transformatorleistung beträgt in diesem Ausbauschritt insgesamt 315 MVA und deckt die Bedarfe für den Stark- und Schwachlastfall ab.

Ergänzend zu den textlichen Erläuterungen werden mit dem Netzausbauplan (NAP) 2026 maschinell lesbare Daten veröffentlicht. Die veröffentlichten Datensätze dienen der transparenten, standardisierten und weiter verarbeitbaren Bereitstellung der Planungsgrundlagen.

Der Maßnahmenplan enthält strukturierte Angaben zu den einzelnen Netzausbaumaßnahmen, insbesondere zu Art, Umfang, zeitlicher Umsetzung, Kapazitätsänderung und netztechnischer Begründung. Die zusätzliche Darstellung des aggregierten Ausbaubedarfs fasst den Netzausbaubedarf in verdichteter Form zusammen und ermöglicht eine übergreifende Auswertung nach Netzebenen, Betriebsmitteln und Planungszeiträumen. Diese Informationen sind im Internet unter vnbdigital.de abrufbar.

Die nachfolgende Tabelle 3 fasst die netzdimensionierende Ausbauplanung der Netzebenen Hochspannung sowie Hoch- auf Mittelspannung für das Basisszenario zusammen.

Netzdimensionierende Ausbauplanung Hochspannung
inkl. Höchst- auf Hochspannung sowie Hoch- auf Mittelspannung

Zeitraum	Maßnahme	geschätzte Menge	erwarteter Ausbaubedarf
2025 bis 2030 (T+5)	NE 2: HöS/HS UW	0 [UW]	0 [Mio. Euro]
	NE 3: HS-Leitungen	15 [km]	51,81 [Mio. Euro]
	NE 4: HS/MS UW	3 [UW]	89,71 [Mio. Euro]
2031 bis 2035 (T+10)	NE 2: HöS/HS UW	0 [UW]	0 [Mio. Euro]
	NE 3: HS-Leitungen	13 [km]	52,47 [Mio. Euro]
	NE 4: HS/MS UW	2 [UW]	67,76 [Mio. Euro]
2036 bis 2045 (Zielnetz)	NE 2: HöS/HS UW	0 [UW]	0 [Mio. Euro]
	NE 3: HS-Leitungen	3,6 [km]	11,62 [Mio. Euro]
	NE 4: HS/MS UW	2 [UW]	49,74 [Mio. Euro]
Neubau, Ersatz(neubau) mit Erhöhung der Übertragungskapazität, Netzoptimierung und -verstärkung			

Tabelle 3: Mengen und Kosten netzdimensionierender Ausbau HS - Basisszenario

Verzögerungen und Realisierungsrisiken

Die in diesem NAP ermittelten zeitlich gestaffelten Netzausbaumaßnahmen sind an dem prognostizierten Hochlauf der verbrauchs- und erzeugungsbedingten Leistungszunahmen ausgerichtet. Zusätzlich unterliegt deren Reihenfolge auch netztechnischen Anforderungen, da diese Maßnahmen im laufenden Betrieb umgesetzt werden müssen. Verzögerungen einzelner Maßnahmen haben dadurch in der Regel auch zeitliche Auswirkungen auf Folgemaßnahmen. Da die wesentlichen Teile des Netzausbaus im HS-Netz aufgrund der Bedarfsentwicklung bereits im Jahr 2040 abgeschlossen sein müssen, sind Verzögerungen realistisch, da für diese Netzausbaumaßnahmen ein Umsetzungszeitraum von 15 Jahren hoch ambitioniert ist.

Allen voran ist es im städtischen Umfeld sehr schwierig und zeitaufwendig, passende Grundstücke für Umspannwerke zu finden. Die anschließenden Genehmigungsverfahren, Ausschreibungen und Bauphasen nehmen selbst unter optimalen Bedingungen mindestens sechs Jahre in Anspruch. Die prognosebedingten Zeiträume für die Netzausbaumaßnahmen im HS-Netz setzen damit ein sehr hohes Tempo für die Projektumsetzung vom Grunderwerb über die Planung, die Genehmigungsverfahren und die Bauphasen bis zur Inbetriebnahme. Die hohe Maßnahmendichte bei allen Netzbetreibern führt bereits heute zu maßgeblichen Engpässen bei Dienstleistern, insbesondere für Tiefbau und Montagen. Dazu kommen sehr lange Lieferzeiten wichtiger Betriebsmittel, Baugruppen und Materialien. Die damit verbundenen Verzögerungen werden sich bei einer weiteren Zunahme der Maßnahmendichte, entsprechend den Ausbaubedarfen aller Netzbetreiber, weiter verschärfen.

Für den geplanten Netzausbau sind ausreichendes Fachpersonal und schnelle Genehmigungsverfahren sowie eine pragmatische Umsetzungslösung aus deren Vorgaben entscheidende Erfolgsfaktoren für die zeitgerechte Umsetzung des Netzausbauplans.

Die beiden erforderlichen zusätzlichen Netzverknüpfungspunkte erfordern eine umfangreiche technische und terminliche Abstimmung mit der Bayernwerk Netz GmbH. Damit könnte auch die zeitliche Bereitstellung der notwendigen, physischen Netzkapazität ein entscheidender Faktor für Verzögerungen im Netzausbaukonzept der MFN darstellen.

Notwendige Energieeffizienz- und Nachfragesteuerungsmaßnahmen

Angesichts der großen Netzausbaubedarfe, die neben immensen Kosten auch zeitlich äußerst anspruchsvoll sind, hat die Planungsregion Bayern ein eigenes Effizienzszenario entwickelt. Dieses umfasst Maßnahmenpakete, die einen effizienteren und beschleunigten Netzausbau ermöglichen. Im Wesentlichen wird dabei die Nachfrage für Einspeisung und Bezug nachhaltig gesteuert, ohne dabei die gesetzlichen Klimaziele infrage zu stellen. Jeder VNB wendet diese Maßnahmen netzbezogen und zielgerichtet ein. Nachfolgend werden die für das Netz der MFN relevanten Maßnahmen, getrennt nach Erzeugung, Bezug und Speicher vereinfacht dargestellt.

- Erzeugung:
  - Hoher Anteil an Grünstromspeichern
  - Steigerung des Eigenbedarfs bei PV-Dachanlagen
  - Gesteuerte Überbauung von PV-Freiflächenanlagen und Windenergieanlagen
  - Vereinfachte Spitzenkappung bis 3% der erzeugten Energie bei PV-Freiflächenanlagen und Windenergieanlagen – ohne aufwendige und komplexe Ausgleichsmechanismen
- Bezug:
  - Gezieltes, dynamisches Dimmen von Flexibilitäten (z.B. Heimladen) als dauerhaftes Netzsteuerungssystem – ohne nachhaltige Komforteinbußen für Kunden
  - FCA insbesondere zur Einschränkung der (n-1)-Absicherung in Engpasssituationen (z.B. bei großen öffentlichen Ladeeinrichtungen, redundanten zentralen Wärmeerzeugern, Großbatteriespeicher)
  - Leicht veränderter Energiemix bei dezentraler Wärmeerzeugung
- Speicher:
  - FCA insbesondere zur Einschränkung während Engpasssituationen (Bezug und Einspeisung - z.B. Graustrom- und Co-Location-Großbatteriespeicher)

Mit den vorliegenden Lastprofilen konnte die Wirkung dieser Maßnahmen gut abgebildet werden. Dies führte zu deutlichen Veränderungen der betrachteten Lastfälle. In den nachfolgenden Grafiken ist eine Gegenüberstellung der Ergebnisse dargestellt.

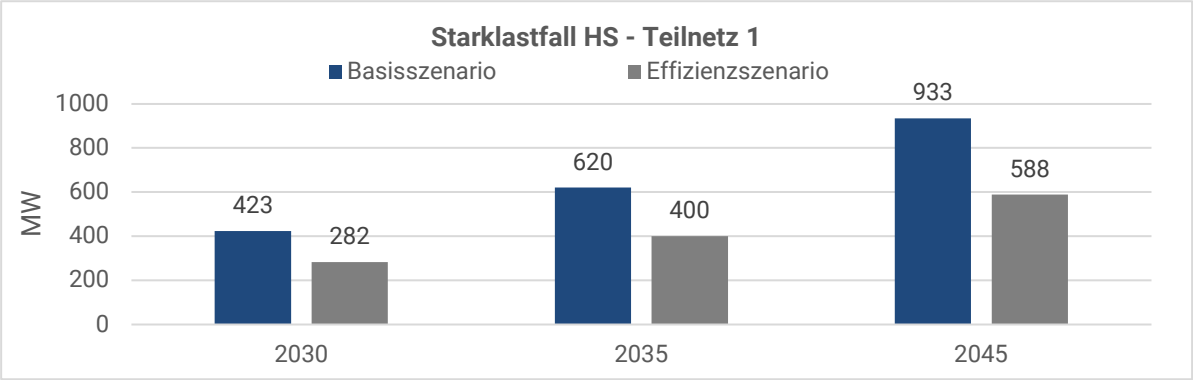


Abbildung 6: Entwicklung Starklastfall HS - Teilnetzgebiet 1, Effizienzszenario

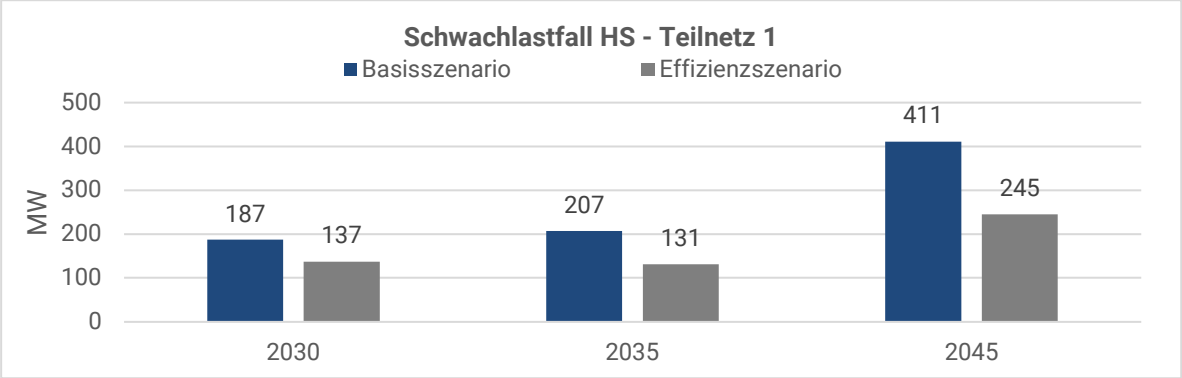


Abbildung 7: Entwicklung Schwachlastfall HS - Teilnetzgebiet 1, Effizienzszenario

Die Unterschiede zwischen dem Basisszenario und dem Effizienzszenario weisen im Hinblick auf die auslegungsrelevanten Leistungen für das HS-Netz eine hohe Relevanz auf. Dies spiegelt sich auch in den Netzausbaubedarfen und den damit verbundenen Kosten wider.

Die folgende Tabelle 4 fasst die netzdimensionierende Ausbauplanung für die Netzebene Hochspannung sowie für die Umspannung von Hoch- auf Mittelspannung im Effizienzszenario zusammen.

Netzdimensionierende Ausbauplanung Hochspannung
inkl. Höchst- auf Hochspannung sowie Hoch- auf Mittelspannung

Zeitraum	Maßnahme	geschätzte Menge	erwarteter Ausbaubedarf
2025 bis 2030 (T+5)	NE 2: HöS/HS UW	0 [UW]	0 [Mio. Euro]
	NE 3: HS-Leitungen	10,4 [km]	34,97 [Mio. Euro]
	NE 4: HS/MS UW	3 [UW]	81,90 [Mio. Euro]
2031 bis 2035 (T+10)	NE 2: HöS/HS UW	0 [UW]	0 [Mio. Euro]
	NE 3: HS-Leitungen	11,6 [km]	47,07 [Mio. Euro]
	NE 4: HS/MS UW	2 [UW]	75,37[Mio. Euro]
2036 bis 2045 (Zielnetz)	NE 2: HöS/HS UW	0 [UW]	0 [Mio. Euro]
	NE 3: HS-Leitungen	0,4 [km]	1 [Mio. Euro]
	NE 4: HS/MS UW	2 [UW]	49,74 [Mio. Euro]
Neubau, Ersatz(neubau) mit Erhöhung der Übertragungskapazität, Netzoptimierung und -verstärkung			

Tabelle 4: Mengen und Kosten netzdimensionierender Ausbau HS – Effizienzszenario

Die Unterschiede zeigen deutlich, dass die Netzkapazitäten über eine flexible Nachfrage- und Struktursteuerung dauerhaft besser ausgenutzt werden können. Dadurch können der Netzausbaubedarf und die damit verbundenen Kosten positiv beeinflusst werden. Zudem können damit auch die Umsetzungsrisiken deutlich reduziert werden. Vor allem die Maßnahmen zur Reduzierung des Starklastfalls, also die Steuerung der bezugsbedingten Nachfrage, wirken sich im Netz der MFN sehr positiv aus und verringern die Netzausbaukosten entscheidend. Allerdings bedingen die im Effizienzszenario angewendeten Maßnahmen auch einen veränderten Ordnungsrahmen.

3.2. Mittel- bis Niederspannung

Basisszenario

Die Planungsergebnisse im Kapitel Mittel- bis Niederspannung beinhalten das MS-Netz inkl. den ONS sowie das NS-Netz. Die Netzausbauplanung für das MS-Netz erfolgte für den Starklastfall überwiegend unter Berücksichtigung des (n-1)-Kriteriums. Fall. Für den Erzeugungsfall im MS-Netz kam das (n–1)-Kriterium nicht zur Anwendung. Gleiches gilt für die ONS und das unterlagerte NS-Netz. Diese Prämissen gelten für beide Teilnetzgebiete.

Für die künftigen MS- sowie auch NS-Netzstrukturen haben u.a. die größeren Verbrauchs- und Erzeugungsanlagen, insbesondere deren räumliche Verteilung, einen maßgeblichen Einfluss. Letztendlich werden diese räumlichen Einflüsse jedoch stark durch das Verhalten der Netzteilnehmer bestimmt und können trotz aller Sorgfalt bei der Erstellung der Planungsgrundlagen nur bedingt berücksichtigt werden. Um eine ausreichende Robustheit der Planungsergebnisse für diesen NAP sicherzustellen, wurde ein suchraumbezogener Planungsansatz verfolgt. Dieser sieht leistungsfähige Transportleitungen ausgehend von den Umspannwerken in Kombination mit zentralen MS-Schalthäusern (SH) als Netzknoten vor und ermöglicht zugleich ein gewisses Maß an Flexibilität gegenüber örtlichen Verschiebungen von Verbrauchs- und Erzeugungsstrukturen. Dazu wurden die oben beschriebenen Lastfälle ausgeprägt, die alle denkbaren Netzzustände und die Anforderungen der technischen Richtlinien abdecken. Insbesondere für die Integrationsanalysen der Erzeugungsanlagen wurde der oben beschriebene Erzeugungsfall herangezogen, der sich an den Vorgaben der VDE-AR-N 4110 „Technische Anschlussregel Mittelspannung“ orientiert.

Die darauf basierenden Berechnungsergebnisse zeigten, dass strukturelle Netzoptimierungen und Leitungsverstärkungen im MS-Netz allein nicht ausreichen, um insbesondere die Spannungshaltung an den Netzausläufern perspektivisch mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand sicherzustellen. Deshalb wurden entsprechend dem NOVA-Prinzip bei der Netzausbauplanung in den betroffenen Netzbereichen der maximal mögliche spannungssenkende Blindleistungsbeitrag der Erzeugungsanlagen sowie eine dynamische Spannungsregelung der Netztransformatoren in den UWs berücksichtigt.

Für die Berechnungen im MS-Netz kam ebenfalls ein „Look-Back-Ansatz“ zur Anwendung, um spätere Ausbaubedarfe bei den früheren Maßnahmen berücksichtigen zu können.

Die nachfolgenden Grafiken stellen die Entwicklung der jeweiligen auslegungsrelevanten Lastfälle für das MS-Netz beider Teilnetzgebiete dar. Aufgrund der Größe des Teilnetzgebiets 2 ist dessen Netzausbaubedarf stark von spezifischen, örtlichen Strukturen abhängig.

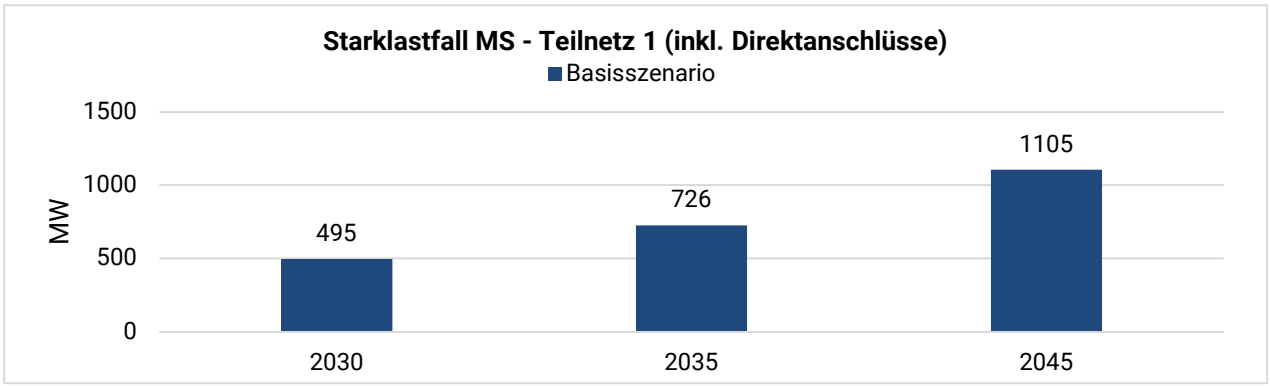


Abbildung 8: Entwicklung Starklastfall MS – Teilnetz 1 (inkl. Direktanschlüsse), Basisszenario

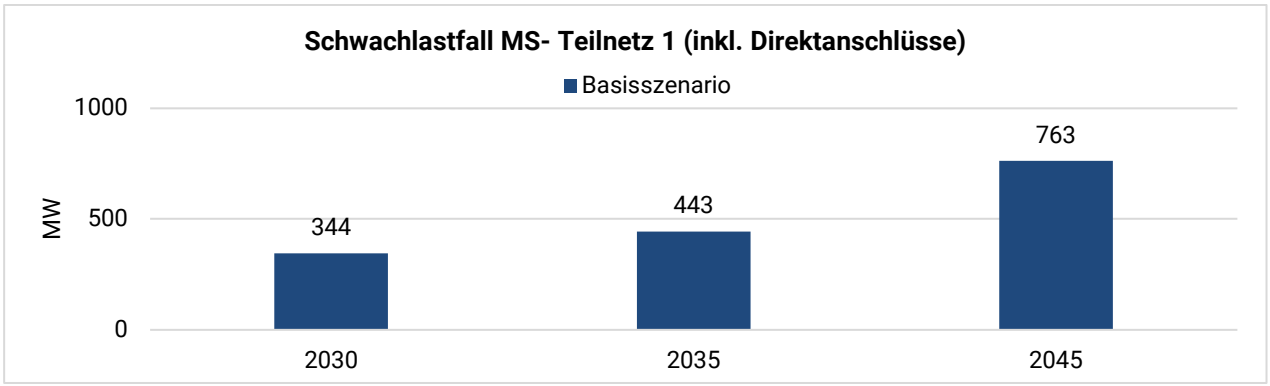


Abbildung 9: Entwicklung Schwachlastfall MS – Teilnetz 1 (inkl. Direktanschlüsse), Basisszenario

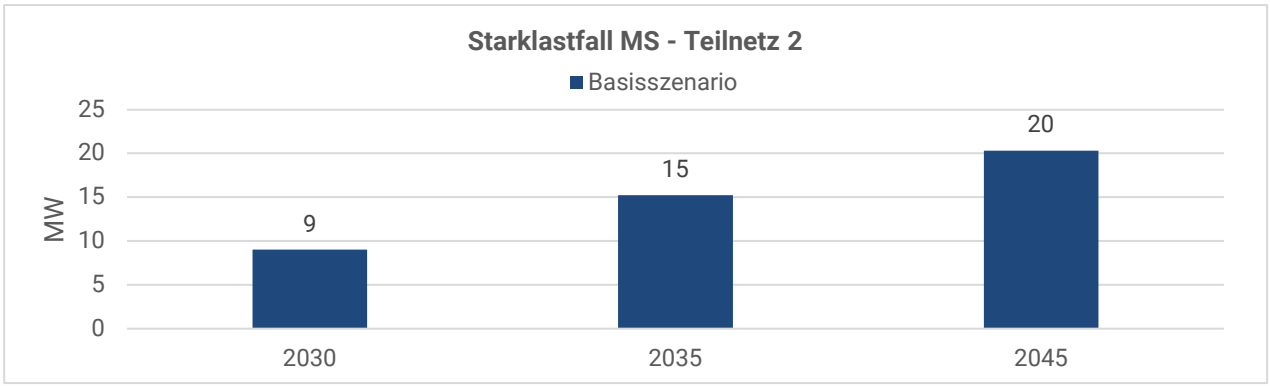


Abbildung 10: Entwicklung Starklastfall MS – Teilnetz 2, Basisszenario

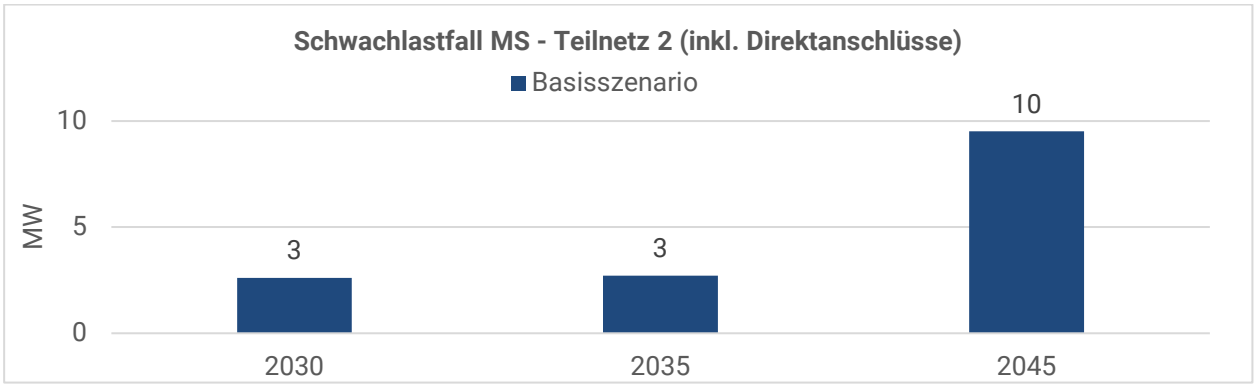


Abbildung 11: Entwicklung Schwachlastfall MS – Teilnetz 2, Basisszenario

Für die auslegungsrelevanten Lastfälle zeigen die Entwicklungen der absoluten Leistungswerte für beide Teilnetzgebiete, dass der Netzausbau für das MS-Netz insgesamt vom Starklastfall (verbrauchsgetrieben) geprägt wird.

Netzausbau bis 2030

MS-Netz – Teilnetzgebiet 1

Die Maßnahmen im Mittelspannungsnetz zielen darauf ab, die Übertragungs- und Integrationskapazität angesichts steigender Bezugs- und Einspeiseleistungen bedarfsgerecht auszubauen. Im Fokus stehen die präventive Vermeidung verbrauchsbedingter Netzengpässe, eine stabile Spannungshaltung sowie die Stärkung der Versorgungssicherheit. Ergänzend werden bereits bestehende, überwiegend erzeugungsbedingte Engpässe beseitigt und altersbedingt sanierungsbedürftige Betriebsmittel durch Ersatzneubauten mit erhöhter Übertragungskapazität ersetzt.

Im nördlichen Versorgungsbereich erfolgen bis 2030 flächendeckende und kleinräumig differenzierte Netzverstärkungen sowie Ersatzneubauten. Ein weiteres wesentliches Netzausbauelement ist die Einbindung eines neuen UW in das bestehende Netz. Hinzu kommt der Bau eines zusätzlichen MS-Netzknotens (SH) im Raum Rimpar, der über eine neue MS-Achse an das UW angebunden wird. Durch diese strukturelle Netzoptimierung können zusätzliche Netzerweiterungen reduziert werden. Zusätzlich zum Ausbau der bezugsbedingten Netzkapazität unterstützen diese Maßnahmen auch die Integration dezentraler Einspeisungen und die strukturelle Optimierung des Netzes.

Im südlichen und südöstlichen Versorgungsgebiet sind bis 2030 mehrere Netzverstärkungen vorgesehen, die überwiegend mit Kapazitätserhöhungen verbunden sind. Sie dienen sowohl dem Abbau vorhandener erzeugungsbedingter Engpässe als auch der vorsorglichen Bereitstellung von Kapazitäten für künftig steigende Verbrauchslasten und Einspeisungen. Ergänzend wird das Netz schrittweise umstrukturiert, um die Ortsnetze zu entlasten und die Versorgungssicherheit zu erhöhen. In diesem Zusammenhang entstehen auch neue MS-Netzkonten (SH) zur Netzoptimierung. Die bis 2030 vorgesehene Umstrukturierung im Südosten umfasst auch die Verlagerung eines bestehenden Mittelspannungsknotens an das neue UW.

Im westlichen Versorgungs- und Stadtrandbereich werden bis 2030 gezielte Kabel- und Netzverstärkungen umgesetzt. Mit den daraus folgenden Kapazitätserhöhungen ermöglichen diese Maßnahmen die Aufnahme zusätzlicher Verbrauchslasten, verbessern die Lastverteilung und erhöhen die Integrationsfähigkeit dezentraler Erzeugungsanlagen.

Der Ausbau im östlichen und nordöstlichen Versorgungsbereich umfasst Ersatzneubauten, Netzverstärkungen und gezielte Netzumstrukturierungen. Diese verbessern insbesondere die Schaltmöglichkeiten und die Steuerbarkeit von Leistungsflüssen. Der Ausbaubedarf ergibt sich dort überwiegend aus steigenden Bezugslasten. In der Ausbauplanung werden jedoch teilweise auch zusätzliche Einspeiseleistungen berücksichtigt.

MS-Netz – Teilnetzgebiet 2

Angesichts der überproportional steigenden Bezugsleistungen streben die geplanten Maßnahmen im Wesentlichen einen Ausbau der Transport- bzw. Übertragungsfähigkeit des MS-Netzes an. Im Fokus steht die präventive Vermeidung verbrauchsbedingter Netzengpässe.

Für den Zeitraum 2025-2030 sind dafür Verstärkungen vorhandener Kabelabschnitte auf Speisestrecken erforderlich.

Umspannung (MS/NS) – Teilnetzgebiet 1

Im Teilnetzgebiet 1 wurden auf Grundlage der prognostizierten Lastentwicklungen Maßnahmen zur Verstärkung von Ortsnetztransformatoren vorgesehen. Sofern eine Verstärkung zur Deckung der prognostizierten Leistungsanforderungen nicht ausreicht, wurden zusätzliche Ortsnetzstationen geplant. Insbesondere beim Neubau von Ortsnetzstationen wurden auch die künftigen Lastanforderungen berücksichtigt und im Bedarfsfall größere Ortsnetzstationen vorgesehen. Die Verstärkungs- und Neubaumaßnahmen an Ortsnetzstationen erfolgen bis 2030 überwiegend verbrauchsbedingt.

Umspannung (MS/NS) – Teilnetzgebiet 2

Wie im Teilnetzgebiet 1 wurden auch im Teilnetzgebiet 2 auf Grundlage der prognostizierten Lastentwicklungen Maßnahmen zur Verstärkung von Ortsnetztransformatoren vorgesehen.

NS-Netz – Teilnetzgebiet 1

Im Rahmen des NAP wurden für das Teilnetzgebiet 1 auch die künftigen Anforderungen für das NS-Netz bewertet, die aus den prognostizierten Lastzuwächsen für Verbrauchs- und Erzeugungsanlagen resultieren. Im NS-Netz wirkt sich die örtliche Verteilung der künftigen Kundenbedarfe (Verbrauch und Erzeugung) im Vergleich zu den vorgelagerten Netzebenen noch deutlich sensibler auf die zu planenden NS-Netzstrukturen aus. Aufgrund der damit verbundenen hohen Unsicherheitsgrade musste für den NAP des NS-Netzes ein generalisierter Ansatz gewählt werden. Für beide Teilnetze wurden daher Modellierungen gewählt, mit denen sachgerechte Größenordnungen für die erforderlichen Netzerweiterungen und -verstärkungen bestimmt werden konnten. Zur Ermittlung des Erweiterungsbedarfs wurden zum einen die geplanten Maßnahmen im MS-Netz ausgewertet und die daraus resultierenden Erweiterungsbedarfe berechnet. Zum anderen wurden die Übertragungskapazitäten der bestehenden NS-Leitungen im Verhältnis zu den künftigen flächenbezogenen Leistungsanforderungen analysiert. Daraus wurde der weitere Verstärkungsbedarf abgeleitet. Mithilfe beider Ansätze konnte der insgesamt erforderliche Netzausbaubedarf im NS-Netz systematisch bestimmt werden.

Die Maßnahmen für das NS-Netz wurden ebenfalls in generalisierter Form in Sammelpositionen zusammengefasst. Einzelne konkrete Maßnahmen wurden nicht dargestellt.

NS-Netz – Teilnetzgebiet 2

Im NS-Netz des Teilnetzgebiets 2 stehen insbesondere die prognostizierten Bezugslasten im Vordergrund. Verglichen mit den vorgelagerten Netzebenen hat die örtliche Verteilung künftiger Kundenbedarfe (Verbrauch und Erzeugung) einen noch höheren Einfluss auf die zu planenden NS-Netzstrukturen. Aufgrund der damit verbundenen hohen Unsicherheitsgrade kam auch für den NAP des NS-Netzes im Teilnetzgebiet 2 ein generalisierter Planungsansatz zum Tragen, der sowohl die Anforderungen an die Entwicklung von Erzeugungs- als auch Bezugsanlagen in geeigneter Form berücksichtigt.

Dementsprechend sind die Maßnahmen für das NS-Netz im Teilnetzgebiet 2 ebenfalls in generalisierter Form als Sammelpositionen zusammengefasst.

Netzausbau bis 2045

MS-Netz – Teilnetzgebiet 1

Der Netzausbau im MS-Netz ist im Zeitraum von 2031 bis 2035 stark durch die konzeptionelle Netzeinbindung der beiden neuen UWs geprägt. Der Leistungsbedarf beider neuer UWs ist in diesem Zeitraum noch überwiegend verbrauchsgetrieben. Unter Berücksichtigung der über das Jahr 2035 hinausgehenden Lastentwicklung wurden aus Synergiegründen bereits Leitungstrassen vorgesehen, die den späteren verbrauchsbedingten Netzausbaubedarf vorbereiten.

Im Zuge der MS-seitigen Einbindung des neuen nördlichen UWs sind weitreichende Netzoptimierungs- und -erweiterungsmaßnahmen erforderlich. Dabei entstehen neue MS-Netzgruppen, während bestehende MS-Netzgruppen strukturell angepasst werden. Im Wesentlichen werden hierfür drei weitere MS-Achsen ausgeprägt. Dazu sind umfangreiche Leitungsverlegungen in den Bereichen Grombühl, Versbach, Lengfeld, Ober- und Unterdürrbach sowie in den Gemeinden Estenfeld und Rimpar erforderlich. Teilweise werden hierfür bereits vorhandene Leerrohrtrassen genutzt.

Mit der MS-seitigen Einbindung des neuen UW im westlichen Netzgebiet werden im Wesentlichen drei bestehende MS-Netzgruppen umstrukturiert. Dadurch wird das innerstädtische UW entlastet und die Voraussetzungen für Netzverstärkungen im westlichen Netzbereich geschaffen.

MS-Netz – Teilnetzgebiet 2

Im Zeitraum 2031 bis 2035 ist im Teilnetzgebiet 2 weiterhin die Zunahme der Bezugslasten die dominierende Netzaufgabe. Um die Energieverteilung weiterhin über das MS-Netz sicherstellen zu können, müssen die vorhandenen MS-Netzübergabepunkte gemeinsam mit dem vorgelagerten Netzbetreiber ausgebaut werden. Zusätzlich werden von beiden MS-Netzübergabepunkten jeweils Transportleitungen zu den ermittelten Lastschwerpunkten erforderlich. Unter Berücksichtigung des (n-1)-Kriteriums können damit sehr effizient deutliche Verbesserungen hinsichtlich einer sicheren und nachhaltigen Lastverteilung im MS-Netz erreicht werden. Dementsprechend müssen in den Folgejahren (2036–2045), abhängig von der örtlichen Lastentwicklung, nur noch vereinzelte Kabelabschnitte im MS-Netz verstärkt werden. Insoweit liegt auch der Schwerpunkt der Investitionen für das MS-Netz im Zeitraum 2031–2035. Ab 2035 steigt im Netzgebiet 2 auch der prognostizierte Zubau von Erzeugungsanlagen gegenüber den vorherigen Zeiträumen deutlich an. Mit dem geplanten Netzausbau für den Starklastfall können auch die daraus folgenden steigenden Einspeisemengen nachhaltig über das MS-Netz transportiert werden.

Umspannung (MS/NS) – Teilnetzgebiet 1

Im Teilnetzgebiet 1 wurden auf Grundlage der für den Zeitraum von 2031 bis 2045 prognostizierten Lastentwicklungen Maßnahmen zur Verstärkung und zum Ausbau von Ortsnetztransformatoren vorgesehen. Grundsätzlich wurden beim Neubau von ONS auch die künftigen Lastanforderungen berücksichtigt und im Bedarfsfall größere Ortsnetzstationen mit zusätzlicher Transformatorkapazität vorgesehen. Die Verstärkungs- und Neubaumaßnahmen an ONS erfolgen bis 2045 überwiegend verbrauchsbedingt. Speziell bei Netzausläufern in Verbindung mit einzelnen, großen Erzeugungs- oder Bezugsanalgen kann in Einzelfällen auch ein regelbarer Ortsnetztransformator (RONT) kostenintensive Netzausbaumaßnahmen, aufgrund von Spannungsbandverletzungen, ersetzen.

Umspannung (MS/NS) – Teilnetzgebiet 2

Die Lastprognosen für den Zeitraum 2035 bis 2045 im Teilnetzgebiet 2 erfordern die Verstärkung von Ortsnetztransformatoren sowie den Neubau von ONS. Bei der Planung von Neubauten von ONS wurden jeweils auch die perspektivischen Lastentwicklungen in deren Versorgungsbereichen berücksichtigt und im Bedarfsfall größere ONS mit zusätzlicher Transformatorkapazität vorgesehen. Je nach örtlicher Verteilung künftiger Erzeugungsanlagen kann in Einzelfällen auch ein RONT kostenintensive Netzausbaumaßnahmen ersetzen.

NS-Netz – Teilnetzgebiet 1

Im Rahmen des NAP wurden für das Teilnetzgebiet 1 auch die künftigen Anforderungen an das NS-Netz berücksichtigt. Die Ausbauplanung für das NS-Netz erfolgt im Zeitraum von 2031 bis 2045 nach dem für den Netzausbau bis 2030 beschriebenen Ansatz. Aufgrund der bezugsbedingten Lastanforderungen setzt sich der Netzausbaubedarf bis 2045 unverändert fort. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass ein großer Anteil der bezugsbedingten Leistungsanforderungen im Netz der MFN über das NS-Netz für die Kundschaft bereitgestellt werden muss. Im Starklastfall können insbesondere Kleinbatteriespeicher aufgrund ihrer begrenzten Kapazität keinen für eine sichere Netzauslegung relevanten Entlastungsbeitrag leisten. Die zur Deckung der Bezugslast vorgesehenen Netzausbaumaßnahmen decken in der Regel auch die Anforderungen aus der Einspeisung von Erzeugungsanlagen ab.

NS-Netz – Teilnetzgebiet 2

Aufgrund der geringen Größe des Teilnetzgebiets 2 werden die regionale Verteilung bzw. Konzentration der prognostizierten Netzlasten während des Netztransformationszeitraums 2031 bis 2045 Anforderungen an die Verteilungsaufgaben mit sich bringen, die im Rahmen dieser Maßnahmenermittlung für den Netzausbau nicht genau berücksichtigt werden können. Dementsprechend kommt auch für den Zeitraum ab 2031 im Teilnetzgebiet 2 ein vergleichbarer, generalisierter Planungsansatz wie im Netzgebiet 1 zum Tragen. Dieser weist einen kontinuierlich hohen Bedarf an Verstärkungs- und Erweiterungsmaßnahmen im NS-Netz aus.

Die nachfolgenden Tabellen 5 und 6 fassen die netzdimensionierende Ausbauplanung der Netzebenen Mittel- bis Niederspannung für das Basisszenario der Teilnetzgebiete 1 und 2 zusammen.

Netzdimensionierende Ausbauplanung Mittel- bis Niederspannung			
Zeitraum	**Maßnahme**	**geschätzte Menge**	**erwarteter Ausbaubedarf**
2025 bis 2030 (T+5)	NE 5: MS-Leitungen	130 [km]	61,94 [Mio. Euro]
	NE 6: MS/NS UW	277 [UW]	34,33 [Mio. Euro]
	NE 7: NS-Leitungen	183 [km]	41,68 [Mio. Euro]
2031 bis 2035 (T+10)	NE 5: MS-Leitungen	111 [km]	38,65 [Mio. Euro]
	NE 6: MS/NS UW	136 [UW]	16 [Mio. Euro]
	NE 7: NS-Leitungen	453 [km]	103 [Mio. Euro]
2036 bis 2045 (Zielnetz)	NE 5: MS-Leitungen	104 [km]	29,67 [Mio. Euro]
	NE 6: MS/NS UW	255 [UW]	31,51 [Mio. Euro]
	NE 7: NS-Leitungen	490 [km]	111,49 [Mio. Euro]
Neubau, Ersatz(neubau) mit Erhöhung der Übertragungskapazität, Netzoptimierung und -verstärkung			

Tabelle 5: Mengen und Kosten netzdimensionierender Ausbau MS bis NS – Teilnetz 1, Basisszenario

Netzdimensionierende Ausbauplanung Mittel- bis Niederspannung			
Zeitraum	**Maßnahme**	**geschätzte Menge**	**erwarteter Ausbaubedarf**
2025 bis 2030 (T+5)	NE 5: MS-Leitungen	0,5 [km]	0,20 [Mio. Euro]
	NE 6: MS/NS UW	6 [UW]	0,68 [Mio. Euro]
	NE 7: NS-Leitungen	6 [km]	1,33 [Mio. Euro]
2031 bis 2035 (T+10)	NE 5: MS-Leitungen	1,7 [km]	1,04 [Mio. Euro]
	NE 6: MS/NS UW	3 [UW]	0,44 [Mio. Euro]
	NE 7: NS-Leitungen	14 [km]	3,3 [Mio. Euro]
2036 bis 2045 (Zielnetz)	NE 5: MS-Leitungen	1,2 [km]	0,5 [Mio. Euro]
	NE 6: MS/NS UW	3 [UW]	0,40 [Mio. Euro]
	NE 7: NS-Leitungen	16 [km]	3,57 [Mio. Euro]
Neubau, Ersatz(neubau) mit Erhöhung der Übertragungskapazität, Netzoptimierung und -verstärkung			

Tabelle 6: Mengen und Kosten netzdimensionierender Ausbau MS bis NS – Teilnetz 2, Basisszenario

Ergänzend zu den textlichen Erläuterungen werden mit dem Netzausbauplan (NAP) 2026 maschinell lesbare Daten veröffentlicht. Die veröffentlichten Datensätze dienen der transparenten, standardisierten und weiter verarbeitbaren Bereitstellung der Planungsgrundlagen. Für das MS-Netz sind darin die Maßnahmen bis 2030 dargestellt. Für die Netzebenen Umspannung MS/NS und das NS-Netz werden im Maßnahmenplan bis 2030 Sammelpositionen abgebildet.

Die zusätzliche Darstellung des aggregierten Ausbaubedarfs fasst den Netzausbaubedarf in verdichteter Form für alle Netzebenen zusammen und ermöglicht eine übergreifende Auswertung nach Netzebenen, Betriebsmitteln und Planungszeiträumen. Diese Informationen sind im Internet unter vnbdigital.de abrufbar.

Verzögerungen und Realisierungsrisiken

Die in diesem NAP ermittelten, zeitlich gestaffelten Netzausbaumaßnahmen orientieren sich am prognostizierten Hochlauf der verbrauchs- und erzeugungsbedingten Leistungszunahmen. Darüber hinaus wird ihre Reihenfolge durch netztechnische Anforderungen bestimmt, da die Maßnahmen bei laufendem Betrieb umgesetzt werden müssen. Verzögerungen einzelner Maßnahmen wirken sich daher in der Regel auch zeitlich auf Folgemaßnahmen aus.

In den Netzebenen MS bis NS stellen insbesondere die Menge der Maßnahmen eine logistische Herausforderung dar.

Die für die Umsetzung dieser Pläne notwendige hohe Maßnahmendichte – insbesondere im NS-Netz – stellt in urbanen Gebieten aufgrund der damit verbundenen verkehrsrechtlichen Anforderungen ein Realisierungsrisiko dar. Um diesem Risiko entgegenzuwirken, müssten die Baumaßnahmen spartenübergreifend und in Gebietsclustern koordiniert werden. Dadurch könnten ein zügiger sowie langfristig abgestimmter Gesamtausbau sichergestellt und die Belastungen für Bürgerinnen und Bürger sowie Gewerbetreibende reduziert werden. Dies erfordert von allen Beteiligten die Bereitstellung der notwendigen Ressourcen sowie eine grundlegend veränderte Vorgehensweise bei der mittelfristigen und langfristig stabilen Abstimmung von Maßnahmen. Für einen solchen Netzausbau sind ausreichend qualifiziertes Fachpersonal, zügige Genehmigungsverfahren und pragmatische Umsetzungslösungen entscheidende Erfolgsfaktoren. Bereits heute führt der Netzausbau bei allen Netzbetreibern zu erheblichen Engpässen bei Dienstleistungsunternehmen, insbesondere im Tiefbau und bei Montageleistungen, sowie zu sehr langen Lieferzeiten für wichtige Betriebsmittel, Baugruppen und Materialien.

Die damit verbundenen Verzögerungen werden sich bei einer weiteren Zunahme der Maßnahmendichte entsprechend dem Ausbaubedarf aller Netzbetreiber weiter verschärfen.

Darüber hinaus werden sich auch die Grundstücksbedarfe für ONS im öffentlichen Raum bzw. im Bereich der öffentlichen Verkehrsflächen als eine kritische Einflussgröße für den Stromnetzausbaus entwickeln.

Notwendige Energieeffizienz- und Nachfragesteuerungsmaßnahmen

Um die großen Netzausbaubedarfe zu bewältigen, die neben den immensen Kosten auch zeitlich äußerst anspruchsvoll sind, hat die Planungsregion Bayern in ihrem Effizienzszenario Maßnahmenpakete für die Spannungsebenen MS und NS entwickelt. Diese sollen zu einem effizienteren und schnelleren Netzausbau beitragen. Im Wesentlichen sollen damit Einspeisung und Bezug nachhaltig gesteuert werden, ohne die gesetzlichen Klimaziele infrage zu stellen. Jeder VNB wendet diese Maßnahmen netzbezogen und zielgerichtet an. Nachfolgend werden die für das MS- und NS-Netz der MFN relevanten Maßnahmen getrennt nach Erzeugung, Bezug und Speichern vereinfacht dargestellt.

- Erzeugung:
  - Steigerung des Eigenbedarfs bei PV-Dachanlagen
- Bezug:
  - Gezieltes dynamisches Dimmen von Flexibilitäten (z.B. Heimladen, oder bei Wärmepumpen) als dauerhaftes Netzsteuerungssystem – ohne nachhaltige Komforteinbußen für Kunden
  - FCA insbesondere zur Einschränkung der (n-1)-Absicherung in Engpasssituationen (z.B. bei öffentlichen Ladeeinrichtungen)
  - Leicht veränderter Energiemix bei dezentraler Wärmeerzeugung

- Speicher:
  - FCA insbesondere zur Einschränkung während Engpasssituationen (Bezug und Einspeisung (z.B. Graustrom- und Co-Location-Großbatteriespeicher)

Mit den vorliegenden Lastprofilen konnte die Wirkung dieser Maßnahmen auch für die MS- und NS-Netze gut abgebildet werden. Dies führte zu deutlichen Veränderungen der betrachteten Lastfälle. Aufgrund der Dominanz der Starklastfälle spielen Maßnahmen für Erzeugungsanlagen auf diesen Netzebenen eine untergeordnete Rolle. In den nachfolgenden Grafiken werden die Ergebnisse gegenübergestellt.

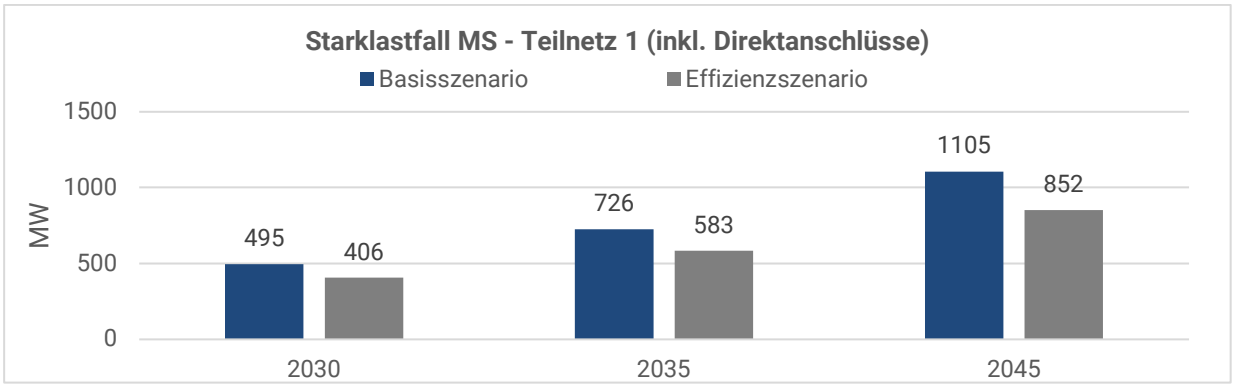


Abbildung 12: Entwicklung Starklastfall MS – Teilnetz 1 (inkl. Direktanschlüsse), Effizienzszenario

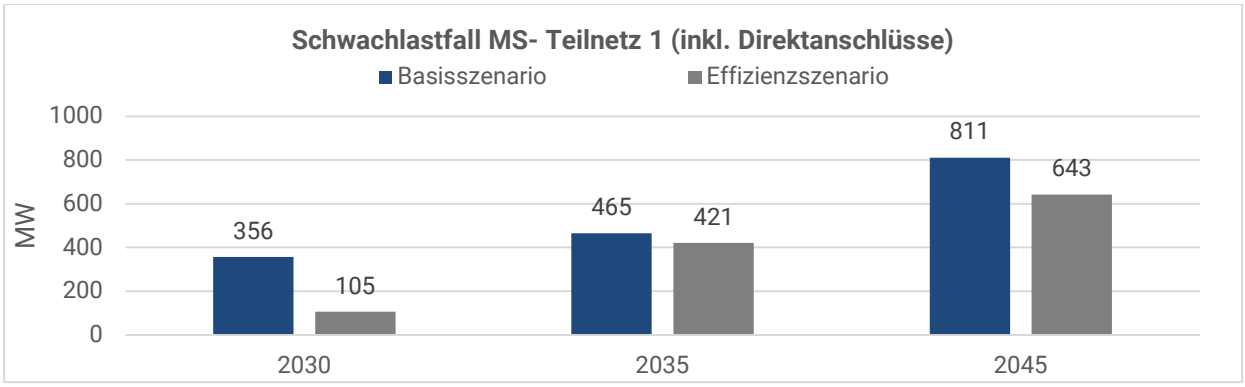


Abbildung 13: Entwicklung Schwachlastfall MS – Teilnetz 1, (inkl. Direktanschlüsse), Effizienzszenario

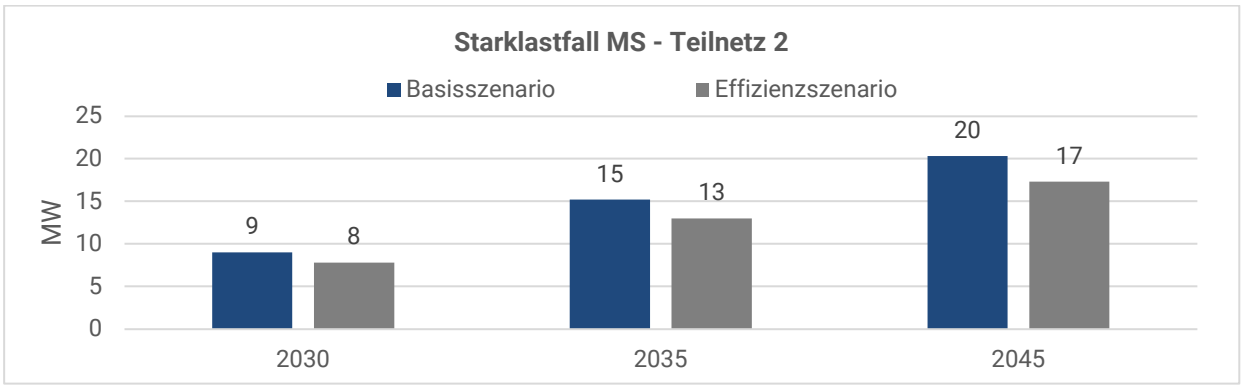


Abbildung 14: Entwicklung Starklastfall MS – Teilnetz 2, Effizienzszenario

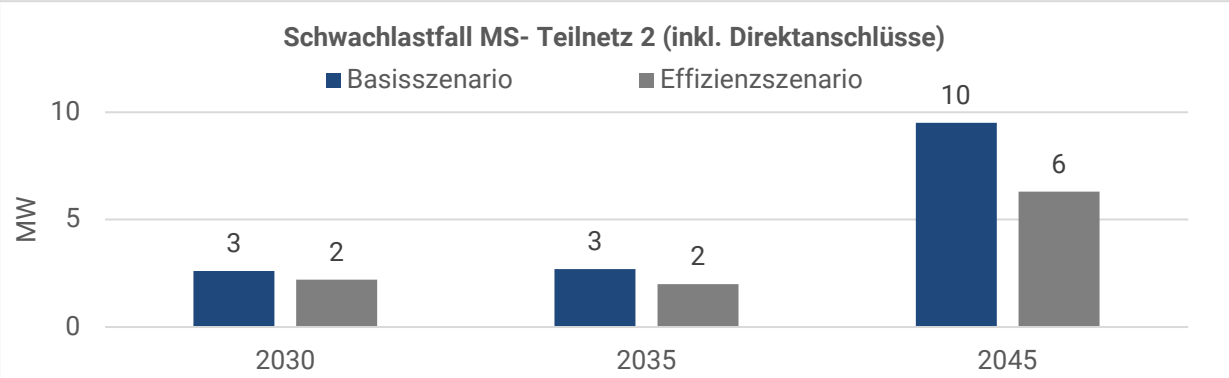


Abbildung 15: Entwicklung Schwachlastfall MS – Teilnetz 2, Effizienzszenario

Die Unterschiede in den Lastfällen sind in den Netzebenen Mittelspannung und Niederspannung etwas geringer, zeigen jedoch auch, dass die Netzkapazitäten durch eine flexible Nachfrage- und Struktursteuerung dauerhaft besser ausgenutzt werden können.

Die nachfolgenden Tabellen 7 sowie Tabelle 8 stellen die netzdimensionierende Ausbauplanung der Netzebenen MS bis NS für das Effizienzszenario für die Teilnetzgebiete 1 und 2 zusammen.

Netzdimensionierende Ausbauplanung Mittel- bis Niederspannung			
Zeitraum	**Maßnahme**	**geschätzte Menge**	**erwarteter Ausbaubedarf**
2025 bis 2030 (T+5)	NE 5: MS-Leitungen	129 [km]	53,18 [Mio. Euro]
	NE 6: MS/NS UW	278 [UW]	26,4 [Mio. Euro]
	NE 7: NS-Leitungen	111 [km]	25,2 [Mio. Euro]
2031 bis 2035 (T+10)	NE 5: MS-Leitungen	82 [km]	28,2 [Mio. Euro]
	NE 6: MS/NS UW	169 [UW]	19,6 [Mio. Euro]
	NE 7: NS-Leitungen	391 [km]	89 [Mio. Euro]
2036 bis 2045 (Zielnetz)	NE 5: MS-Leitungen	79 [km]	23,0 [Mio. Euro]
	NE 6: MS/NS UW	247 [UW]	30,2 [Mio. Euro]
	NE 7: NS-Leitungen	451[km]	102,6 [Mio. Euro]
Neubau, Ersatz(neubau) mit Erhöhung der Übertragungskapazität, Netzoptimierung und -verstärkung			

Tabelle 7: Mengen und Kosten netzdimensionierender Ausbau MS bis NS –Teilnetz 1, Effizienzszenario

Netzdimensionierende Ausbauplanung Mittel- bis Niederspannung			
Zeitraum	**Maßnahme**	**geschätzte Menge**	**erwarteter Ausbaubedarf**
2025 bis 2030 (T+5)	NE 5: MS-Leitungen	- [km]	- [Mio. Euro]
	NE 6: MS/NS UW	7 [UW]	0,42 [Mio. Euro]
	NE 7: NS-Leitungen	4 [km]	0,8 [Mio. Euro]
2031 bis 2035 (T+10)	NE 5: MS-Leitungen	1,7 [km]	1,04 [Mio. Euro]
	NE 6: MS/NS UW	5 [UW]	0,67 [Mio. Euro]
	NE 7: NS-Leitungen	13 [km]	2,85 [Mio. Euro]
2036 bis 2045 (Zielnetz)	NE 5: MS-Leitungen	0,4 [km]	0,18 [Mio. Euro]
	NE 6: MS/NS UW	4 [UW]	0,54 [Mio. Euro]
	NE 7: NS-Leitungen	14 [km]	3,3 [Mio. Euro]
Neubau, Ersatz(neubau) mit Erhöhung der Übertragungskapazität, Netzoptimierung und -verstärkung			

Tabelle 8: Mengen und Kosten netzdimensionierender Ausbau MS bis NS – Teilnetz 2, Effizienzszenario

Auch in den Netzebenen MS und NS ist es möglich, den Netzausbaubedarf und dessen Kosten positiv zu beeinflussen. Zudem können damit auch die Umsetzungsrisiken deutlich reduziert werden. Allerdings bedingen - insbesondere im NS-Netz - die im Effizienzszenario angewendeten Maßnahmen vor allem für den Netzbezug einen veränderten Ordnungsrahmen.

4. Nicht netzdimensionierender Ausbaubedarf

Der nicht netzdimensionierende Netzausbau umfasst Maßnahmen an bereits bestehenden Systemen, bei denen Kabel oder Anlagen lediglich 1:1 erneuert werden. Die Motivation für die Erneuerung liegt dabei nicht in einer Erhöhung der spezifischen Übertragungsfähigkeit, sondern im Austausch des Betriebsmittels aufgrund des Erreichens seiner technischen Nutzungsdauer. Der nicht netzdimensionierende Netzausbau sichert dadurch die erforderliche Netzverfügbarkeit.

Im Zeitraum bis 2035 überwiegt im NS- und MS-Kabelnetz der dimensionierende Netzausbau und deckt damit auch Teile des nicht netzdimensionierenden Netzausbaus ab. Im Rahmen des Netzausbaus werden auch ältere Kabelsysteme verstärkt, die innerhalb dieses Betrachtungszeitraums die Grenzen ihrer technischen Nutzungsdauer erreichen würden. Somit beschränkt sich der nicht netzdimensionierende Netzausbau im NS- und MS-Kabelnetz auf wenige Leitungsabschnitte.

Ähnlich verhält es sich beim nicht netzdimensionierenden Netzausbau der Ortsnetztransformatoren. Da im Gegensatz zu Kabeln bei Verstärkungsmaßnahmen im Rahmen des dimensionierenden Netzausbaus auch gebrauchte Transformatoren zum Einsatz kommen, ist der Anteil der 1:1-Erneuerungen im Verhältnis höher als bei Kabeln. Dadurch konzentriert sich der nicht netzdimensionierende Netzausbau bis 2035 auf:

- MS-Schaltanlagen in ONS, UW und Schalthäusern,
- die Erneuerung von Sekundärtechnikanlagen,
- den 1:1-Ersatz von Nullpunktbildnern und E-Spulen sowie
- den vollständigen Ersatzneubau von ONS.

Im Zeitraum zwischen 2036 und 2045 entsteht auch bei NS- und MS-Kabeln ein steigender Bedarf an nicht netzdimensionierendem Netzausbau. Dies liegt daran, dass auch Leitungen mit großen Querschnitten in diesem Zeitfenster die Grenzen ihrer technischen Nutzungsdauer erreichen werden und trotz des weiterhin erforderlichen dimensionierenden Netzausbaus technisch nicht mehr sinnvoll verstärkt werden können. Dementsprechend wird bei NS- und MS-Kabeln im Rahmen des netzdimensionierenden Netzausbaus in diesem Zeitraum zunehmend der Leitungsneubau dominieren.

Der nicht netzdimensionierende Netzausbau von

- MS-Schaltanlagen in ONS, UW und Schalthäusern,
- Sekundärtechnikanlagen,
- Nullpunktbildnern und E-Spulen,
- Ortsnetztransformatoren sowie
- ONS durch vollständigen Ersatzneubau

nimmt aufgrund der jeweiligen Altersstrukturen gegenüber dem vorherigen Zeitraum bis 2035 zu. Der Schwerpunkt verlagert sich jedoch auf die nicht dimensionierenden Erneuerungen im Kabelnetz.

In der nachfolgenden Tabelle sind die groben Kosten des nicht netzdimensionierenden Netzausbaus für das Basisszenario nach den jeweiligen Stützjahren aufgeführt.

Nicht netzdimensionierende Ausbauplanung	
Zeitraum	**erwarteter Ausbaubedarf**
2025 bis 2030 (T+5)	7,8 [Mio. Euro]
2031 bis 2035 (T+10)	20,4 [Mio. Euro]
2036 bis 2045 (Zielnetz)	69,5 [Mio. Euro]
Reiner Ersatz / Rückbau / Altlastentsorgung	

Tabelle 9: Mengen und Kosten nicht-netzdimensionierender Ausbau – Basisszenario

5. Bedarf an Systemdienstleistungen und Flexibilitätsdienstleistungen

Im Rahmen des NAP wurde auch der künftige Blindleistungsbedarf bis 2045 simuliert und analysiert. In diesem Zusammenhang muss aber darauf hingewiesen werden, dass eine solche statische Analyse im Rahmen einer Zielnetzplanung ohne die genaue Betrachtung bzw. Auswertung situativer Leistungscharakteristiken (Zeitreihen) nur eine näherungsweise Bestimmung der Blindleistungsbedarfe zulässt. Vor diesem Hintergrund wurde der weitere Fokus auf Netzbetriebspunkte gelegt, bei denen die vorhandenen Erzeugungsanlagen aufgrund fehlender Einspeisung nicht oder nur bedingt zur Deckung des Blindleistungsbedarfs herangezogen werden können. In Tabelle 10 sind die Blindleistungsbedarfe als Summenwerte in Bezug auf die Netzverknüpfungspunkte zum vorgelagerten Netzbetreiber für die jeweiligen Stützjahre ausgewiesen. Die dargestellten Blindleistungswerte weisen dabei den Nettobedarf aus. D.h. in dieser Tabelle ist der über den zulässigen Blindleistungsaustausch zwischen den Netzbetreibern (VDE-AR-N 4141-2) hinausgehende zusätzliche Blindleistungsbedarf dargestellt. Die so ermittelten zusätzlichen Blindleistungsbedarfe ergeben in Summe einen induktiven Blindleistungsbedarf (spannungssenkend).

	2030	2035	2045
Spannungssenkender Blindleistungsbedarf [Mvar]	19,4	8,4	0

Tabelle 10: Zusätzlicher Blindleistungsbedarf - Teilnetz 1

Die Analysen weisen somit für das Teilnetz 1 einen geringen, über die Zeit volatilen zusätzlichen Blindleistungsbedarf aus. Dieser wird im Rahmen eines Blindleistungsmanagements durch eine Kombination aus vorhandenen Blindleistungskompensationsanlagen im Netz und einer marktlichen Beschaffung gedeckt. Die Blindleistungsbedarfe werden im Laufe des Stromnetzausbaus mit den verschiedenen Netzausbauständen in Verbindung mit den unterschiedlichen Erzeugungs- und Bezugsentwicklungen starken Veränderungen unterliegen. Diese meist zeitlich beschränkten und regional unterschiedlich ausgeprägten Bedarfe werden einerseits über Erzeugungsanlagen, vor allem aber durch eine marktliche Beschaffung gedeckt werden müssen. Diese Bedarfe lassen sich aber erst im Rahmen einer detaillierten Planung der jeweiligen Ausbauschritte konkret bestimmen.

Für das Teilnetz 2 wurde kein relevanter zusätzlicher Blindleistungsbedarf ermittelt.

Seitens MFN wurden über das Effizienzszenario Flexibilitätsoptionen bewertet, die kostensenkende Wirkungen hinsichtlich des Netzausbaus entfalten. Ein Teil der darin enthaltenen Maßnahmen wäre ggf. über flexible Netzanschlussvereinbarungen (FCA) realisierbar. Auf dieser Grundlage werden aktuell Konzepte erstellt, die anschließend in entsprechende FCA überführt werden, um darüber eine für den Netzausbau auslegungsrelevante Wirkung zu entwickeln.

6. Spitzenkappung nach § 11 Absatz 2 EnWG

Beschreibung von Einsatz und Umfang

Im Basisszenario kommt die Spitzenkappung nicht mehr zum Einsatz. Der Grund dafür liegt in den enorm hohen administrativen und operativen Anforderungen zur Umsetzung dieses Systems. In Verbindung mit den Lastprognosen, die eindeutig den Starklastfall als netzauslegungsrelevant ausweisen, bringt die Spitzenkappung keine Vorteile mehr.

Im Effizienzszenario hingegen wurde die Spitzenkappung bei der Berechnung der netzwirksamen Leistungen berücksichtigt. In diesem Szenario hätte die Anwendung der Spitzenkappung allerdings auch nur einen sehr geringen Einfluss auf die Netzdimensionierung, da auch hier der Starklastfall auslegungsrelevant ist.

Trotz dieser Erkenntnisse im Rahmen der Netzausbauplanung wird seitens der MFN beim weiteren Netzausbau geprüft, ob die Spitzenkappung im Einzelfall den Netzausbau reduzieren kann.

7. Stellungnahmen

Vom 31.10.2026 bis zum 30.11.2026 besteht auf www.vnbdigital.de die Möglichkeit, eine Stellungnahme zum vorliegenden Netzausbauplan einzureichen.

Wir behalten uns das Recht vor, sachfremde oder unangemessene Stellungnahmen nicht zu veröffentlichen.

Danksagung

Die MFN möchte sich bei allen Vertretern der Verteilnetzbetreiber aus der PR Bayern für die sehr konstruktive und angenehme Zusammenarbeit, im Rahmen des Regionalszenarios und darüber hinaus, bedanken.

Anlagen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Teilnetzgebiete 3
Abbildung 2: Netzkarte HS sowie UW HS/MS (t+10) 5
Abbildung 3: Netzkarte MS (t+5) 6
Abbildung 4: Entwicklung Starklastfall HS - Teilnetzgebiet 1, Basisszenario 30
Abbildung 5: Entwicklung Schwachlastfall HS - Teilnetzgebiet 1, Basisszenario 30
Abbildung 6: Entwicklung Starklastfall HS - Teilnetzgebiet 1, Effizienzszenario 34
Abbildung 7: Entwicklung Schwachlastfall HS - Teilnetzgebiet 1, Effizienzszenario 34
Abbildung 8: Entwicklung Starklastfall MS – Teilnetz 1 (inkl. Direktanschlüsse), Basisszenario 37
Abbildung 9: Entwicklung Schwachlastfall MS – Teilnetz 1 (inkl. Direktanschlüsse), Basisszenario 37
Abbildung 10: Entwicklung Starklastfall MS – Teilnetz 2, Basisszenario 37
Abbildung 11: Entwicklung Schwachlastfall MS – Teilnetz 2, Basisszenario 37
Abbildung 12: Entwicklung Starklastfall MS – Teilnetz 1 (inkl. Direktanschlüsse), Effizienzszenario 43
Abbildung 13: Entwicklung Schwachlastfall MS – Teilnetz 1, (inkl. Direktanschlüsse), Effizienzszenario 43
Abbildung 14: Entwicklung Starklastfall MS – Teilnetz 2, Effizienzszenario 43
Abbildung 15: Entwicklung Schwachlastfall MS – Teilnetz 2, Effizienzszenario 44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Installierten Leistungen Regionalszenario 2025 - Netzgebiet MFN (Summen Teilnetzgebiet 1 und 2) 12
Tabelle 2: Installierten Leistungen aktuelle Versorgungsaufgabe MFN (Summe der Teilnetzgebiete 1 und 2) ... 18
Tabelle 3: Mengen und Kosten netzdimensionierender Ausbau HS - Basisszenario 32
Tabelle 4: Mengen und Kosten netzdimensionierender Ausbau HS – Effizienzszenario 35
Tabelle 5: Mengen und Kosten netzdimensionierender Ausbau MS bis NS – Teilnetz 1, Basisszenario 41
Tabelle 6: Mengen und Kosten netzdimensionierender Ausbau MS bis NS – Teilnetz 2, Basisszenario 41
Tabelle 7: Mengen und Kosten netzdimensionierender Ausbau MS bis NS –Teilnetz 1, Effizienzszenario 44
Tabelle 8: Mengen und Kosten netzdimensionierender Ausbau MS bis NS – Teilnetz 2, Effizienzszenario 45
Tabelle 9: Mengen und Kosten nicht-netzdimensionierender Ausbau – Basisszenario 46
Tabelle 10: Zusätzlicher Blindleistungsbedarf - Teilnetz 1 47

Bildnachweise

Bildnachweis Titelseite: Peter Schuhmann, Würzburg

Anlagenverzeichnis

Die Anlagen sind aufgrund des Umfangs und dem Aspekt der Maschinenlesbarkeit als separate Dokumente auf vnbdigital hochgeladen und stehen zum Download bereit.

- Anhang 1: Maßnahmenplan (Netzausbauplan_Maßnahmen_702_2026_Entwurf)
- Anhang 2: Datenblatt VNBdigital (NAP_kompakt_702_2026_Entwurf)