



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Roadmap Systemstabilität der Bundesregierung

24. Juli 2025

Smart Grids-Gespräche: Das Licht bleibt an.
Systemsicherheit, Cybersecurity und KRITIS-
Komponenten für eine resiliente Energieversorgung



Inhalt

- Hintergrund/Motivation
- Roadmap Systemstabilität
- Weiteres Vorgehen



Bedeutung Systemstabilität steigt

Stromausfall in Spanien

So fangen Katastrophenfilme an

Eine Kolumne von Alexander Osang

Blackout in Spanien und Portugal

Fünf fatale Sekunden

Innerhalb weniger Augenblicke brach am Montag das Stromnetz in Spanien zusammen. Dank viertelstündengenaue Statistiken lässt sich nach dem Blackout abtief. Nun gibt es erste Erklärungsansätze

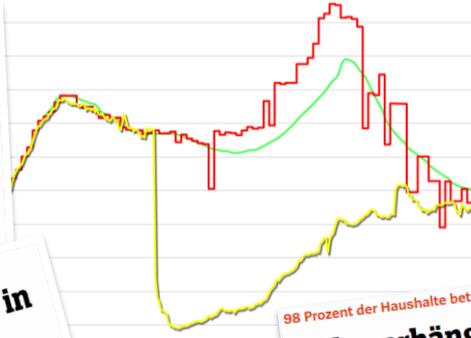
Von Benedikt Müller-Arnold und ...
30.04.2025, 08:21 Uhr

Sicherungssysteme im Stromnetz

Bundesnetzagentur hält Stromausfall wie in Spanien für »sehr unwahrscheinlich«

Wäre so ein enormer Stromausfall wie in Spanien und Portugal auch hierzulande möglich? Klaus Müller von der Bundesnetzagentur erklärt, wie gut Deutschland auf einen solchen Fall vorbereitet ist.

29.04.2025, 08:35 Uhr



Rio de Janeiro, São Paulo und weitere Regionen

Großflächiger Stromausfall in Brasilien – offenbar fast alle Bundesstaaten betroffen

In Brasilien müssen wohl Millionen Menschen gerade ohne Elektrizität auskommen. Der Netzbetreiber teilt mit, man arbeite an einer Lösung.

15.08.2023, 15:07 Uhr

98 Prozent der Haushalte betroffen

Chile verhängt Ausgangssperre wegen landesweiten Stromausfalls

In Chile sind am Dienstagabend die Lichter ausgegangen. Ein Stromausfall erstreckt sich fast über das gesamte Land. Ein Experte spricht von einem atypischen Vorfall.

26.02.2025, 09:56 Uhr

Europas größter Airport

Antiterrorereinheit ermittelt wegen Stromausfalls am Flughafen London Heathrow

Bis Mitternacht bleibt einer der wichtigsten Flughäfen der Welt geschlossen. Die Antiterrorereinheit ermittelt in einem Umspannwerk. Die Polizei hat eine Spezialeinheit ein.

Verbindung zu Spanien und Portugal?

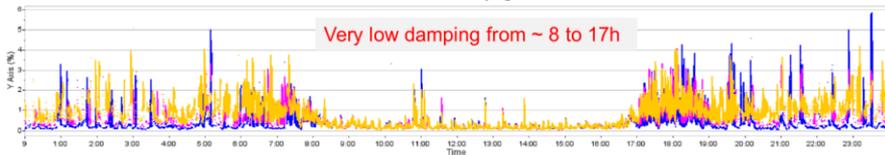
Medien rätseln über Störungen im britischen Stromnetz, Betreiber beschwichtigt

Am Morgen des großen Blackouts von Spanien und Portugal gab es im britischen Stromnetz starke Schwankungen. Netzbetreiber Neso verneint jeglichen Zusammenhang. Es habe auch keinen Stromausfall gegeben.

30.04.2025, 16:33 Uhr

Oscillations Damping

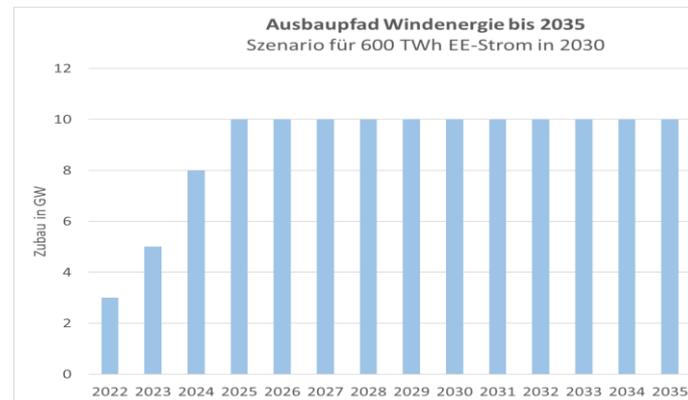
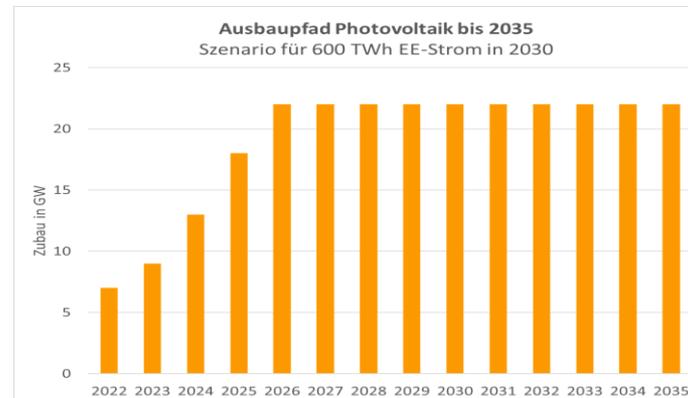
Very low damping from ~ 8 to 17h



Zubau EE + neue Verbraucher

- **EE-Ausbauziele 2030: 360 GW**
PV: 215 GW, Wind: 115 GW (Land), min. 30 GW (See)
→ **20 GW** EE-Zubau in 2024 nur in DE
- **Zusätzliche Verbraucher bis 2030**
 - 15 Mio. Elektro-Pkw, 1 Mio. öffentl. Ladepunkte
 - 6 Mio. Wärmepumpen
 - 10 GW Elektrolyse-Anlagen
- **Batteriespeicher:**
 - ÜNB: 650 Anschlussanfragen für 226 GW (Ende 2024)

→ Anlagen müssen „richtige“ Eigenschaften haben für zukünftiges Stromsystem

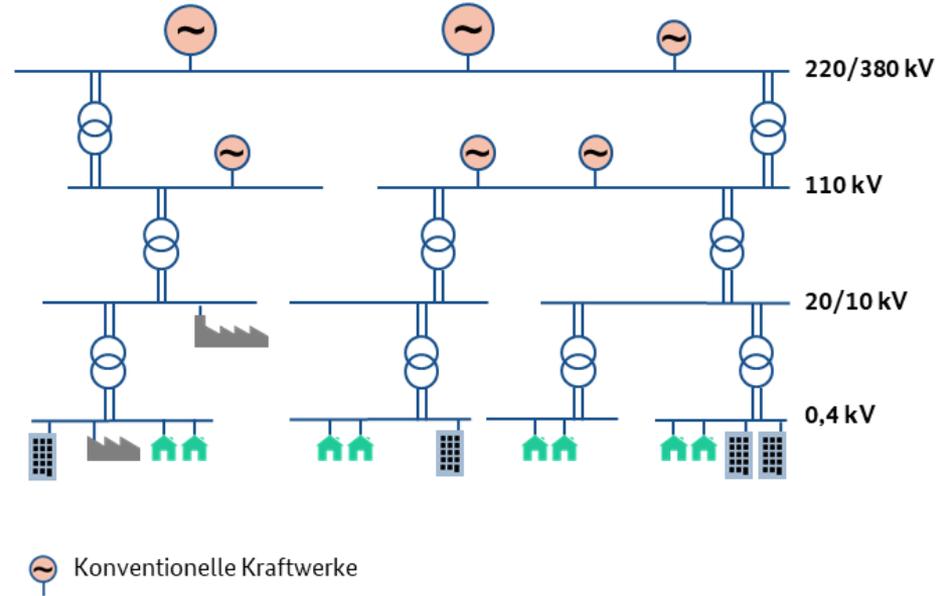


Stromsystem der Vergangenheit

wenige große konventionelle Kraftwerke auf **oberen Spannungsebenen** erbringen SDL und stabilisieren System

verbrauchsorientierte Erzeugung, inflexible Lasten

quasi **keine Vernetzung** / **Digitalisierung**



Stromsystem der Zukunft

sehr viele Anlagen (mehrere Mio.),
v.a. im Verteilnetz

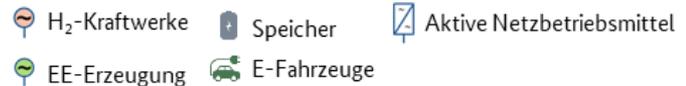
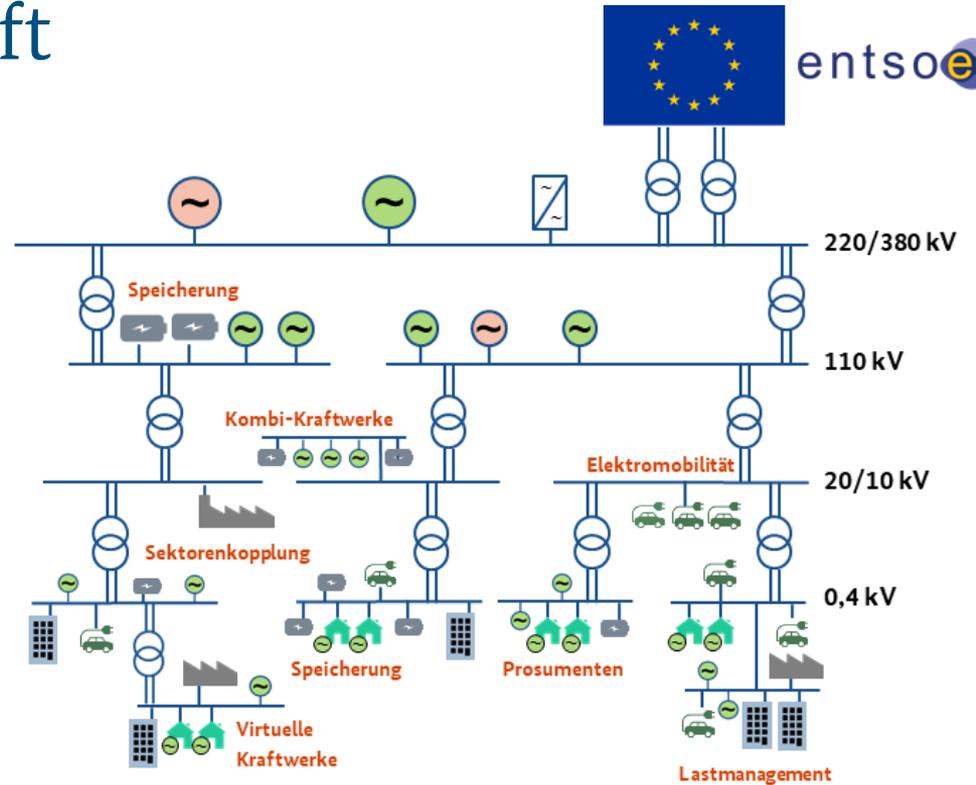
bidirektionale Stromflüsse und SDL

Digitalisierung / Vernetzung

flexible Erzeugung und **Verbrauch**

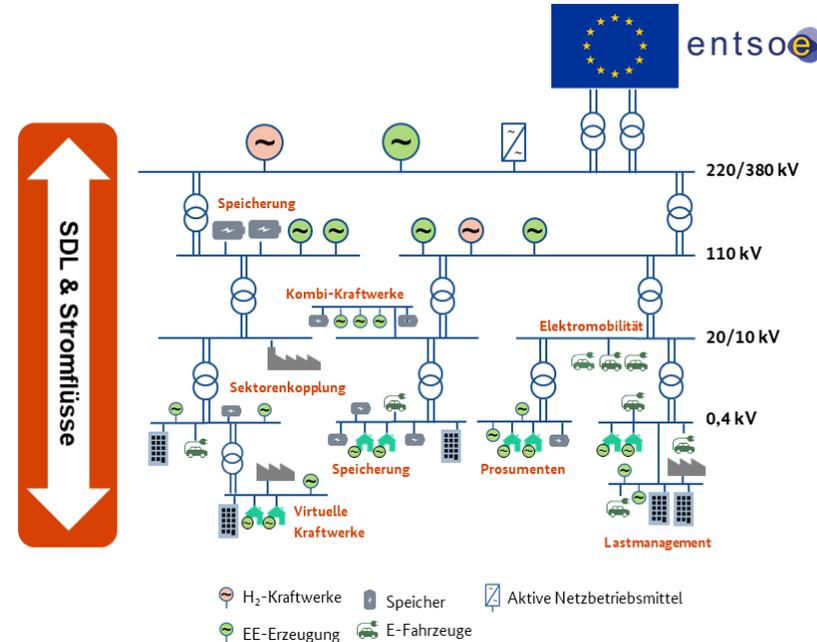
zunehmender **europ. Stromhandel**

„**elektrotechnischer Wandel**“:
vom SG zur Leistungselektronik

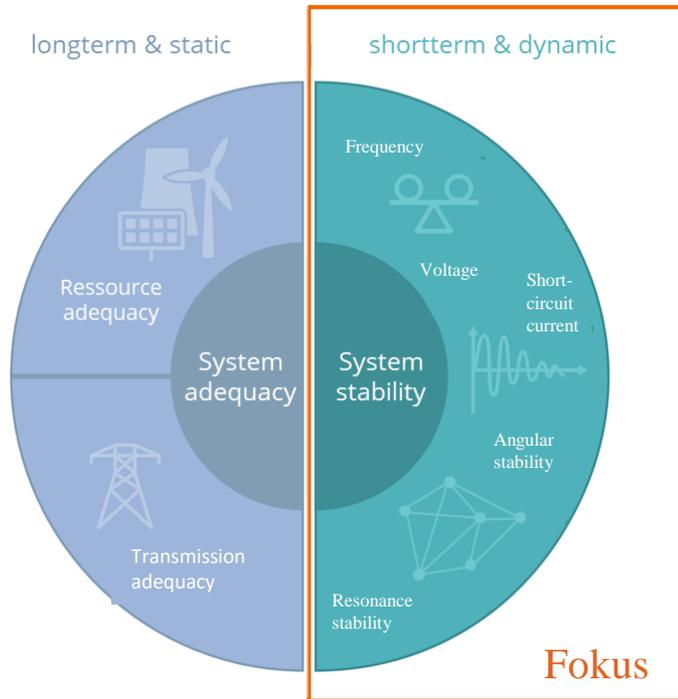


Fazit Handlungsbedarf

- Fundamentaler und sehr schneller Wandel
- Zukünftiger Systembetrieb braucht neue Regeln
- massiver Zeitdruck
- vom Ziel her denken
- alle Anlagen müssen Beitrag leisten / stabilitätskonform werden
- massentauglich
- gemeinsam



Einordnung Systemstabilität

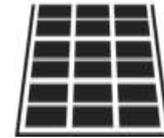


Systemstabilität = Systemsicherheit
≠ marktliche Versorgungssicherheit

- **sicherer und robuster Netzbetrieb**
mit 100% EE, unabhängig von
Zusammensetzung des Kraftwerksparks
- „**Betriebssystem**“ der Stromversorgung

Ziele/Inhalt Roadmap Systemstabilität

- **Übergeordnetes Ziel: sicherer und robuster Systembetrieb bei 100% EE**
- **Roadmap: Fahrplan wie wir das erreichen**



WAS?

Herausforderungen/ Handlungsbedarf identifizieren



WER?

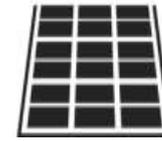
Verantwortlichkeiten und Prozesse benennen



WANN?

Zeitschiene, auch Basis für Umsetzung/Monitoring

Roadmap Systemstabilität



- **Übergeordnetes Ziel: sicherer und robuster Systembetrieb bei 100% EE**



WAS?

7 Themenfelder



WER?



51 Prozesse



WANN?

→ Koordinierung und Monitoring notwendig



Roadmap Systemstabilität



Roadmap Systemstabilität

Fahrplan zur Erreichung eines sicheren und robusten Betriebs des zukünftigen Stromversorgungssystems mit 100 % erneuerbaren Energien

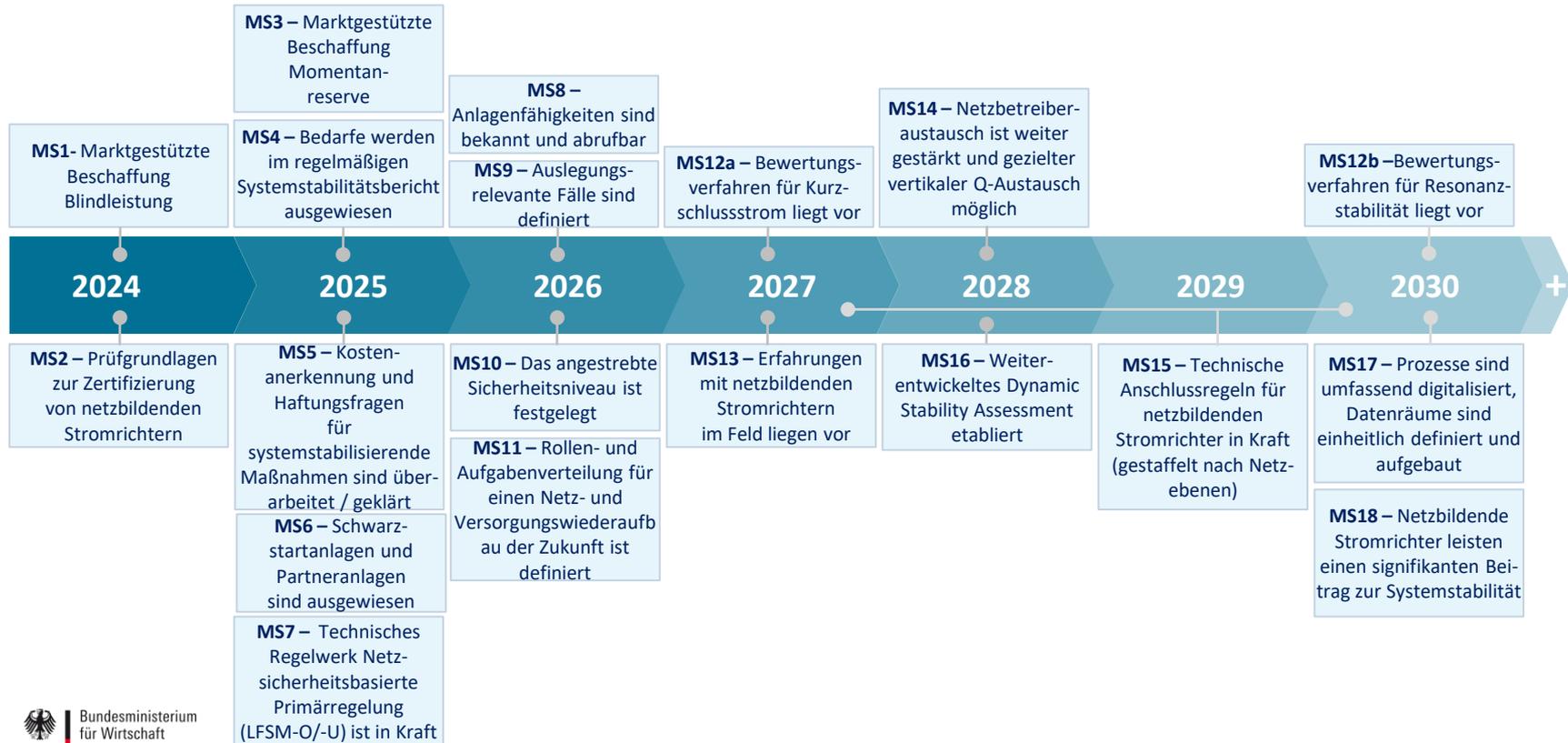


7 Themenfelder

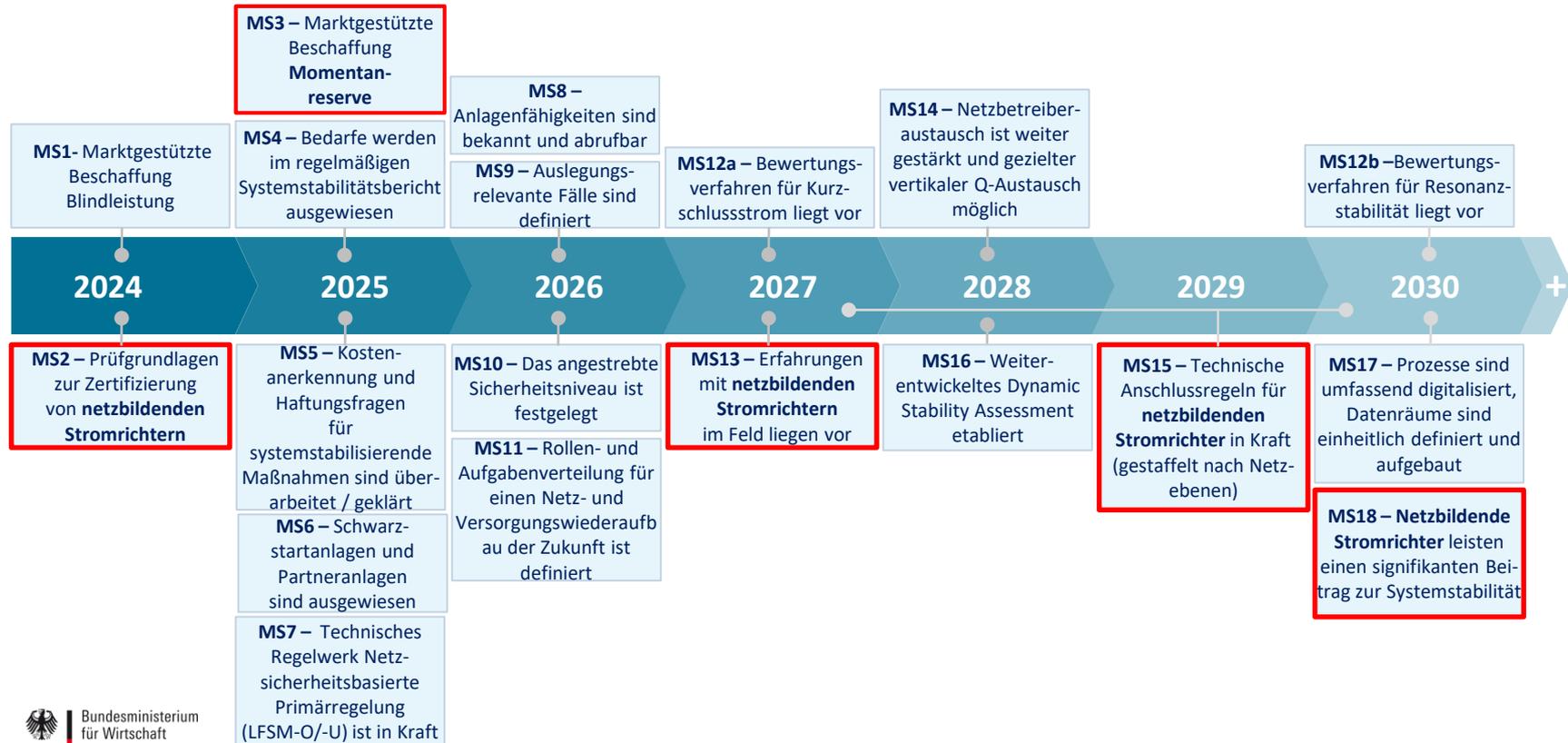
- Frequenz
- Spannung
- Resonanzstabilität
- Kurzschlussstrom
- Winkelstabilität
- Betriebsführung
- Netz-/Versorgungswiederaufbau

51 Prozesse

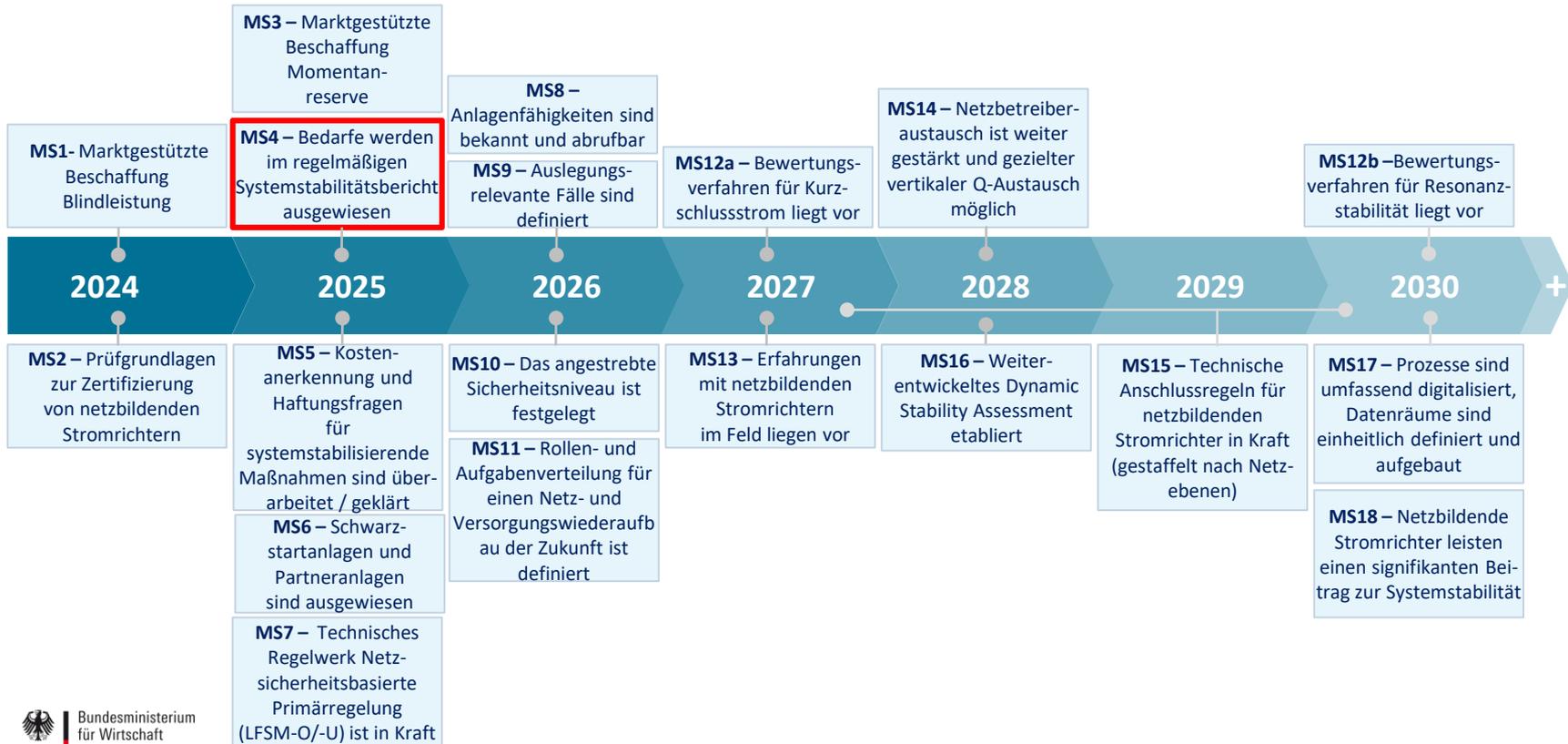
Zentrale Meilensteine der Roadmap Systemstabilität



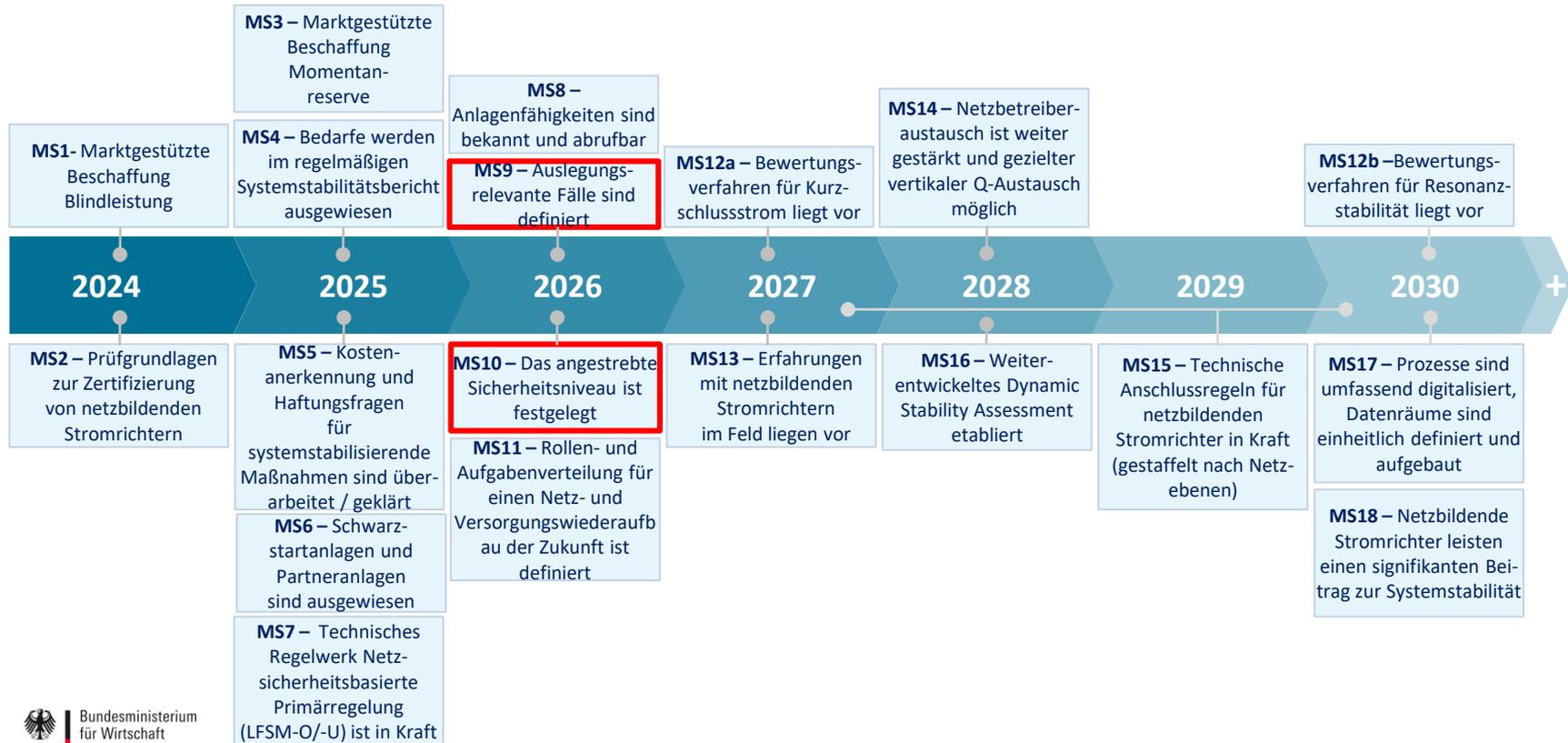
Zentrale Meilensteine der Roadmap Systemstabilität



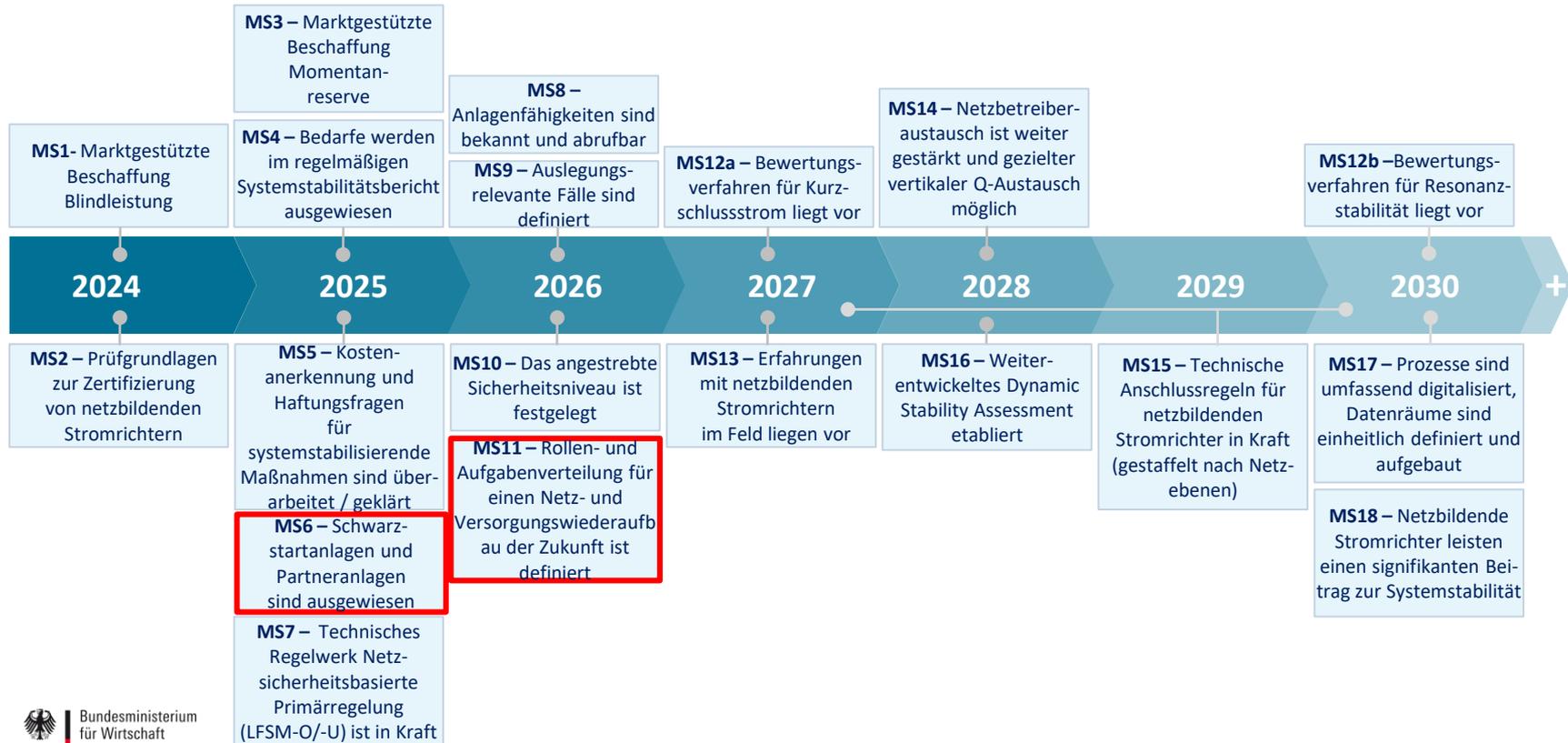
Zentrale Meilensteine der Roadmap Systemstabilität



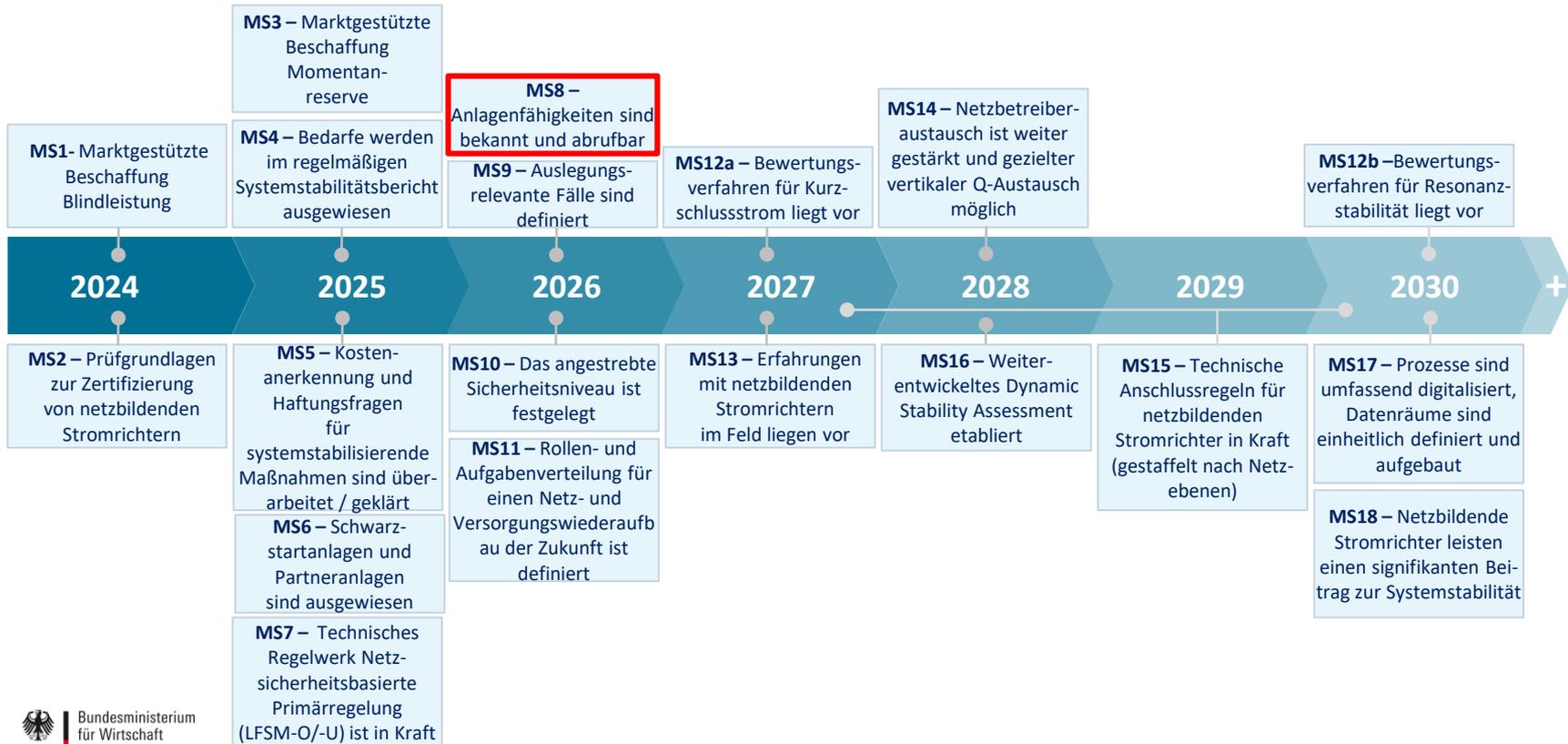
Zentrale Meilensteine der Roadmap Systemstabilität



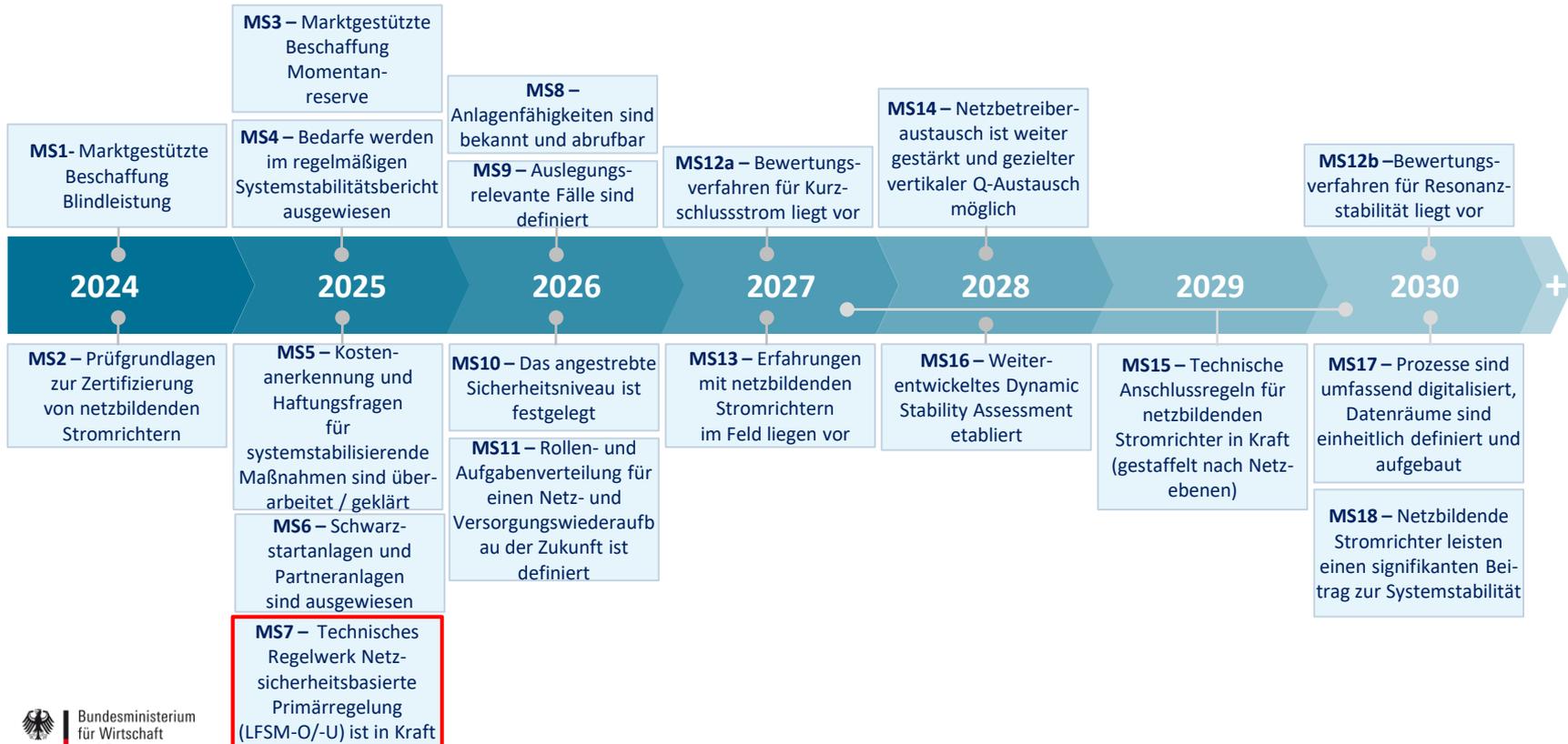
Zentrale Meilensteine der Roadmap Systemstabilität



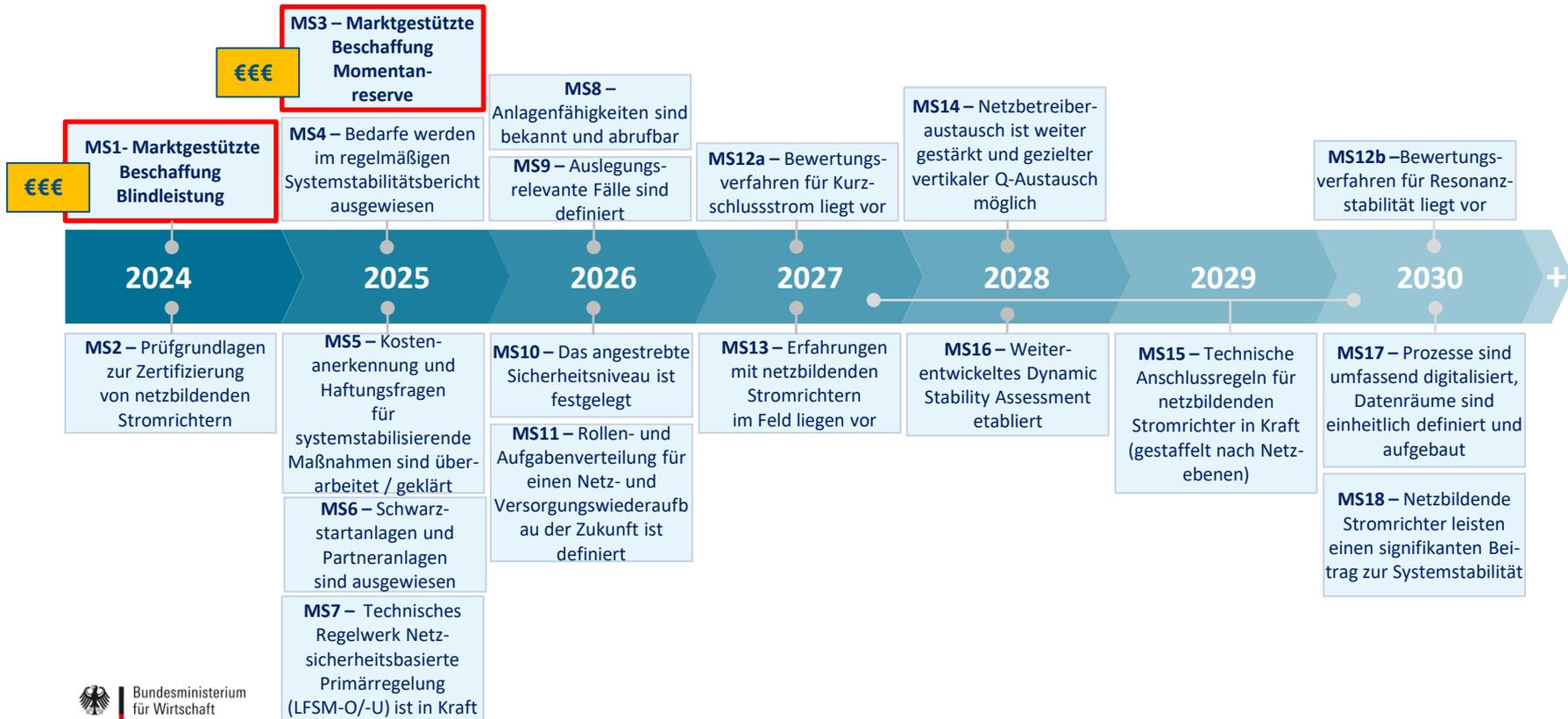
Zentrale Meilensteine der Roadmap Systemstabilität



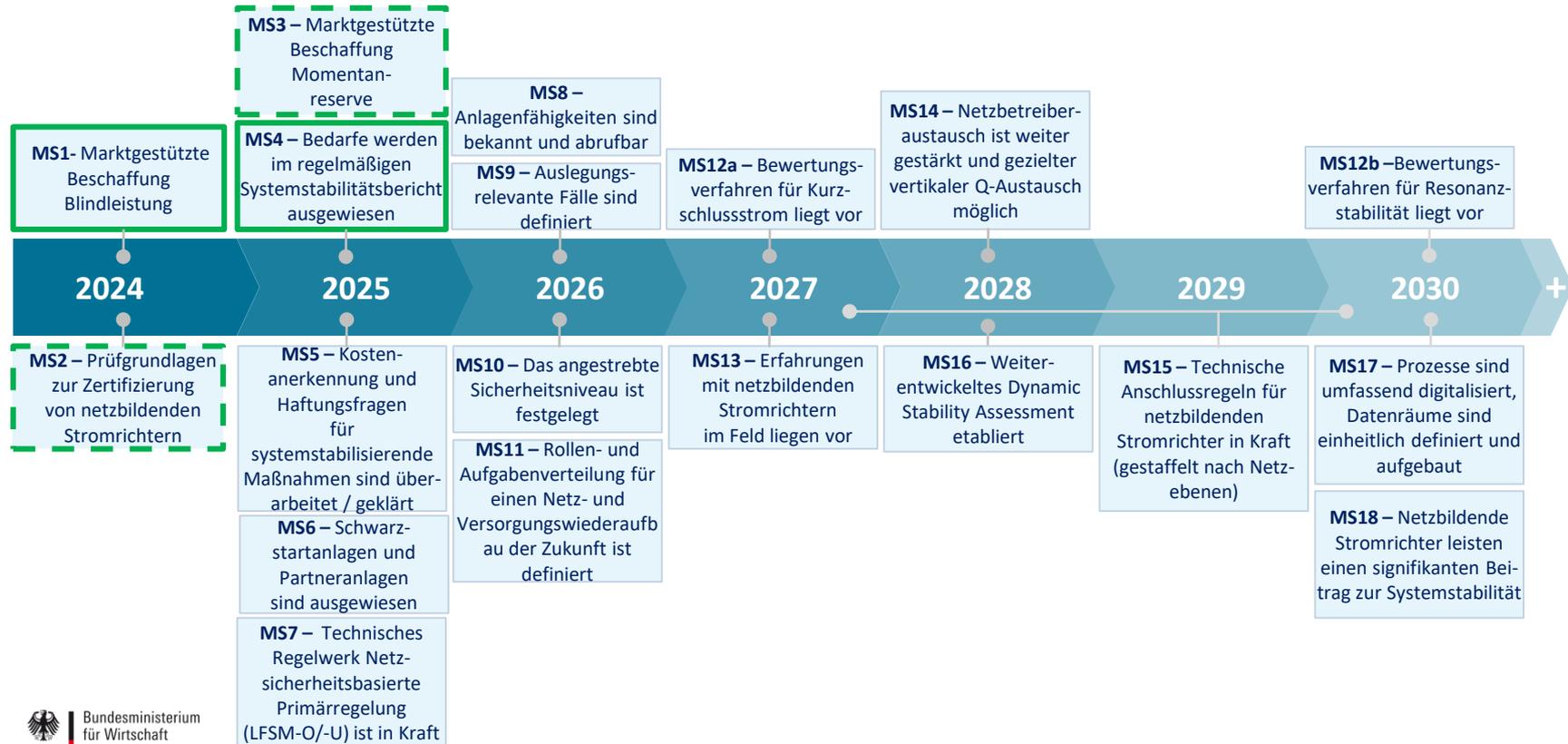
Zentrale Meilensteine der Roadmap Systemstabilität



Zentrale Meilensteine der Roadmap Systemstabilität



Zentrale Meilensteine der Roadmap Systemstabilität



Aktueller Stand, weiteres Vorgehen

- Roadmap Systemstabilität mit Branche erarbeitet
- Beschluss Bundesregierung und Veröffentlichung: 6. Dezember 2023:
www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/roadmap-systemstabilitaet.html (auch englische Version)

- **Umsetzung Prozesse** (alle Akteure), **Monitoring** (BNetzA/BMWK), **nachjustieren**
- **Forum Systemstabilität** (Start 19.04.2024), zentrales Begleitgremium
- **Konferenzen** (1. Konferenz 18.04.2024, nächste 2026 geplant)
- **Begleitforschungsprojekt** „SysStab2030“
- **Workshops** zur Unterstützung von Prozessen / zu einzelnen Themen
- **Erweiterung: „Zusammenspiel Marktprozesse und Netzbetrieb“**

→ **Roadmap-Prozess: strategische
und koordinierende Funktion**



Zusammenspiel Netzbetrieb/Marktprozesse

zentrale **Aufgaben des Netzbetriebs:**

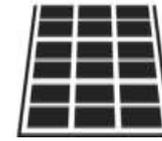
- Ermöglichung der **Stromversorgung**
- **Umsetzung der Marktprozesse** auf physikalischer Ebene



Sind Netzbetrieb und Marktprozesse nicht ausreichend aufeinander abgestimmt, kann das die Systemstabilität gefährden – und ohne Systemstabilität ist marktliches Handeln nicht möglich.

>> Erkenntnis aus der Arbeit in der Roadmap Systemstabilität:
Zusammenspiel muss noch umfangreicher untersucht werden

Erweiterung Roadmap Systemstabilität



- Übergeordnetes Ziel: sicherer und robuster Systembetrieb bei 100% EE



WAS?

x Themenfelder



WER?



y Prozesse



WANN?



→ Koordinierung und Monitoring notwendig



Fazit

- **Energiewende ist fundamentaler Wandel** für Stromnetze
- **Systemstabilität ist essenziell für Stromsystem**
- Systemänderungen kommen auf alle zu → **alle müssen Beitrag leisten**
- **Vom Ziel her denken und System im Blick**
- **Roadmap Systemstabilität** und Umsetzungsprozesse geben **Rahmen/Struktur**
- Zusammenspiel von **Netzbetrieb und Marktprozessen** noch stärker im Fokus
→ **Erweiterung** der Roadmap Systemstabilität

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

M.Sc. Alexander Folz
Regierungsdirektor
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Referat IIIC4 – Systemsicherheit –
Scharnhorststraße 34-37, 10115 Berlin
E-Mail: Alexander.Folz@bmwe.bund.de





Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



Anhang

Zielbild Roadmap Systemstabilität



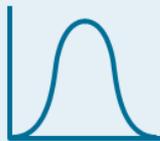
Erneuerbare und Stromrichter

Wind- und Solarenergie sind zukünftig die tragenden Säulen der Stromerzeugung.



Netz- und Versorgungswiederaufbau

Der Wiederaufbau erfolgt unter Einbezug einer hohen Anzahl dezentraler Erzeugungsanlagen, Speicher und Verbraucher im Verteilnetz.



Leistungsschwankungen

Schwankungen der Leistung, bspw. aufgrund überregionaler Leistungstransite und extremer Schwankungen der Umweltbedingungen, werden beherrscht.



Leistungstransite

Die Stabilität des Systems ist auch beim Ausfall von größeren überregionalen Leistungstransiten und möglicher System-Splits gewährleistet.



Sektorenkopplung, Digitalisierung & Flexibilität

Die Potenziale der Digitalisierung werden aktiv durch eine sichere IKT-Anbindung genutzt.



Cyber-physische Resilienz

Der Systembetrieb ist resilient gegenüber Störungen der IKT-Infrastruktur und der primärtechnischen Hardware.



Verlagerung und Dezentralisierung

Die Systemstabilität wird maßgeblich von den Eigenschaften der Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen im Verteilnetz mitbestimmt.

N-1

Optimierung und Höherauslastung der Netze

Die Stromnetze werden optimiert ausgelastet bei Beibehaltung des (n-1)-Prinzips.

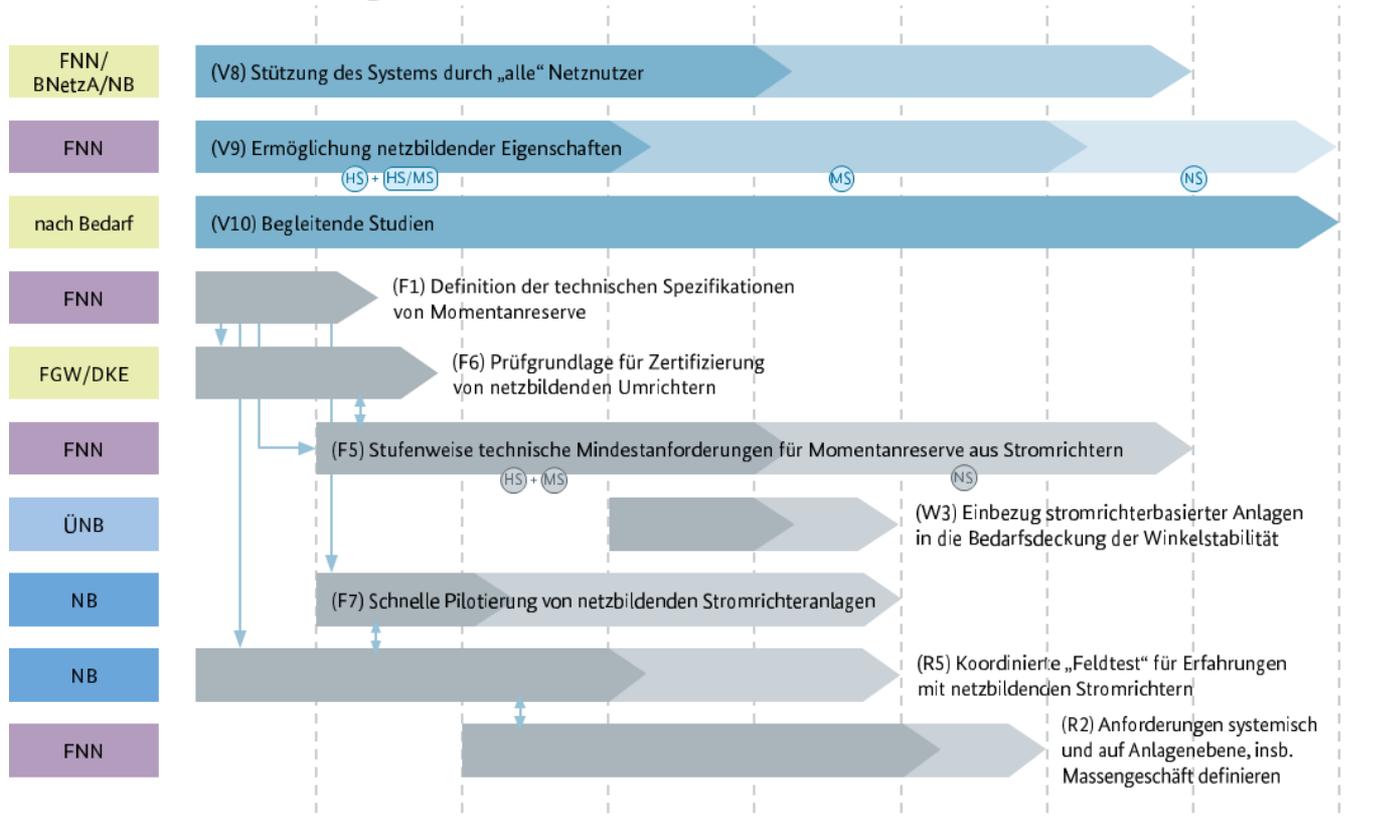
Allgemeine Lösungsansätze: 3-Säulen-Modell

Grundsätzlich 3 Arten der Bereitstellung von Systemdienstleistungen:

1. **technische Anforderungen** (verpflichtend, EU-NCs + TAR)
2. **marktgestützte Beschaffung** (vergütet, freiwillig, BNetzA, ÜNB, VNB)
3. **Netzbetriebsmittel** (ÜNB, VNB)

→ Bedarfe (zeitlich und Menge) bei einzelnen Themen so groß, dass **alle Optionen genutzt und alle Spannungsebenen eingebunden werden müssen**

Prozesse Handlungsfeld „Netzbildende Stromrichter“



sofort/läuft 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2035+

