



Handlungsempfehlung für die Energiewende:

Strategien zur Beschleunigung und Skalierung
des deutschen Übertragungsnetzausbaus



Handlungsempfehlung für die Energiewende:

Strategien zur Beschleunigung und Skalierung
des deutschen Übertragungsnetzausbaus

Teil der Masterthesis

Strategische Gestaltung
Sommersemester 2025

Studierende

Ayleen Bock
Evripidis Lalissidis

Betreuung

Prof. Dr. Susanne Schade
Prof. Gabriele Niki Reichert

H f G

Hochschule für Gestaltung
Schwäbisch Gmünd

Hinweis zur Formulierung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit das generische Maskulinum verwendet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform beinhaltet keine Wertung.

Abkürzungen

Augmented Reality (AR)
Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG)
Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Bundesagentur für Infrastrukturgenehmigung (BIG)
Building Information Modeling (BIM)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Bundesministerium des Innern (BMI)
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE)
Bundesnetzagentur (BNetzA)
Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI)
Deutsche Energie-Agentur (DENA)
Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)
Fauna-Flora-Habitat (FFH)
Geoinformationssystem (GIS)
Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)
Industrie- und Handelskammern (IHK)
Künstliche Intelligenz (KI)
Large Language Model (LLM)
Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz (NABEG)
Netzentwicklungsplan (NEP)
Raumverträglichkeitsstudie (RVS)
Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB)
Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)
Verteilnetzbetreiber (VNB)

Inhaltsverzeichnis

01 Einleitung

1.1	Ausgangslage: Klimaziele 2045 und Rolle des Netzausbaus	9
1.2	Zielsetzung der Handlungsempfehlung	10
1.3	Methodisches Vorgehen und Rahmenbedingungen	13

02 Analyse der bestehenden Herausforderungen

2.1	Bürokratische Hürden und Genehmigungsverfahren	16
2.2	Technische Engpässe und Fachkräftemangel	18
2.3	Gesellschaftliche Akzeptanz und Protestkultur	20
2.4	Umwelt- Naturschutzauflagen	22
2.5	Koordinationsprobleme und föderale Fragmentierung	24
2.6	Digitale Defizite in Planung und Kommunikation	26
2.7	Redispatchkosten und fehlender Speicher	28
2.8	Flächensicherungsproblematik	30
2.9	Cybersecurity in kritischer Infrastruktur	32

03 Zielbild

3.1	Fazit der Herausforderungen	35
3.2	Vision eines beschleunigten, resilienten und akzeptierten Netzausbaus	36
3.3	Zielkriterien: Geschwindigkeit, Transparenz, Wirtschaftlichkeit, Akzeptanz	37
3.4	Zeiträume	41
3.5	Rolle von Design und Strategie im Systemumbau	41

04 Lösungsvorschläge

4.1	Governance und Struktur	44
4.2	Ökonomie und Ressourceneffizienz	58
4.3	Stakeholderpartizipation und Akzeptanz	68
4.4	Digitalisierung und Automatisierung	76
4.5	Keine genaue Zuordnung	94

05 System Map

5.1	Aktueller Stand	99
5.2	Schnellstmöglich 0 bis 2 Jahre	108
5.3	Mittelfristig 3 bis 5 Jahre	116
5.4	Langfristig ab 10 Jahre	124
5.5	Weite Zukunft bis 2045	130

06 Fazit

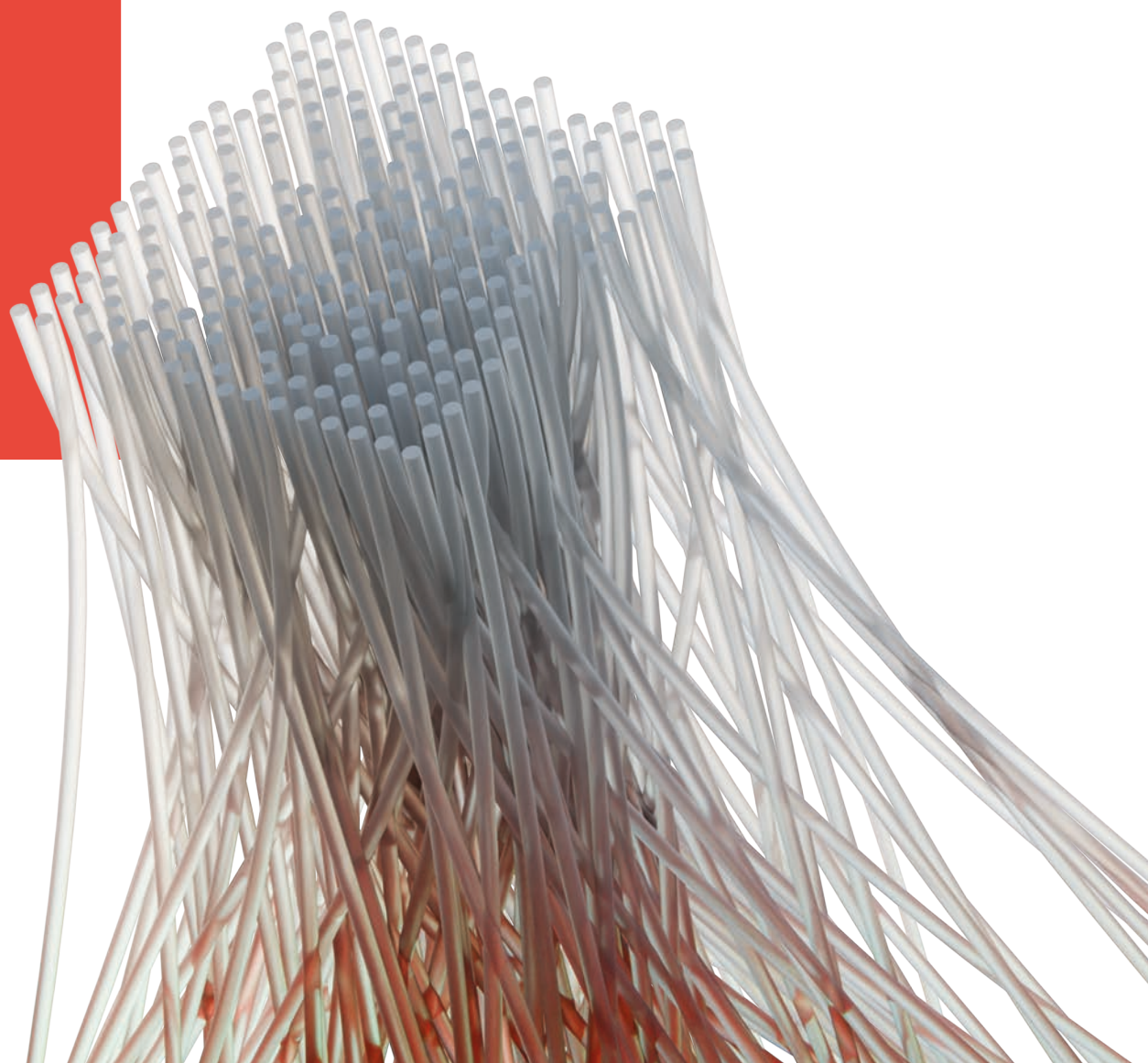
6.1	Fazit	137
-----	-------	-----

07 Anhang

7.1	Bewertete Lösungen	139
7.2	Literaturverzeichnis	142
7.3	Abbildungsverzeichnis	146

Einleitung

01



1.1 Ausgangslage: Klimaziele 2045 und Rolle des Netzausbaus

Deutschland hat sich mit dem Klimaschutzgesetz verpflichtet, bis 2045 klimaneutral zu werden (vgl. Umweltbundesamt 2025). Dieses Ziel verlangt eine nahezu vollständige Dekarbonisierung des Stromsystems und eine starke Verschiebung hin zu erneuerbaren Energien. Bis 2030 soll der Anteil von Wind-, Solar- und anderen CO₂-freien Quellen am Bruttostromverbrauch mindestens 80 % erreichen (vgl. Bundesregierung 2023). Gleichzeitig wird die Elektrifizierung in Verkehr und Wärme den Strombedarf deutlich steigen lassen, was die Anforderungen an die Netzinfrastruktur erhöht (vgl. BMW 2025a).

Die Bundesnetzagentur (BNetzA) weist derzeit einen Bedarf von rund 16 800 km neuen beziehungsweise optimierten Höchstspannungsleitungen aus (vgl. BNetzA o.J.-a). Damit Stromerzeugungsspitzen aus dem windreichen Norden in die industriestarken Regionen des Südens transportiert werden können (vgl. Deutscher Bundestag 2024). Anfang 2025 waren jedoch erst 3.747 km vollständig genehmigt und 3.234 km fertig ausgebaut (vgl. BNetzA o.J.-a).

Verzögerungen bei Projekten wie SuedLink zeigen, dass überlange Genehmigungsprozesse und lokaler Widerstand den ursprünglichen Zeitplan um Jahre verschoben haben (vgl. Tagesschau 2023).

Nach Abschaltung der letzten Kernkraftwerke 2023 und dem fortschreitenden Kohleausstieg verschärft sich das Nord-Süd-Ungleichgewicht weiter. Ohne zusätzliche Übertragungskapazitäten müssen Windparks abgeregelt und konventionelle Kraftwerke im Süden hochgefahren werden (vgl. Bundesnetzagentur 2023, S. 7). Diese Redispatchmaßnahmen verursachen jährlich Milliardenkosten. So entstanden im Jahr 2023 Gesamtkosten in Höhe von 3,1 Milliarden Euro (vgl. Smard 2024).

Eine Metastudie des Öko-Instituts zeigt, dass auch bei einer stärkeren dezentralen Stromerzeugung ein Ausbau des Übertragungsnetzes, wie im Netzentwicklungsplan (NEP) 2030 vorgesehen, weiterhin notwendig bleibt. Zwar kann Dezentralität den Netzausbaubedarf verringern, doch aufgrund regionaler Unterschiede zwischen Erzeugung und Verbrauch sind überregionale Leitungen weiterhin unverzichtbar (vgl. Matthes/Flachsbarth/Vogel 2018 S.78–81).

1.2 Zielsetzung der Handlungsempfehlung

Diese Handlungsempfehlung zeigt auf, welche strukturellen, organisatorischen und regulatorischen Änderungen erforderlich sind, um den Übertragungsnetzausbau bis 2045 effizient, zukunftsfähig und wirtschaftlich tragfähig zu gestalten. Adressaten sind die vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber sowie politische Entscheidungsträger auf Bundes- und Landesebene. Die Empfehlungen dienen als strategische Roadmap, die innovative Hebel, von digitalen Tools über Governance-Reformen bis hin zu regulatorischen Anpassungen, bündelt und priorisiert.

Zentrale Zielsetzungen

- Entwicklung umsetzbarer Lösungen mit kurzfristigen Prozessoptimierungen und langfristigen Systemumbauten.
- Nutzung regulatorischer Hebel, digitaler Technologien und organisatorischer Reformen zur Beschleunigung von Planung und Genehmigung.
- Systemisches Verständnis der Multistakeholder-Landschaft und ihrer Wechselwirkungen.
- Stärkung gesellschaftlicher Akzeptanz durch neue Beteiligungsformate, Transparenz und Aufklärung.
- Senkung von Zeit- und Kostenaufwand durch datengetriebene Prozesse und Automatisierung.

Question Zero

Wie müssen bestehende Strukturen und Prozesse im deutschen Netzausbau grundlegend umgestaltet werden, damit der erforderliche Übertragungsnetzausbau bis 2045 effizient, kostengünstig und zukunftsfähig realisiert werden kann und zugleich Klimaneutralität, industrieller Fortschritt und gesellschaftlicher Wohlstand gesichert bleiben?

1.3 Methodisches Vorgehen und Rahmenbedingungen

1. Recherche- und Analysephase

Die Arbeit begann mit einer breit angelegten Recherche, in der sämtliche regulatorische, technische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen systematisch erfasst wurden. Dazu gehörten aktuelle Veröffentlichungen der Bundesnetzagentur und des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE), die maßgeblichen Gesetze – das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG), das Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) und das Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG). Die zusammengestellte Auswertung dieser Quellen lieferte ein belastbares Bild der Herausforderungen und Handlungsräume im Übertragungsnetzausbau.

2. Qualitative Erhebung

Halbstrukturierte Experteninterviews mit Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern (ÜNB und VNB), Energieberater und Verwaltungsbehörden und vertieften das Literaturbild. Die Gespräche wurden transkribiert, codiert und inhaltlich ausgewertet, sodass zentrale Pain Points und Praxislösungen verdichtet vorlagen.

3. Strategische Konzeptentwicklung

Auf Grundlage der Erkenntnisse kamen Methoden des strategischen Gestaltens zum Einsatz: Stakeholder- und System-Mapping, die Walt-Disney- und Why-How-What-Methode. So entstanden 49 Lösungsansätze, geclustert in folgende Bereiche.

Governance und Struktur

Reform von Genehmigungsstrukturen
ÜNB Vorhaben Main HUB

Ökonomie und Ressourceneffizienz

Synergieanalysen
Rechnungstools
Kostenoptimierung

Stakeholderpartizipation und Akzeptanz

Bürgerbeteiligungsanpassung
Aufklärungsarbeit

Digitalisierung und Automatisierung

KI-Automatisierung
Digital Twin
Fachkräftetools

Keine genaue Zuordnung

4. Validierung und Plausibilitätsprüfung

Die 49 Lösungsansätze wurden zunächst in vier zeitliche Kategorien eingeteilt: kurzfristig, mittelfristig, langfristig und als Zukunftsvision. Im Anschluss wurden alle Lösungen gemeinsam mit einem Experten der Deutschen Energie-Agentur (DENA) überprüft und bewertet.

Danach erfolgte die Integration der Ansätze in eine eigens entwickelte System Map, welche den vollständigen Ablauf und die relevanten Prozessschritte des Übertragungsnetzausbaus abbildet. Die finale Bewertung jeder Lösung erfolgte mithilfe einer Bewertungsmatrix, wobei die Kriterien Effizienz, Wirtschaftlichkeit, Akzeptanz sowie eine abschließende Effektivitätsrechnung herangezogen wurden.

5. Rahmenbedingungen

Die Handlungsempfehlung entstand im Sommersemester 2025 im Masterstudiengang Strategische Gestaltung an der Hochschule für Gestaltung Schwäbisch Gmünd. Adressaten sind die vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber, Verteilnetzbetreiber sowie Entscheiderinnen und Entscheider in Bundes- und Landespolitik.

Analyse der bestehenden Herausforderungen

02

Der Ausbau des deutschen Übertragungsnetzes scheitert weniger an fehlenden Konzepten als an einem komplexen Bündel struktureller Hürden. In diesem Kapitel werden die zentralen Problemfelder, von langwierigen Genehmigungsverfahren über technische Engpässe und Fachkräftemangel bis hin zu Akzeptanz- und Kostenthemen systematisch untersucht. Die Analyse legt offen, wie diese Faktoren ineinandergreifen, wo die größten Verzögerungen entstehen und welche Wechselwirkungen zwischen Politik, Wirtschaft und Gesellschaft bestehen. Auf dieser Grundlage können anschließend passgenaue Handlungsempfehlungen entwickelt werden.



Abb. 2: Freileitungstrasse am Berg

2.1 Bürokratische Hürden und Genehmigungsverfahren

Der Ausbau des Übertragungsnetzes durchläuft in Deutschland komplexe Planungs- und Genehmigungsverfahren (vgl. BMW 2025, S. 4–5). Von der Bedarfsfeststellung bis zur Inbetriebnahme können Vorhaben immer noch über zehn Jahre dauern. Laut Bundesministerium für Wirtschaft und Energie beträgt die durchschnittliche Realisierungsdauer für Hochspannungs-Gleichstrom Übertragungstechnik (HGÜ-Leitungen), die bereits 2013 in das BBPIG aufgenommen wurden, rund 14 Jahre. Auch bei neuen Vorhaben wie dem NordOstLink und dem Rhein-Main-Link werden nach aktuellem Planungsstand Zeiträume von über zehn Jahren prognostiziert. (vgl. BMW 2025, S. 20–21)

Die Hürden lassen sich drei Themenfeldern zuordnen.

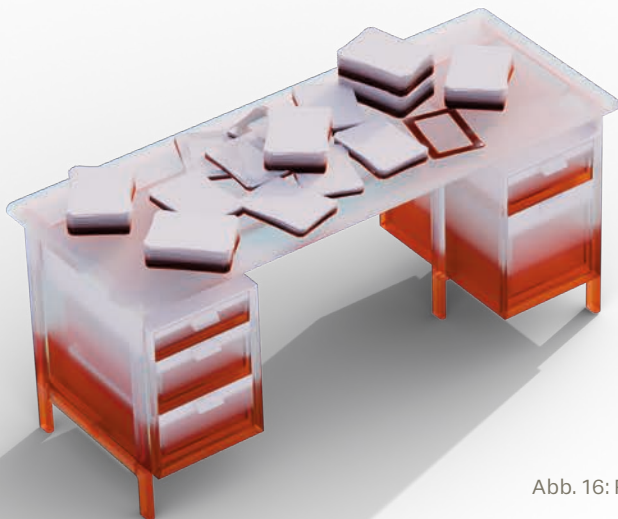


Abb. 16: Rendering 10

1. Mehrstufige Verfahren ohne durchgängige Synchronisation

Um den Trassenverlauf zu bestimmen legt die Bundesfachplanung oder auch das Raumordnungsverfahren (bei Strecken innerhalb eines Bundeslandes) zunächst einen bis zu 1000 m breiten Korridor fest. Bei der nachgelagerten Planfeststellung wird die endgültige Trasse präzisiert.

Da in jedem Schritt neue Dokumente erstellt, öffentlich ausgelegt und kommentiert werden, summieren sich die einzelnen Zeitabschnitte zu einem langem Gesamtverfahren. (vgl. Bundesnetzagentur Netzausbau 2 o.J.)

2. Föderale Zuständigkeitsüberlappungen

Bei länderübergreifenden Projekten ist die Bundesnetzagentur zuständig, bei rein innerländischen die jeweiligen Bundesländer (vgl. Amprion o.J.).

Unterschiedliche Auslegungsspielräume, Prüftiefen und politische Schwerpunktsetzungen sorgen für wiederholte Nachforderungen, insbesondere wenn Landesinteressen (wie im Fall Südlink die Forderung nach Erdverkabelung durch Bayern) von Bundesvorgaben abweichen. Mittlerweile mehren sich politische Stimmen, die für künftige Projekte wieder den Vorrang von Freileitungen fordern, um Zeit und Kosten zu sparen. (vgl. BR 2024)

3. Rechtsweg und Beteiligungskultur

Da die Öffentlichkeit bei Großprojekten Einwendungen erheben können, kommt es oftmals zu einer hohen Anzahl an Klagen. Zum Netzentwicklungsplan 2024 wurden beispielsweise über 25.000 Stellungnahmen abgegeben. (vgl. Netzentwicklungsplan o.J.) Sie müssen bewertet und in Erörterungsterminen diskutiert werden, was viel Zeit in Anspruch nimmt.

Zwischenfazit

Die Analyse zeigt, dass bürokratische Hürden nicht nur Einzelfälle, sondern systemische Verzögerungstreiber darstellten. Jede zusätzliche Verfahrensschleife zögerte die Fertigstellung der Bauvorhaben weiter.

2.2 Technische Engpässe und Fachkräftemangel

Aus der Recherche gehen Erkenntnisse über ausgeprägte technische Liefer- und Kapazitätsengpässe sowie einen strukturellen Mangel an qualifiziertem Personal hervor. Gemeinsam wirkten sie als zweite große Hürde des Netzausbaus.



Abb. 17: Rendering 11

1. Transformatorenknappheit

Die weltweite Nachfrage nach Hochspannungs-Transformatoren ist hoch. Je nach Standort haben europäische Hersteller Lieferzeiten zwischen zwei und fünf Jahren. (vgl. Rapoport 2025). Die hohe Nachfrage führte Schätzungen zufolge seit 2019 zu Preissteigerungen von bis zu 40 Prozent (vgl. Dempsey 2014).

2. Fachkräftemangel entlang der gesamten Wertschöpfungskette

Der anhaltende Fachkräftemangel stellt eine zentrale Herausforderung für den Stromnetzausbau dar. Laut dem VDI/IW-Ingenieurmonitor 2024 kamen im ersten Quartal 2024 bundesweit 558 offene Stellen auf 100 arbeitslose Fachkräfte im Bereich Energie- und Elektrotechnik. (vgl. VDI/IW-Ingenieurmonitor 2024)

Zudem erhöht die Digitalisierung und Dezentralisierung des Energiesektors die Gefahr von Cyber-Angriffen. Demnach steigt der Bedarf an IT- und Cybersicherheitsexperten, um digitale Leit- und Schutztechnik abzusichern. (vgl. BSI 2025 S.2)

3. Langsamer Kapazitätsaufbau in der Produktion

Zwar kündigten Hersteller Investitionen in neue Transformatorfabriken an, doch die Anlaufzeiten lagen bei zwei bis drei Jahren. Auch Kapazitätserweiterungen brauchen Zeit (vgl. Steitz 2025). Der Netzausbauplan erreichte damit die Industrie früher, als neue Fertigungskapazität betriebsbereit war.

Zwischenfazit

Technische Engpässe und Fachkräfteknappheit erwiesen sich als ebenso limitierend wie formale Genehmigungen. Ohne koordiniertes Ressourcen- und Beschaffungsmanagement, vorausschauende Industriepolitik und gezielte Qualifizierungsoffensiven drohen Material- und Personaldefizite zum Flaschenhals der Energiewende zu werden.

2.3 Gesellschaftliche Akzeptanz und Protestkultur

Trotz der breiten politischen Rückendeckung für den Ausbau eines klimaneutralen Energiesystems blieb die gesellschaftliche Akzeptanz neuer Übertragungsleitungen fragil. Die folgenden vier Konfliktpunkte konnten der Recherche und den Interviews entnommen werden:

1. Landschaftsbild und Eigentumswerte

Freileitungen werden als visuelle Eingriffe wahrgenommen, die Grundstückspreise senken und Tourismuschancen beeinträchtigen. (vgl. Aktionsbündnis 89, o.J.) Auch die Interviews bestätigen, dass zahlreiche Kommunen und Bürgerinitiativen eine durchgehende Erdverkabelung forderten, obwohl das bis zu fünfmal höheren Bau- und Betriebskosten und technischer Mehrbelastungen für das Netz bedeutete. Sie setzten diese Forderung in Petitionen, Demonstrationen und politischen Anhörungen auf die Agenda.

2. Informationsasymmetrien und „Overload“

Bürgerinitiativen bemängelten sowohl zu spät bereitgestellte Detailpläne als auch unüberschaubare Dokumentenmengen während der formellen Auslegung. Fehlendes Vertrauen in Fachgutachten begünstigte Proteste und Verschwörungsnarrative. (vgl. Hoeft/Messinger/Zilles 2017, S.59ff)



Abb. 18: Bürgerbeteiligung

3. Naturschutz versus Energiewende

Umweltverbände unterstützten zwar grundsätzlich erneuerbare Energien, lehnten jedoch Trassen in Flora-Fauna-Habitat (FFH)-Gebieten oder Rotmilan-Brutrevieren vehement ab. (vgl. Neumann 2016 S. 53) Der ungelöste Zielkonflikt zwischen Artenschutz und Dekarbonisierung wurde führte so zu vielen Einwänden welche zeitaufwendig während des Genehmigungsprozesses bearbeitet werden mussten.

4. Wirtschaftliche Ausgleichsmechanismen

Kommunen, die keine direkten finanziellen Vorteile sahen, blockierten eher. Der Mangel an verbindlichen Ausgleichsmechanismen (z. B. reduzierte Netzentgelte, Kommunalabgaben) verringerte die lokale Kooperationsbereitschaft. (vgl. Brendler/Große Gehling/Umansky 2017)

Zwischenfazit

Akzeptanz stellte sich nicht automatisch durch gesetzliche Beschleunigung ein. Vielmehr zeigte das Fallbeispiel, dass Transparenz, frühzeitige Interaktion und finanzieller Ausgleich entscheidend waren, um Protestspiralen zu vermeiden. Die folgenden Handlungsempfehlungen verknüpfen daher technische Beschleuniger mit partizipativen und ökonomischen Incentives, um Planungssicherheit und gesellschaftliche Zustimmung parallel zu erhöhen.

2.4 Umwelt- Natur- schutzauflagen

Da der Netzausbau primär 380 kV Leitungen betrifft müssen Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) durchgeführt werden. Diese nimmt viel Zeit in Anspruch. In der Praxis kristallisierten sich aus Recherche sowie in den Interviews vier zentrale Bremsfaktoren heraus.

1. Mehrstufige Umweltprüfungen mit engen Zeitfenstern

Für spezielle Abschnitte müssen zusätzlich FFH Prüfungen und Artenkartierungen, beispielsweise für Rotmilane, Fledermäuse oder Zauneidechsen durchgeführt werden. (vgl. BMWI 2012 S.12) Die Artenprüfung darf nur in Brut- bzw. Aktivitätsperioden erfolgen. Das heißt wenn ein Termin verpasst wird, verschiebt sich der Projektkalender um ein weiteres Jahr.

2. Artenschutz als Zeit und Kostenpunkt

Aus den Interviews geht hervor, dass Einzel-funde streng geschützter Arten Projekte massiv verteuerten: Die Umsiedlung eines Feldhamsters an einer Trasse kann bis zu 1,3 Mio. € kosten. Die Zeit, die es benötigt um die Tiere umzusiedeln sorgt für weitere Verzögerungen.



Abb. 19: Rendering 12

3. Vogelkollisionen und Markerpflicht

Laut NABU starben 2017 bereits jährlich bis zu 2,8 Millionen Vögel an Leitungskollisionen. (vgl. Nabu 2017) Auf Schutzgebietsquerungen von 3 408 km Höchstspannungsleitung mussten deshalb Marker installiert werden, um die Vögel auf die Trassen aufmerksam zu machen. (vgl. Amprion 2019) . Nach dem Bau muss zudem weiteres Monitoring der Umgebung betrieben werden.

4. Erdkabel Problematik

Erdverkabelung nahm zwar das Landschaftsbild aus der Kritik, brachte aber neue Umweltfragen auf die Agenda: Bodenwärme, Barrierewirkung für Bodenfauna und Eingriffe in Moor- und Auenböden. (vgl S. 51-59)
Bei parallelen Trassen musste der Lead-Planer zusätzliche Variantenprüfungen vorlegen, um kumulative Habitatverluste zu quantifizieren, eine Doppel- und Dreifachprüfung, die bisher kaum digital unterstützt war. (vgl. Hartlik 2006, S.42)

Zwischenfazit

Umwelt- und Naturschutzauflagen sind unverzichtbar, doch ihr aktuelles Setting führt zu hohen Kosten. Saisonale Kartierungsfenster und artenschutzrechtliche Einzelgutachten verlängern Projekte ebenso stark wie formale Einwände. Beschleunigung braucht daher wo möglich Digitalisierung und Automatisierung, die Routinefälle entbürokratisiert, ohne den Schutzstandard abzusenken.

2.5 Koordinationsprobleme und föderale Fragmentierung

Der Netzausbau leidet nicht nur unter formalen Verfahren, sondern auch unter einer ungleichen räumlichen Verteilung von Erzeugung, Verbrauch und Zuständigkeiten. Die Analyse der Literatur, Monitoringberichte und Fachinterviews zeigte zwei strukturelle Reibflächen.

1. Nord-Süd Lastversatz

Wind- und Offshoreleistung wächst überproportional im Norden, während Großverbraucher-Cluster, Chemie, Automotive, Rechenzentren, im Süden und Westen angesiedelt bleiben. Ohne eng verzahnte Netzplanung führt dies zu Engpässen, Redispatch-Spitzen und Milliardenkosten.

2. Föderal zersplitterte Planungshoheit

Bei länderübergreifenden Leitungen steuert die Bundesnetzagentur, bei landesinternen Projekten dagegen die jeweilige Planfeststellungsbehörde. Unterschiedliche Detailtiefen, Fristen und politische Präferenzen verzögern Abstimmungen und erzeugen Doppelprüfungen. Auch die Interviews bestätigen, dass es wegen der fehlenden Übereinstimmung zwischen der Kommunen und dem Bund zu Problemen kam.



Abb. 20: Rendering 13

Zwischenfazit

Die föderale Fragmentierung verlangsamt nicht nur Verfahren, sie erzeugt auch strukturelle Engpässe und hohe Zusatzkosten. Ohne eine institutionalisierte Koordinations- und Datenplattform zwischen Bund, Ländern, Kommunen und ÜNB drohen weitere Fehlinvestitionen.

2.6 Digitale Defizite in Planung und Kommunikation

In der Energie- und Digitalpolitik verläuft ein Großteil der Trassenplanung noch immer über Papierakten, Datenträger und heterogene Fachsysteme. Die Analyse aktueller Monitoringberichte und ÜNB-Interviews deckte zwei Digitalisierungsdefizite auf.

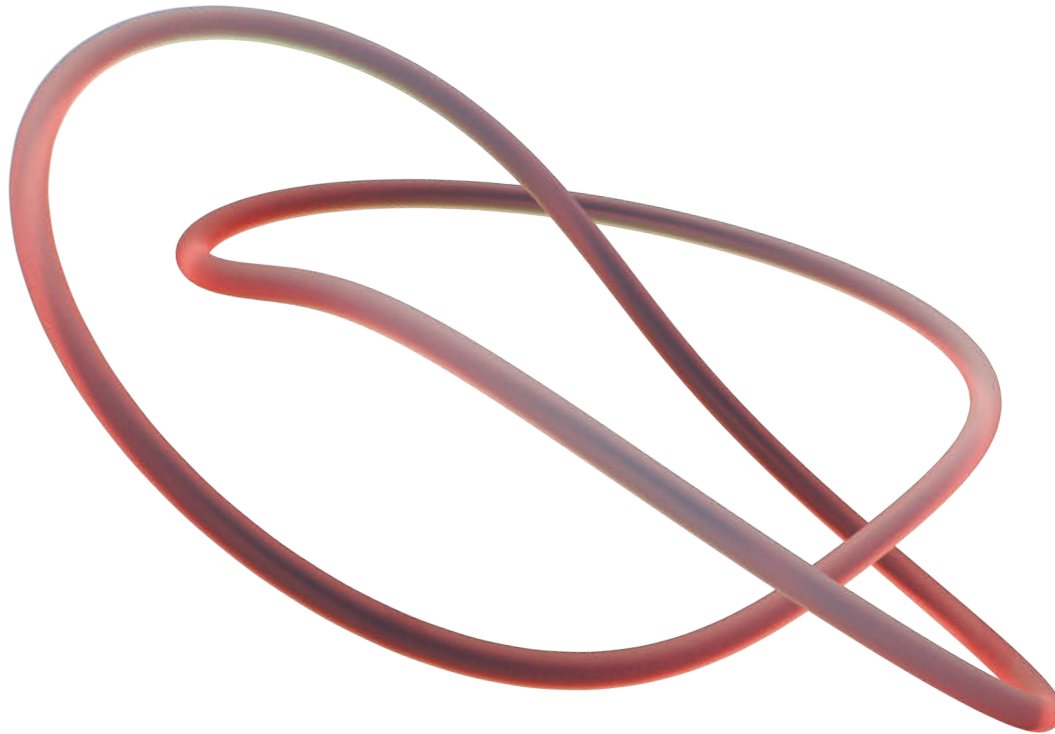


Abb. 21: Rendering 14

1. BIM und Digital Twin

Der Einsatz von Building Information Management (BIM) und Digital-Twin-Technologien erfolgte bislang lediglich im Rahmen von Pilotprojekten, insbesondere bei der 3D-Gestaltung und Bauablaufsimulation am ElbX-Tunnel. Eine umfassende, flächendeckende Implementierung dieser digitalen Methoden im Übertragungsnetzausbau wurde bislang jedoch nicht realisiert (vgl. HLRS, 2022).

2. Uneinheitliche Online-Partizipation

Die Möglichkeiten zur Online-Partizipation sind nicht einheitlich geregelt, da Bürgerportale und digitale Beteiligungsangebote je nach Bundesland unterschiedlich ausgestaltet sind. Ein zentrales, bundesweites E-Planfeststellungsportal existiert bislang nicht.

Zwischenfazit

Wenn es an verbindlichen Datenstandards und durchgängigen digitalen Prozessen fehlt, führen diese digitalen Defizite regelmäßig zu erheblichen Verzögerungen bei Großprojekten und verlängern deren Gesamtumsetzung deutlich.

2.7 Redispatchkosten und fehlender Speicher

Die unzureichende Übertragungskapazität zwischen Nord und Süd führte 2023 zu 34 TWh Redispatch-Energie und Kosten von rund 3 Mrd. €. Für 2024 prognostizieren BMW und BNetzA gut 2,7 Mrd. €.
(vgl. Rödl & Partner 2025)

Drei strukturelle Ursachen verstärken diese erhebliche Mehrkosten.

1. Erzeugungs- und Verbrauchsgefälle Nord-Süd

Hohe Einspeisungen von Windstrom im Norden können mangels ausreichender Leitungen nicht vollständig in den Süden transportiert werden, deshalb müssen im Süden konventionelle Kraftwerke verstärkt betrieben werden, während Windanlagen im Norden zeitweise abgeregelt werden.
(vgl. Rödl & Partner 2025)

2. Speicherlücke

Netzdienliche Großspeicher könnten Überschüsse puffern, sind aber regulatorisch, technisch und wirtschaftlich noch nicht eingebettet. (TransnetBW, 2022)



3. Ungünstige Marktanreize

Die Interviews belegen, dass Batteriespeicher höhere Erlöse im Arbitrage- oder Regelleistungsmarkt als im Redispatch erzielen. Das kann dazu führen, dass private Speicherinvestoren nicht dem Netzausbau helfen sondern diesen sogar behindern.

Zwischenfazit

Ohne flächendeckende Speicher-Cluster, angepasste Vergütungsmodelle und klare Markttrollen bleiben Redispatchkosten ein Milliardenposten, solange Netzausbau und Speicherintegration nicht synchronisiert werden.

2.8 Flächensicherungs- problematik

Die Bereitstellung von Trassen-, Arbeits- und Kompensationsflächen ist ein eigenständiger Engpass des Übertragungsnetzausbaus. Allein die geplanten Erdkabel von SuedLink verlaufen über etwa 20.000 Grundstücke deutschlandweit. (vgl. tageschau 2023)
Es konnten hier vier Hindernisse festgestellt werden.

1. Spekulative Bodenpreissteigerung

Die Experteninterviews bestätigen, dass Investoren Acker- oder Forstflächen in potenziellen Korridoren aufkaufen, um später Höchstpreise zu verlangen. ÜNB mussten mehrfach überbieten oder Alternativtrassen prüfen, Terminpläne dehnten sich um bis zu 18 Monate. Stellenweise bieten unterschiedliche Stakeholder auf das gleiche Grundstück.

2. Kompensationsansprüche bei Inanspruchnahme

Dauerhafte Bodennutzung führte zu zusätzlichen Entschädigungen selbst nach dem Bau sowie Forderungen nach Ausgleich für Bewirtschaftungseinschränkungen. (vgl. TenneT o.J.) Bauernverbände fordern außerdem noch höhere Entschädigungen. Die Verhandlungen verzögern den Netzausbau weiter. (vgl. Koch, 2023)



Abb. 23: Rendering 16

3. Restriktionen durch Schutz- und Sonderflächen

Wie in 5.4 beschrieben erforderten FFH-Gebiete, Moorstandorte oder auch militärische Sperrzonen Umplanungen, zusätzliche Variantenprüfungen und damit neue Betretungs- und Nutzungsabsprachen.

4. Langwierige Enteignungsverfahren

Obwohl es möglich ist, sofern notwendig, Enteignungen durchzuführen, sind Verfahren politisch sensibel und langwierig. Jeder Rechtsstreit verlängert den Bau und erhöht Kosten. Zudem können solche Verfahren laut den Interviews bei der Öffentlichkeit negativ aufstoßen.

Zwischenfazit

Ohne einheitliche Preisdeckel, vorausschauende Flächenreservierungsprogramme und digital gestützte Grundstückskataster bleiben Flächensicherungen ein hochkostentreibender Zeitfresser, der selbst perfekt genehmigte Projekte ausbremst.

2.9 Cybersecurity in kritischer Infrastruktur

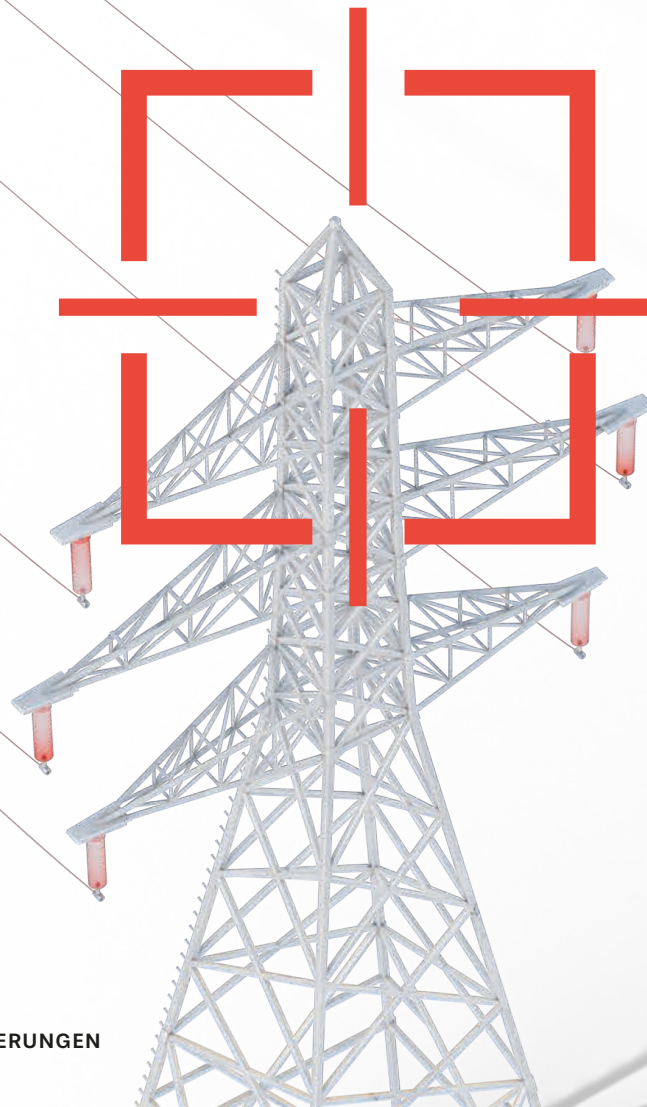
Mit jeder neuen digital vernetzten Leitung wächst die Angriffsfläche für IT-Bedrohungen. Die Untersuchung des HGÜ-Referenzabschnitts und Experteninterviews identifizierten vier Hauptrisikofelder.

1. Zersplitterte Sicherheitsverantwortung

Laut der Interviews agieren die beteiligten Akteure nicht nach einem einheitlichen Cyber-Sicherheits-Protokoll. Im Ernstfall kann das dazu führen, dass Abläufe schlecht abgestimmt sind und Sicherheitsrisiken nicht rechtzeitig erkannt oder koordiniert abgewehrt werden.

2. Steigende IT-Sicherheits-Bedrohungen

Schadsoftware und staatlich gesteuerte Spionage zählen inzwischen zu den größten Bedrohungen für die IT-Sicherheit in Deutschland. Mit der zunehmenden Digitalisierung im Energiesektor wächst das Risiko gezielter Cyberangriffe auf Unternehmen und Behörden.



3. IT-Fachkräftemangel

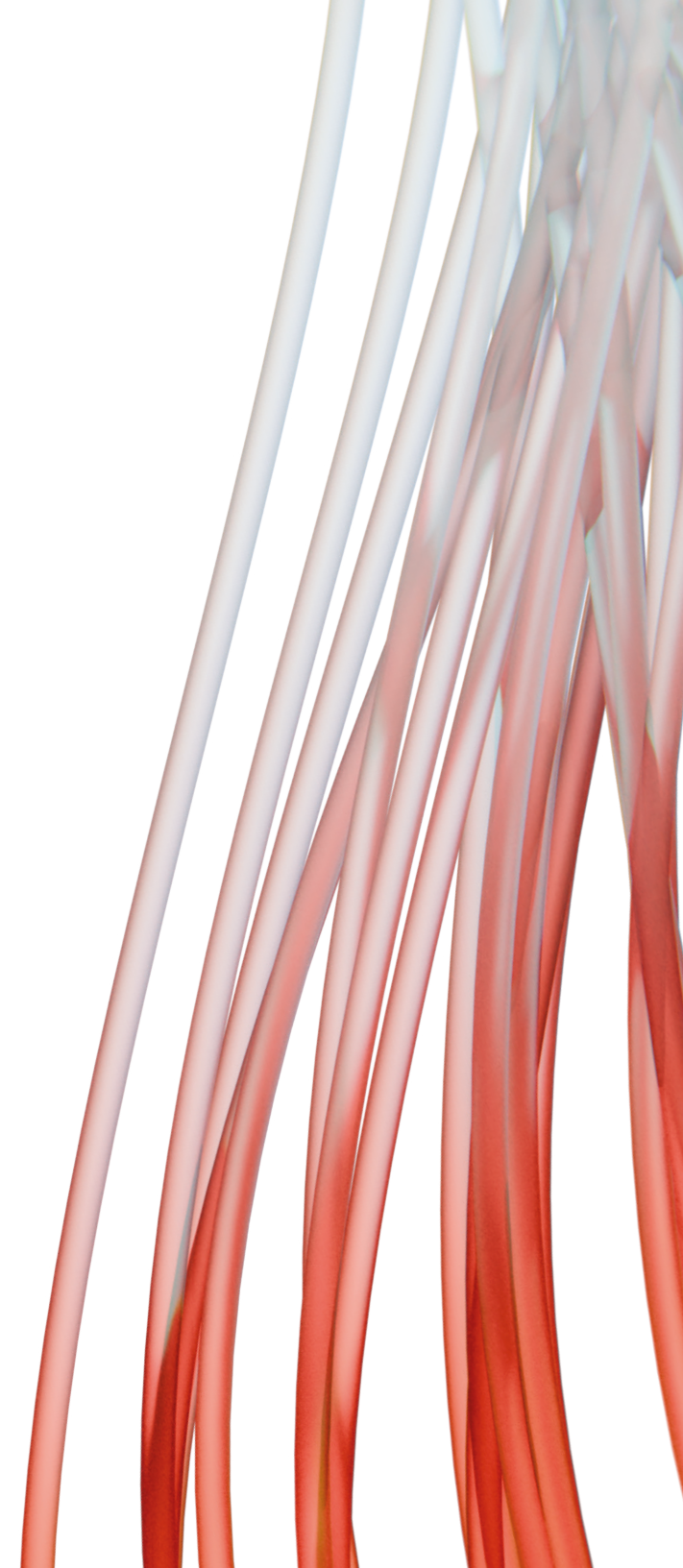
Wie in 2.2 beschrieben fehlen Fachkräfte für eine ausreichende Absicherung der Digitalisierung des Energiesektors.

Zwischenfazit

Cybersecurity wird zum kritischen Pfad des Netzausbaus. Beschleunigung verlangt ein einheitliches Cyber-Kompetenzzentrum, einen Digital-Twin und gezielte Ausbildungsprogramme, um personelle Lücken zu schließen.

Zielbild

03



3.1 Fazit der Herausforderungen

Warum der Netzausbau jetzt schneller werden muss

Deutschland steht vor der Aufgabe, bis 2045 rund 16 800 km neue oder verstärkte Höchstspannungsleitungen fertigzustellen. Bei den heutigen Abläufen dauert ein einzelnes Projekt jedoch acht bis fünfzehn Jahre, zu lang, um die Klimaziele rechtzeitig zu erreichen.

Die Analyse macht deutlich, dass die Verzögerungen nicht durch ein einzelnes Problem verursacht werden, sondern das Ergebnis zahlreicher, miteinander verflochtener Hindernisse sind.

Verfahren: mehrstufig, redundant und zwischen Bund / Ländern oft schlecht abgestimmt.

Ressourcen: lange Lieferzeiten für Transformatoren und Kabel, zu wenig Fachkräfte in Planung, Bau und IT-Security.

Akzeptanz: Hunderttausende Einwendungen und Forderungen nach Voll-Erdkabel lassen Projekte stocken und verteuern sie.

Umwelt- und Flächenschutz: aufwendige Artenschutzkartierungen, teure Ausgleichsflächen, steigende Bodenpreise.

Digitalisierung: Medienbrüche, fehlende Datenstandards, unzureichende Cyber-Absicherung.

Netzbetrieb: hohe Redispatch-Kosten durch Speicherlücke und Nord-Süd-Engpass.

3.2 Vision eines beschleunigten, resilienten und akzeptierten Netzausbaus

Ziel dieser Handlungsempfehlung ist es, ein klar umrissenes Systemleitbild für den deutschen Übertragungsnetzausbau zu formulieren, ein Zielbild, an dem sich alle nachfolgenden Maßnahmen messen lassen. Dieses Leitbild verbindet insgesamt drei Qualitäten.

1. Beschleunigung:

Genehmigung und Realisierung eines Leitungsprojekts dürfen künftig maximal drei bis fünf Jahre von der Korridorfestlegung bis zum Baustart beanspruchen. Standardisierte Umwelt- und Planungsmodule, digitale End-to-End-Workflows und verbindliche Fristen bilden das Rückgrat der neuen Geschwindigkeit.

2. Akzeptanz:

Trassen werden ko-kreativ mit Bürger, Kommunen und Umweltverbänden entwickelt. Transparente Kosten-Visualisierung, Benefit-Sharing-Modelle und digitale Beteiligungstools sichern eine konfliktreduzierte Planungskultur, sowie angepasste Bürgerbeteiligungen.

3. Resilienz

Das Netz erfüllt das n-1-Kriterium selbst unter Extremwetterereignissen; dezentral integrierte Speicher und regelbare Lasten stützen Frequenz und Spannung in Echtzeit.

3.3 Zielkriterien: Geschwindigkeit, Transparenz, Wirtschaftlichkeit, Akzeptanz

Damit die Handlungsempfehlung nicht nur aus Vorsätzen besteht, braucht jede Maßnahme eine nachvollziehbare Bewertungsgrundlage. Dafür wurden vier zentrale Kriterien festgelegt, die gemeinsam zu einem fünften, zusammenfassenden Wert führen, der Effektivität. In den folgenden Abschnitten wird erklärt, welche Kennzahlen sich hinter jedem Kriterium verbergen, warum sie wichtig sind und wie sie in der Praxis gemessen werden können.

Eine vollständige Auflistung der Lösungsansätzen mit Scores und Zeiträumen befindet sich in Kapitel 7.



Effizienz

Effizienz beantwortet die Frage, welchen Einfluss die Lösung auf die Beschleunigung und Verschlankung des Genehmigungs- und Bauprozesse hat.

- **Eingesparte Genehmigungsdauer:**
Schätzung der Zeitreduktion vom offiziellen Bedarfsbeschluss bis zum Planfeststellungs- oder Teilgenehmigungsbescheid.
- **Reduktion der Iterationsschleifen:**
Anzahl reduzierter Rückfrage-Runden und Nachlieferungen. Jede vermiedene Runde spart Prozesskosten, verkürzt Fristen und mindert das Risiko von Planungsmüdigkeit bei Projektteams.

Ein hoher Effizienzwert bedeutet, der Lösungsansatz sorgt für weniger Schleifen, eine kürzere Gesamtdauer und dadurch für geringere Kosten.

Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit beurteilt, ökonomischen Beitrag eines Lösungsansatzes. Im Fokus stehen sowohl direkte Einsparungen als auch langfristige Kosten-Nutzen-Relationen.

- **Vermeidbare Redispatch-Kosten:**
Schätzung der durch die Lösung eingesparten Kosten für Eingriffe ins Stromnetz.
- **Reduktion der Investitionskosten pro Leitungskilometer:**
Bewertung, inwiefern der Lösungsansatz zur Senkung von Material-, Planungs- oder Baukosten beiträgt.
- **Nettonutzen durch Einsatz ergänzender Technologien:**
Bewertet den wirtschaftlichen Mehrwert, den die Lösung durch den gezielten Einsatz ergänzender Technologien wie Speicher oder KI erzielt.

Eine Lösung gilt als wirtschaftlich, wenn sie nicht nur kurzfristig Kosten einspart, sondern langfristig einen positiven Effekt auf das Gesamtsystem hat.

Transparenz

Transparenz beurteilt, inwiefern der Lösungsansatz Prozesse zugänglicher und verständlicher macht. Ein transparenter Ablauf reduziert Konflikte zwischen Behörden, Unternehmen und Öffentlichkeit und stärkt das Vertrauen.

- **Klarere Datenverfügbarkeit:**
Umfang inwiefern die Lösung mehr Daten für die Öffentlichkeit zur Verfügung stellt.
- **Verbesserung der Aktualität:**
Einfluss der Lösung auf die Aktualität der öffentlichen Informationen. Reduktion der Verzögerung bei Offenlegung von Daten
- **Dokumentation von Entscheidungswege:**
Beitrag dazu, dass Entscheidungswesen nachvollziehbar dokumentiert werden.

Lösungen mit hohem Einfluss auf Transparenz reduzieren Nachfragen, Doppelarbeit und Misstrauen. Gleichzeitig erhöhen sie die Grundlage für evidenzbasiertes Controlling durch Aufsichtsbehörden und Parlamente.

Akzeptanz

Akzeptanz beschreibt, wie eine Lösung dazu beiträgt, den Netzausbau durch höhere gesellschaftliche Zustimmung zu stabilisieren und Konflikte frühzeitig zu verhindern.

- **Erhöhung der Beteiligungsquote:**
Die Lösung ermöglicht mehr Bürgern, sich aktiv und konstruktiv an formellen oder informellen Beteiligungsformaten zu beteiligen.
- **Reduktion formaler Einwendungen:**
Einfluss auf die Zahl von Klagen und Einsprüchen. Ein rückläufiges Einspruchsvolumen deutet darauf hin, dass Anliegen frühzeitig adressiert wurden und das Vertrauen in den Prozess steigt.
- **Senkung der Blockierungsquote:**
Bewertet inwiefern, die Protestpotenziale durch die Lösung gemindert werden und wie Projekte seltener auf Widerstand aus der Öffentlichkeit stoßen.

Wenn eine Lösung eine hohe Akzeptanz hervorruft, stoßen Genehmigungsverfahren auf weniger öffentlichen Widerstand, was den gesamten Prozess beschleunigt.

Effektivität Gesamtbewertung

Um einen ganzheitlichen Blick zu ermöglichen, wird jeder Lösungsansatz mittels folgender Formel verdichtet:

$$\text{Effektivität} = 0,30 \times \text{Effizienz} + 0,30 \times \text{Wirtschaftlichkeit} + 0,25 \times \text{Transparenz} + 0,15 \times \text{Akzeptanz}$$

Gewichte reflektieren die strategische Priorität: schnelle, kosteneffiziente Projekte haben Vorrang; Transparenz folgt knapp dahinter, Akzeptanz ist Mindestvoraussetzung.

Der Effektivitäts-Index wird auf einer Skala von 0 (bedeutungslos) bis 1 (optimal) ausgewiesen. Werte > 0,75 zeigen einen High-Impact-Hebel, während < 0,50 auf Nachsteuerungsbedarf hindeuten.

3.4 Zeiträume

Zusätzlich zu den Kriterien wurden vier Handlungszeiträume definiert, denen die Lösungsansätze je nach Dringlichkeit, Machbarkeit und strukturellem Vorlauf zugeordnet wurden. Die folgenden Zeiträume wurden definiert:

Kurzfristig (0–2 Jahre):

Maßnahmen in diesem Zeitraum zielen auf schnell wirksame Hebel ab – etwa organisatorische Entlastung, digitale Sofortlösungen oder temporäre Anpassungen bestehender Verfahren.

Mittelfristig (3–5 Jahre):

In diesem Horizont werden strukturelle Grundlagen gelegt – etwa durch neue Institutionen, standardisierte Prozesse oder vorbereitende Digitalisierungsschritte.

Langfristig (ca. 10 Jahre):

Hier geht es um den Aufbau umfassender technischer und organisatorischer Infrastrukturen – wie KI-gestützte Systeme, zentrale Planungsplattformen oder flächendeckende Softwarelösungen.

Strategisch (bis 2045):

Dieser Zeitraum bildet den visionären Rahmen. Er umfasst tiefgreifende Transformationen wie ein vollständig datenbasiertes Planungssystem, lernende Verwaltungssysteme oder gesetzlich verankerte digitale Standards.

Eine vollständige Auflistung der Lösungsansätzen mit Scores und Zeiträumen befindet sich in Kapitel 7.

3.5 Rolle von Design und Strategie im Systemumbau

Ein beschleunigter Netzausbau ist nicht allein eine Frage von Rechtstexten und Kilometern Leitung, sondern ein komplexer Gestaltungsprozess, in dem technische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Logiken miteinander verwoben sind. Design, verstanden als strategische, nutzer- und systemorientierte Disziplin, liefert dafür methodische Hebel und einen gemeinsamen Bezugsrahmen für alle Stakeholder.

1. Design als Übersetzungsebene

Strategisches Design übersetzt Fachlogiken in verständlich visualisierte Modelle (Service Blueprints, System Maps, Stakeholder Journey), die Politik, Verwaltung, Technik und Öffentlichkeit auf dieselbe Wissensbasis heben. So sinkt das Risiko von Fehlinterpretationen, Nachforderungen und späten Kurskorrekturen.

2. Governance-by-Design

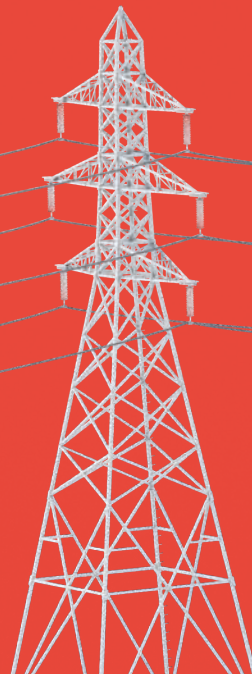
Im Zusammenspiel mit Politik und Regulierung unterstützt Design Adaptive Governance-Modelle: modulare Genehmigungspakete, iterative Gesetzgebungsprozesse und Datenräume, die laufend auf Nutzer-Feedback reagieren. Diese Dynamik ist Voraussetzung, um Planungshorizonte von Jahrzehnten mit einer innovationsgetriebenen Realität in Einklang zu bringen

3. Narrative & Akzeptanz

Gestalterisches Storytelling verbindet abstrakte Kennzahlen (16 800 km Leitung, 3 Mrd. € Redispatch) mit konkreten Nutzen Geschichten für Regionen und Bürger:innen. Anschauliche Visualisierungen und AR-Anwendungen (vgl. „AR-App Trassensichtbarkeit“) stärken Vertrauen, weil sie den Netzausbau als erlebbaren Teil des Alltags zeigen.

Lösungsvorschläge

04



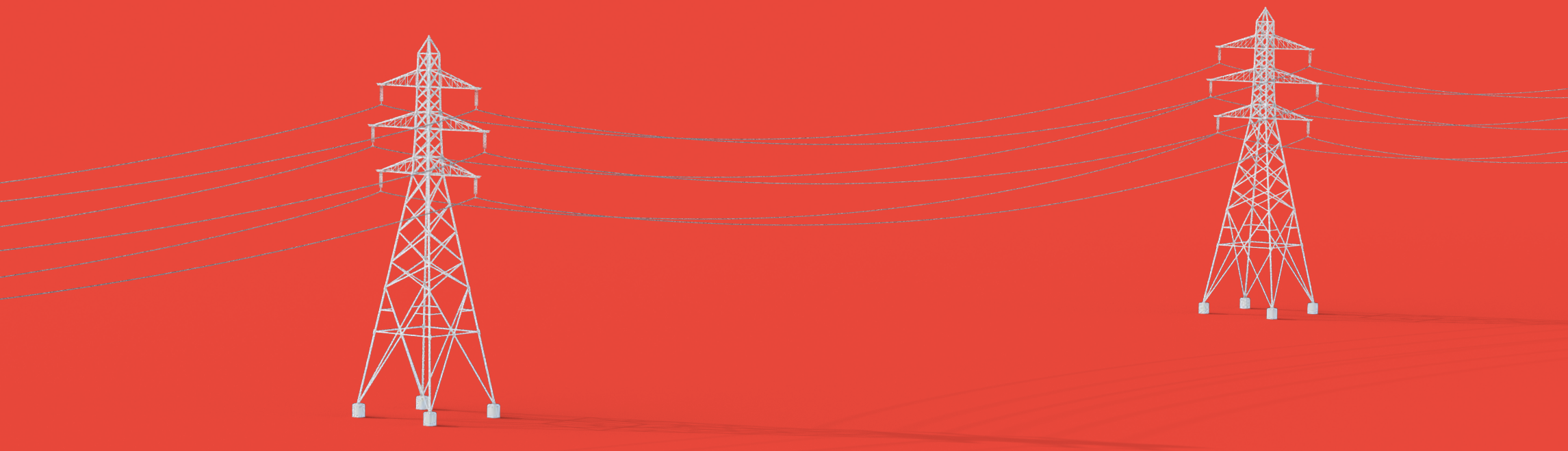


Abb. 25: Rendering 18

4.1 Governance und Struktur

4.1.1 Adaptive Genehmigungsverfahren auf Basis von Risikoklassen

0,795

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Effizienzsteigerung der Genehmigungsprozesse durch Einführung eines abgestuften Verfahrenssystems: Je nach räumlichem, ökologischem und sozialem Risikoprofil werden unterschiedliche Genehmigungsanforderungen gestellt.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Derzeit werden sämtliche Netzausbauprojekte unabhängig von ihrem Kontext mit dem gleichen bürokratischen Aufwand behandelt. Auch in unkritischen, dünn besiedelten oder bereits mehrfach genutzten Gebieten müssen vollständige Umweltverträglichkeitsprüfungen, Anhörungen und Gutachten durchgeführt werden. Das führt zu unnötigen Verzögerungen und Ressourceneinsatz, obwohl die Risiken in solchen Bereichen minimal sind.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Ein Klassifizierungssystem stuft geplante Trassenabschnitte in Risikoklassen (z.B. A bis C) ein. Grundlage bilden Kriterien wie Siedlungsdichte, Schutzgebietsstatus, Artenschutzrelevanz, Bodennutzung oder vorhandene Infrastruktur. Je nach Risikoklasse wird das Verfahren angepasst:

Niedriges Risiko (z.B. offene Agrarflächen, unbesiedelte Regionen): Vereinfachtes Genehmigungsverfahren, Wegfall aufwändiger Umweltverträglichkeitsprüfungen, standardisierte Beteiligung

Mittleres Risiko: Teilweise verkürzte Fristen, abgestufte Beteiligungsverfahren

Hohes Risiko (z.B. FFH-Gebiete, Siedlungsnähe): Vollständige Umwelt-, Raumordnungs- und Beteiligungsverfahren

Die Risikoeinstufung erfolgt in der Frühphase durch die ÜNB in Kooperation mit Fachbehörden. Ein standardisiertes Prüfschema sorgt für Nachvollziehbarkeit und Transparenz.

Beteiligte Akteure:

- ÜNB (Erstklassifizierung)
- Umweltbehörden (Validierung Risikoklasse)
- Planungs- und Genehmigungsbehörden
- Bürger und Träger öffentlicher Belange

Form der Lösung:

- Gesetzlich verankertes, bundesweit einheitliches Klassifizierungsmodell
- Integration in bestehende Verfahren (z.B. NABEG, Gesetz für Umweltverträglichkeitsprüfung)
- Digitale Risikobewertungstools mit Geodatenverknüpfung
- Öffentliche Transparenzdatenbank mit Trassenstatus

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Realisierbar, politisch jedoch anspruchsvoll. Die Einführung erfordert Änderungen im Umweltrecht und der Verwaltungsverfahrensordnung. Pilotprojekte könnten zeigen, dass eine risikobasierte Genehmigung mit gleichwertigem Schutzanspruch, aber erheblich höherer Effizienz möglich ist. Der öffentliche Diskurs müsste intensiv geführt werden, insbesondere mit Umweltverbänden und juristischen Akteuren.

4.1.2 Bundesweite Vereinheitlichung der Netzausbauverfahren

0,91

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Schaffung eines deutschlandweit einheitlichen, verbindlichen Rechts- und Verfahrensrahmens für Netzausbauprojekte. Dadurch sollen Verfahrensstandards harmonisiert, Schnittstellen vereinfacht und unnötige Reibungsverluste zwischen den föderalen Ebenen abgebaut werden.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Der deutsche Föderalismus führt dazu, dass Planungs- und Genehmigungsverfahren je nach Bundesland unterschiedlich geregelt sind. Unterschiede in Rechtsauslegung, Zuständigkeiten und Verfahren erschweren die Koordination, verlangsamen Prozesse und erschweren den überregionalen Netzausbau erheblich.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Zur Beschleunigung des Netzausbaus werden bundeseinheitliche Standards und Regularien für Genehmigungs-, Umwelt- und Beteiligungsverfahren eingeführt. Eine zentrale Koordinierungsstelle auf Bundesebene

verwaltet dabei sämtliche Prozesse, Fristen und Zuständigkeiten und fungiert als Schlichtungsinstanz bei Konflikten zwischen den Ländern. Ergänzend wird eine digitale Verwaltungsplattform geschaffen, die alle laufenden Netzausbauverfahren, Fristen und Beteiligungen transparent dokumentiert. Einheitliche Formulare, Antragsstrukturen und Kommunikationsprotokolle vereinfachen zudem die Zusammenarbeit zwischen Behörden, Übertragungsnetzbetreibern und weiteren Akteuren.

Beteiligte Akteure:

- BNetzA als zentrale Koordinierungsstelle
- Verwaltungen und Planungsbehörden in allen Bundesländer
- ÜNB
- BMWF
- Bundestag und Bundesrat

Form der Lösung:

- Rechtsrahmen über ein Bundesgesetz zur Netzausbauvereinheitlichung
- Zentrale digitale Verwaltungsplattform mit Login-Funktion für alle beteiligten Behörden
- Regelmäßige Konferenzen zum Monitoring und zur Anpassung von Standards
- Integration in bestehende Systeme wie das Portal der Bundesnetzagentur (z. B. Netzausbau.de)

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Politisch herausfordernd. Eine vollständige Vereinheitlichung würde tief in föderale Zuständigkeiten eingreifen und könnte Widerstand auf Landesebene hervorrufen. Möglich wären jedoch abgestufte Ansätze:

- Freiwillige Länderkooperation mit Anreizmodellen
- Verbindliche Vorgaben über Bundesgesetzgebung (ähnlich wie beim NABEG)
- Pilotprojekte mit einheitlichen Regelungen für ausgewählte Ausbaukorridore

4.1.3 Bündelungsverfahren für Bürger-Einwendungen

0,87

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Vereinfachung und Beschleunigung der Anhörungsverfahren durch die Bündelung gleichgelagerter Einwände. Gleichzeitig soll die Qualität der Einwendungen erhöht und der Dialog zielgerichteter gestaltet werden.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Bei Großprojekten im Übertragungsnetzausbau gehen oftmals tausende individuelle Einwendungen ein, teilweise mit identischen oder sehr ähnlichen Inhalten. Dies führt zu massiven Bearbeitungsaufwänden in den Genehmigungsbehörden, verzögert die Verfahren erheblich und verursacht unnötige Wiederholungsprüfungen.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Ein neues Beteiligungsmodell sieht vor, dass Einwendungen künftig vorrangig über akkreditierte Bürgerinitiativen, Umweltverbände oder zentrale Beteiligungsplattformen gebündelt eingereicht werden. Privatpersonen schließen sich diesen Organisationen an und reichen ihre Stellungnahmen dort ein.

Diese Sammelstellen übernehmen die thematische Strukturierung der Einwände, ordnen gleichartige Anliegen in Kategorien, führen eine inhaltliche Vorprüfung durch und leiten die gebündelten Einwendungen über standardisierte Schnittstellen an die Genehmigungsbehörde weiter.

Die Genehmigungsbehörde kann die Einwände dadurch effizienter prüfen, Redundanzen vermeiden und gezielt auf häufige Anliegen reagieren. Die Bearbeitung erfolgt dann pro Themenkomplex, nicht mehr pro Einzelperson.

Beteiligte Akteure:

- Privatpersonen, die Einwände schreiben
- Bürgerinitiativen und Umweltverbände als Sammelstellen
- Genehmigungsbehörden (z. B. BNetzA, Landesbehörden)
- Moderierende Beteiligungsplattformen (neu zu etablieren)

Form der Lösung:

- Staatlich anerkanntes Webportal oder App zur strukturierten Einwandsabgabe
- Standardisierte Templates für Einwände
- Akkreditierungssystem für Einwandsvertreter (Initiativen, NGOs)
- Integration in bestehende Anhörungsplattformen der BNetzA

- Möglichkeit für Bürger, Anliegen direkt bestimmten Themenfeldern zuzuordnen (z. B. Umwelt, Gesundheit, Landschaftsschutz)

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Gut umsetzbar. In anderen Verwaltungsverfahren (z. B. Raumordnung, Umweltprüfungen) existieren bereits digitale Beteiligungsplattformen. Entscheidend ist die rechtssichere Verankerung des Bündelungsprinzips im Planungs- und Genehmigungsrecht sowie die Wahrung des Grundrechts auf Einwendung. Eine hybride Lösung, individuelle Einwände weiter möglich, aber Bündelung bevorzugt, wäre ein realistischer erster Schritt.

4.1.4 Wichtigkeitsscore für priorisierte Netzausbauprojekte

0,865

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Einführung eines bundesweit abgestimmten Wichtigkeitsscores zur objektiven Bewertung von Ausbauprojekten nach strategischer Relevanz. Dadurch sollen besonders wichtige Maßnahmen mit priorisierten Verfahren schneller realisiert werden können.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Alle Bauvorhaben im Übertragungsnetzausbau durchlaufen derzeit weitgehend standardisierte Verfahrensabläufe, unabhängig von ihrer strategischen Bedeutung für Netzstabilität, Versorgungssicherheit oder den Klimapfad. Das führt dazu, dass dringliche Projekte verzögert werden, obwohl sie gesamtwirtschaftlich und energietechnisch von höchster Relevanz sind.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Alle Ausbauprojekte erhalten frühzeitig im Planungsprozess eine Bewertung anhand eines standardisierten Punktesystems, dem „Wichtigkeitsscore“. Dieser wird durch ein

unabhängiges Expertengremium berechnet und veröffentlicht. Kriterien des Scores umfassen unter anderem:

- Regionale Netzstabilität und Versorgungssicherheit
- Prognostizierte Einspeisung erneuerbarer Energien
- Kritikalität zur Erreichung nationaler Klimaziele
- Beitrag zur Reduktion von Redispatch-Maßnahmen
- Versorgung industrieller Großabnehmer oder urbaner Zentren
- Redundanzbedarf und Ausfallrisiko bestehender Netze

Je höher der Score, desto stärker wird das Projekt priorisiert. Dies kann sich konkret in folgenden Erleichterungen im Verfahren äußern:

- Verkürzte Fristen in Anhörungsverfahren
- Digitale Beteiligungsverfahren und standardisierte Rückmeldeschleifen
- Beschleunigte Bearbeitung in Behörden durch gesonderte Kapazitäten
- Einschränkung oder Verkürzung der Einwendungsfristen bei niedrigem Konfliktpotenzial

Beteiligte Akteure:

- BMWi
- BNetzA
- ÜNB
- Unabhängige Expertengremien aus den Bereichen Wissenschaft, Energieplanung, Recht
- Umwelt- und Verbraucherschutzinstitutionen als beratende Funktion

Form der Lösung:

- Digitales Scoring-Dashboard mit öffentlich einsehbaren Projektbewertungen
- Einbindung in bestehende Genehmigungsportale und Netzentwicklungspläne
- Gesetzliche Verankerung der Anwendung über BBPG oder NABEG

Wie realistisch ist die Umsetzung?:

Gut umsetzbar. Erste Bewertungssysteme existieren bereits in Teilen im Rahmen des Bundesbedarfsplans oder bei der Szenarienbewertung im Netzentwicklungsplan. Die Herausforderung liegt in der politischen und gesellschaftlichen Akzeptanz der Priorisierung, insbesondere bei Einschränkungen von Beteiligungsverfahren. Transparenz, Nachvollziehbarkeit und rechtssichere Verfahren sind zentrale Erfolgsfaktoren.

4.1.5 Connected Germany

Digitales Behördenkommunikationssystem

0,805

langfristig

Übergeordnetes Ziel:

Ein automatisiertes, zentralisiertes System soll die Kommunikation zwischen Behörden und Stakeholdern vereinfachen, relevante Dokumente eigenständig bereitstellen und Verfahrensabläufe intelligent unterstützen. Dadurch wird die Bearbeitungszeit deutlich reduziert und die Transparenz sowie Qualität der Prozesse verbessert.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Aktuell bestehen zahlreiche Medienbrüche und manuelle Kommunikationsprozesse zwischen Behörden, Netzbetreibern und weiteren Stakeholdern. Dokumente müssen oft mehrfach beantragt oder erneut beschafft werden, weil Zuständigkeiten und Anforderungen nicht transparent hinterlegt sind. Dies führt zu erheblichen Zeitverlusten und unnötigem Mehraufwand in den Genehmigungsverfahren.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Ein digitales System fungiert als intelligenter Kommunikations- und Dokumenten-Hub. Es erkennt anhand der jeweiligen Projektparameter automatisch, welche Genehmigungen, Formulare und Beteiligten erforderlich sind, und bindet relevante Stakeholder wie Ämter, Landesbehörden oder Fachstellen automatisiert in den Prozess ein.

Über den Zugriff auf zentrale Datenbanken wie Grundbuch, Umweltregister oder Register der Träger öffentlicher Belange werden benötigte Dokumente automatisiert generiert und zusammengestellt. Behördenmitarbeitende werden proaktiv unterstützt: Sie erhalten Checklisten, automatisierte Hinweise und Vorschläge für die nächsten Verfahrensschritte. Stakeholder können in einem geschützten Bereich des Systems Anträge stellen, Unterlagen hochladen und den Bearbeitungsstatus ihrer Vorgänge jederzeit abfragen.

Beteiligte Akteure:

- BNetzA
- Landes- und Kommunalbehörden
- ÜNB
- Weitere Genehmigungsstellen (z. B. Wasserbehörden, Umweltämter, Verkehrsbehörden)

Form der Lösung:

- Webbasierte Plattform mit rollenbasiertem Zugriff
- Integriert in bestehende IT-Systeme der Behörden
- API-Schnittstellen zu zentralen Datenbanken
- Schulungsprogramm für Behörden zur Implementierung und Nutzung

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Hochkomplex, aber langfristig essenziell. Einzelne Komponenten wie die E-Akte und das Onlinezugangsgesetz bereiten bereits den Weg. (vgl. BMI, o.J.) Eine übergreifende Plattform auf Bundesebene erfordert jedoch Investitionen in IT-Infrastruktur, rechtliche Rahmenbedingungen für Datennutzung und den politischen Willen zur föderalen Zusammenarbeit. Die Realisierung sollte stufenweise erfolgen, beginnend mit Pilotregionen oder priorisierten Verfahren im Übertragungsnetzausbau.

4.1.6 Bundesagentur für Infrastrukturgenehmigung (BIG)

0,58

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Einheitliche, transparente und zügige Genehmigungsverfahren auf Bundesebene, um Planungsprozesse zu beschleunigen, Ressourcen zu bündeln und Projektverantwortliche effizient zu entlasten.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Die Genehmigung großer Infrastrukturprojekte ist derzeit auf viele föderale und kommunale Behörden verteilt, was zu langen Verfahrensdauern, Zuständigkeitskonflikten, mehrfachen Prüfungen und Verzögerungen führt. Unterschiedliche Regelungen in den Bundesländern erschweren zudem die überregionale Planung und Realisierung von Netzausbauvorhaben.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Eine zentrale Bundesagentur mit umfassender Entscheidungsbefugnis für alle relevanten Genehmigungsschritte im Bereich Energieinfrastruktur übernimmt die Koordination, Prüfung und Bewilligung von Anträgen, bündelt Stellungnahmen und steuert sämtliche Beteiligungsprozesse zentral.

Über eine digitale Plattform können Projektträger und Behörden Anträge stellen und deren Bearbeitungsstand verfolgen. Einheitliche Standards für Antragsunterlagen, Prüfprozesse und Beteiligungsverfahren sorgen für Klarheit und Effizienz. Bestehende Behördenstrukturen werden durch Kooperationsvereinbarungen eingebunden, die Zuständigkeit liegt jedoch eindeutig bei der Bundesagentur.

Beteiligte Akteure:

- BMW
- BNetzA
- Länder und Kommunen in beratender Funktion
- ÜNB
- Projektentwickler und Planungsbüros

Form der Lösung:

- Neue Bundesbehörde mit gesetzlich verankerter Zuständigkeit für Infrastruktur-Großprojekte
- Digitale Verwaltungsplattform für Antrag, Prüfung und Beteiligung
- Standardisierte Verfahrenshandbücher und Schulungen für Projektverantwortliche
- Reporting-Tool zur Überwachung von Bearbeitungszeiten und Verfahrensstatus

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Politisch ambitioniert, aber mit wachsendem Rückhalt, insbesondere im Zuge der Debatte um Beschleunigungsgesetze. Modellvorhaben oder „One-Stop-Shops“ in anderen Bereichen (z. B. Wasserstoffnetz, LNG) zeigen, dass zentrale Stellen wirksam sein können. (vgl. BMW, o.J.) Voraussetzung ist ein entsprechendes Gesetz und eine Kooperationsstrategie mit den Ländern.

4.1.7 Entscheidungskraft-Anpassung im Beteiligungsprozess

0,665

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Ein dynamisches Beteiligungssystem, bei dem die Einflussgewichte je nach Situation angepasst werden können, mit dem Ziel, schneller Entscheidungen zu treffen, ohne die demokratische Mitwirkung grundsätzlich auszuhebeln.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Alle Stakeholder besitzen derzeit in jedem Prozessschritt formell die gleichen Beteiligungs- und Einspruchsrechte, unabhängig von der Dringlichkeit des Vorhabens oder der Phase des Projekts. Dies führt zu langwierigen Verfahren und mangelnder Priorisierung selbst bei besonders kritischen Infrastrukturprojekten.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Ein adaptives Entscheidungsmodell mit projektbezogenen Prioritätsklassen regelt die Genehmigungsprozesse. In besonders dringlichen Fällen erhalten fachlich relevante Akteure wie die BNetzA, Netzbetreiber oder Energieversorger ein erhöhtes

Mitspracherecht bei Entscheidungen. Die Beteiligungsrechte von Bürgerinitiativen, Umweltverbänden und Kommunen bleiben grundsätzlich bestehen, können jedoch in ihrer Ausgestaltung, etwa durch digitale Formate oder verkürzte Fristen, angepasst werden. Eine neutrale Koordinierungsstelle legt auf Basis klar definierter Kriterien fest, wer zu welchem Zeitpunkt und in welchem Umfang beteiligt wird. Das gesamte Modell ist auf Transparenz, Nachvollziehbarkeit und die Möglichkeit zur Revision ausgerichtet.

Beteiligte Akteure:

- BNetzA als koordinierende Stelle
- ÜNB
- Kommunen und Landesbehörden
- Umwelt- und Bürgerorganisationen
- Gesetzgeber zur rechtlichen Verankerung des Systems

Form der Lösung:

- Gesetzlich legitimierte Verfahrensmodell mit Score-basiertem Einflussfaktor je Stakeholder
- Dynamisch anpassbare Beteiligungsmechanismen (z. B. Feedback-Plattform mit abgestufter Gewichtung)
- Verknüpfung mit Projektklassifizierungen (ähnlich „Wichtigkeitsscore“) zur Legitimation beschleunigter Verfahren

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Politisch und rechtlich herausfordernd, da es potenziell als Einschränkung demokratischer Beteiligung wahrgenommen werden kann. Dennoch mittelfristig realisierbar, wenn Transparenz, Rechtsstaatlichkeit und soziale Ausgewogenheit gesichert sind. Vergleichbare Konzepte existieren im Katastrophenschutzrecht oder bei Planungsbeschleunigungsgesetzen. (vgl. Hildt/Weyland, 2018) Eine stufenweise Einführung über Pilotprojekte wäre denkbar.

4.1.8 Standardisierte Umweltprüfungen für typische Landschaftstypen

0,76

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Ein modularisiertes Prüfsystem, das Umweltgutachten für standardisierte Geländearten (z. B. Agrarflächen, Mischwälder, Mooregebiete) mit vorgeprüften Bausteinen und Kriterien vereinfacht ohne ökologische Standards zu senken.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Umweltverträglichkeitsprüfungen und artenschutzrechtliche Gutachten müssen aktuell für jedes Projekt individuell erstellt werden, selbst bei ähnlichen Standorttypen. Dies verursacht wiederkehrende Bearbeitungsaufwände, hohe Kosten und lange Verzögerungen, obwohl sich viele Anforderungen je nach Landschaftstyp wiederholen.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Ein nationaler Katalog mit standardisierten Prüfrastern für typische Landschaftsformen wie Ackerland, Wälder oder Gewässernähe legt Empfehlungen für Vorgehen,

Datengrundlagen, Artenschutz und Kompensation fest. Umweltprüfer nutzen diese Raster als Basis und passen sie nur noch an projektspezifische Besonderheiten an. Die Datengrundlage basiert auf vorhandenen Untersuchungen, Monitoring-Daten und Simulationen. Ein digitales Tool erstellt daraufhin halbautomatisch passende Vorschläge für Umweltberichte, abgestimmt auf die jeweiligen Flächeneigenschaften.

Beteiligte Akteure:

- Umweltgutachter und ökologische Planungsbüros
- Genehmigungsbehörden
- Bundesamt für Naturschutz (BfN)
- Projektträger wie ÜNB und Planungsbüros
- Umweltministerien auf Bundes- und Landesebene

Form der Lösung:

- Digitales Tool mit vorgefertigten Templates
- Bundesweiter Leitfaden und Datenbank mit geprüften Landschaftstypen und standardisierten Empfehlungen
- Integration in bestehende UVP-Prozesse und digitale Genehmigungsplattformen

Wie realistisch ist die Umsetzung?:

Mittelfristig realisierbar. Erste Projekte zu Standardisierung von Artenschutzprüfungen existieren bereits. (vgl. Wulfert/Lau/Widdig/Müller-Pfannenstiel/Mengel 2015) Voraussetzung ist die bundesweite Koordinierung durch das Umweltbundesamt oder das BfN. Für pragmatische Umsetzung braucht es Pilotprojekte sowie gesetzliche Anpassungen, z. B. zur Anerkennung vereinfachter Prüfverfahren bei geringen Risiken.

4.1.9 Nationale Netzausbaustelle

0,85

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Institutionalisierung des Übertragungsnetzausbaus durch eine unabhängige, staatlich mandatierte Stelle, die Planung, Steuerung, Kommunikation und Monitoring in einem übergeordneten Gremium zusammenführt und parteipolitisch neutral agiert.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Der Netzausbau ist aktuell stark abhängig von politischen Priorisierungen und kurzfristigen Legislaturperioden. Richtungswechsel bei Regierungswechseln führen häufig zu Verzögerungen, Umplanungen oder sogar zum Stillstand einzelner Projekte. Es fehlt eine überparteiliche Institution, die langfristig und konsistent den Ausbau vorantreibt und koordiniert.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Die nationale Netzausbau-Stelle wird als eigenständige Institution gegründet und mit weitreichender Planungskompetenz sowie regulatorischer Verantwortung ausgestattet. Sie koordiniert die Netzausbauaktivitäten der ÜNBs, ist Schnittstelle zu den Landesbehörden

und übernimmt die strategische Steuerung in Zusammenarbeit mit der BNetzA und dem BMWi.

- Langfristige Netzausbaustrategie mit gesetzlich gesicherter Unabhängigkeit
- Permanenter Fahrplan und Monitoring für alle BBPIG-Projekte
- Einheitliche Kommunikationsschnittstelle für alle Stakeholder
- Frühzeitige Bürgerinformation und Konfliktmanagement
- Berichtspflicht gegenüber Bundestag, aber ohne politische Weisungsgebundenheit

Beteiligte Akteure:

- BNetzA
- BMWi
- ÜNBs als operative Umsetzer
- Landesbehörden, Planungsbüros, Kommunen (kooperativ eingebunden)
- Externe Fachgremien, Bürgervertretungen

Form der Lösung:

- Staatsunabhängige Einrichtung mit eigenem Mandat (analog zur Stiftung Datenschutz oder DENA)
- Eigenes Budget und operatives Personal
- Digitale Plattform zur Transparenz und Beteiligung
- Regelmäßige Evaluierung durch unabhängige Gremien

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Politisch ambitioniert, aber mittelfristig möglich. Die Dringlichkeit der Energiewende und die Notwendigkeit verlässlicher Planungsprozesse erhöhen den Handlungsdruck. Eine solche Stelle würde die Planungssicherheit stärken, Akzeptanz bei Bürgern erhöhen und den Netzausbau entpolitisieren. Herausforderungen bestehen in der Definition der Kompetenzen und der Abgrenzung gegenüber bestehenden Behördenstrukturen.

4.1.10 Software-Hub für Genehmigungs- und Stakeholdermanagement

1

langfristig

Übergeordnetes Ziel:

Schaffung einer bundesweit standardisierten Plattform, die alle für Planung und Genehmigung relevanten Informationen sowie sämtliche Interaktionen, Dokumente und Verfahrensschritte digital abbildet und zusammenführt. Ziel ist eine signifikante Reduktion von Prozesslaufzeiten, Fehlerquellen und Verwaltungskosten bei gleichzeitiger Erhöhung von Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Datenqualität.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Bislang arbeiten zahlreiche Stakeholder im Netzausbau oft isoliert voneinander. Der Informationsaustausch ist fragmentiert, Daten werden mehrfach und teils manuell erfasst, und die Kommunikation zwischen Behörden, Netzbetreibern, Versorgern und weiteren Akteuren erfolgt über unterschiedliche Systeme oder auf analogem Weg. Dies führt zu Medienbrüchen, Verzögerungen, fehlender Transparenz und erhöhtem Abstimmungsaufwand bei Antrags- und Beteiligungsverfahren.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Die Plattform vereint ein hochauflösendes Geoinformationssystem (GIS) mit umfassenden Daten zu bestehenden Infrastrukturen, Eigentumsverhältnissen, Umweltauflagen und Verfahrensanforderungen. Alle beteiligten Akteure, von Übertragungsnetzbetreibern und Versorgern über Bauämter und Planungsbüros bis zu Umweltbehörden, pflegen ihre Daten kontinuierlich ein und können über rollenbasierte Zugänge auf die Plattform zugreifen.

Digitale Workflows ermöglichen die strukturierte Antragstellung, die Nachverfolgung von Bearbeitungsständen und die zentrale Verwaltung von Genehmigungsunterlagen. Intelligente Formulare, automatisierte Erinnerungen, Checklisten und Schnittstellen zu bestehenden Fachverfahren sorgen für prozesssichere Abläufe. Interaktive Karten- und Analysewerkzeuge, eine versionsgesicherte Dokumentenablage und ein Kommunikationsmodul unterstützen alle Verfahrensbeteiligten.

Beispielhafte Funktionen und Dateninhalte:

- Hochauflösendes GIS mit Leitungstrassen, Grundstücks- und Schutzgebietsangaben
- Übersicht über alle laufenden Verfahren, Fristen und Zuständigkeiten
- Digitale Antragsstrecken, Upload- und Versionsverwaltung, Statusabfragen

- Automatisierte Erstellung und Zusammenstellung von Antragsunterlagen
- Schnittstellen zu Grundbuch, Umweltregistern und Verwaltungsplattformen
- Rollenbasierte Zugriffsrechte und geschützte Kommunikationsbereiche
- Visualisierung von Zeitachsen, Milestones und Beteiligungsprozessen

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Kommunale und Landesbehörden
- Wasser- und Telekommunikationsversorger
- Planungsbüros, Bauunternehmen, Umweltgutachter
- Eigentümervertretungen (z. B. Bahn, Landwirtschaft)
- BNetzA
- Politik, Umweltverbände, Öffentlichkeit

Form der Lösung:

- Webbasierte, cloudgestützte Plattform mit modularer Architektur
- Integration von GIS-Funktionalitäten, Dokumenten- und Prozessmanagement
- Zentrale, neutrale Trägerschaft (z. B. Bundesnetzagentur oder IT-Kompetenzzentrum)
- Einbindung bestehender Verwaltungssysteme über standardisierte Schnittstellen
- DSGVO-konforme Datenhaltung und Sicherheitsstandards



Wie realistisch ist die Umsetzung?:

Die technische und organisatorische Umsetzung ist langfristig realisierbar. Viele der erforderlichen Bausteine und Daten existieren bereits dezentral; erste Pilotprojekte in einzelnen Bundesländern belegen die Machbarkeit. (vgl. GDI.NRW, o.J.) Für eine bundesweite Umsetzung sind eine politische Initiative zur Standardisierung, verbindliche Vorgaben für die Datenpflege sowie die Klärung von Datenschutz- und Zuständigkeitsfragen erforderlich. Bei klarer Governance und ausreichender Initialfinanzierung bietet das Konzept die Chance, Netzausbauverfahren grundlegend zu modernisieren und deutlich zu beschleunigen.

Abb. 26: Mockup



4.1.11 Arbeitsressourcen-Planungstool für Infrastrukturprojekte

0,805

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Ein vorausschauendes, zentralisiertes Ressourcenmanagement zur gleichmäßigen Auslastung von Personal und Equipment über alle Projektphasen und Standorte hinweg. Ziel ist es, eine strategische Kapazitätsplanung zu etablieren, die flexible Umverteilungen bei Planabweichungen ermöglicht.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Der Fachkräftemangel stellt eine der zentralen Hürden im Stromnetzausbau dar. Gleichzeitig mangelt es an übergreifender Koordination bei der Zuweisung von Spezialteams und Ressourcen über verschiedene Bauprojekte hinweg. Bauvorhaben geraten dadurch ins Stocken, da spezialisierte Arbeitskräfte zeitlich unkoordiniert eingeplant oder überlastet sind.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Die Lösung besteht aus einer webbasierten, interaktiven Softwareplattform mit Projektmanagementfunktionen. Alle laufenden und geplanten Netzausbauprojekte werden zentral mit Zeitachsen, Personalbedarfen, Bauphasen

und Standortdaten hinterlegt. Fachpersonal wird in einem Kompetenzpool erfasst und kann projektübergreifend eingeplant werden.

Wesentliche Funktionen:

- Zeitliche Visualisierung aller Projekte nach Bauphasen
- Matching-Logik zwischen Personalverfügbarkeiten und Projektbedarfen
- Dynamische Umplanung bei Engpässen
- Monitoring von Auslastung einzelner Teams und Gewerke
- Frühwarnsystem bei drohenden Kapazitätsengpässen
- Schnittstellen zu HR-Systemen der ÜNBs und Baufirmen

Beispielhafte Parameter je Projekt:

- Baustart und Bauzeitraum
- Notwendige Qualifikationen (z. B. Kabelmontage, Bodenanalyse, Artenschutzexpertise)
- Personalanzahl und Verfügbarkeit
- Ressourcen wie Baufahrzeuge, Bohrgeräte oder Transformatorlieferungen
- Standortbedingungen und mögliche Zielkonflikte

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Bauunternehmen, Tiefbau- und Montageteams
- Projektsteuerungsbüros und Planungsdienstleister
- Personalvermittlungsagenturen
- Firmen für besondere Bauleistungen (z. B. Kampfmittelräumung, Geotechnik)

Form der Lösung:

- Projekt- und Ressourcenmanagement-Plattform
- Rollenbasierter Zugang
- Verknüpfung mit Genehmigungsstatus und Projektmeilensteinen
- Integration von Prognose-Algorithmen zur Kapazitätsplanung auf Basis historischer Projektdaten

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Die technische Umsetzung ist mittelfristig realisierbar. Voraussetzung ist die Bereitschaft zur überbetrieblichen Zusammenarbeit und einheitlichen Datenerfassung durch alle Beteiligten. Ein initiales Pilotprojekt, koordiniert durch eine neutrale Institution (zum Beispiel Deutsche Energie-Agentur oder BNetzA), könnte als Blaupause für eine nationale Lösung dienen.

4.1.12 Digitales Einarbeitungstool zur Altdatenintegration

0,515

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Vollständige Erfassung, Strukturierung und Digitalisierung aller relevanten Bestandsdaten, um diese für neue digitale Werkzeuge wie digitale Zwillinge, GIS-Systeme und Planungsoftware nutzbar zu machen. Dies schafft eine belastbare Datenbasis für künftige Vorhaben und verbessert die Prozessqualität im gesamten Netzausbau.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Ein großer Teil der bestehenden Netzinfrastuktur ist unzureichend digital dokumentiert. Viele relevante Informationen liegen nur in analogen Formaten vor oder sind über verschiedene Systeme verteilt. Dies erschwert die Integration in digitale Planungs- und Genehmigungsprozesse erheblich und führt zu unnötigen Verzögerungen und Mehraufwänden.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Das Tool besteht aus einem modularen Softwarepaket, das Bestandsinformationen aus verschiedenen Quellen (z. B. Baupläne, Archive, analoge Karten, Behördenakten) systematisch erfassen, digitalisieren, klassifizieren und in standardisierte Datenformate überführen kann.

Wesentliche Funktionen:

- Automatisierte Analysemodule zur Lückenidentifikation
- Checklisten zur strukturierten Datenerhebung
- Anbindung an Drohnen- und Laserscanning-Dienste zur Geodatenerfassung
- Schnittstellen zu Digital Twin-, Building-Information Modelling (BIM)- und GIS-Plattformen
- Qualitative Bewertung der Datenintegrität und Revisionssicherheit

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- IT- und Datenmanagement-Dienstleister
- Archivierungsstellen und Vermessungsämter
- Bau- und Ingenieurbüros
- BNetzA
- Landes- und Kommunalverwaltungen

Form der Lösung:

- Webbasierte Anwendung mit lokalen Modulen für Scan- und Datenimport
- Mobile App für Vor-Ort-Datenerhebung und Drohnenintegration
- Gemeinsame Datencloud zur kollaborativen Bearbeitung durch verschiedene Stakeholder
- Lizenzmodell für ÜNBs, öffentliche Stellen und beauftragte Dienstleister

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Mittelfristig realisierbar, da zahlreiche Digitalisierungstechnologien bereits verfügbar sind. Entscheidend ist die Standardisierung von Datenformaten und der politische Wille zur Priorisierung von Altdatenintegration als strategischer Infrastrukturbaustein. Pilotregionen könnten helfen, initiale Use Cases zu evaluieren und technische Standards zu etablieren.

4.2 Ökonomie und Ressourceneffizienz

4.2.1 Symbiose der Infrastruktur

0,935

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Synergien zwischen verschiedenen Infrastrukturprojekten nutzen, indem Stromtrassen gemeinsam mit bestehenden oder geplanten Verkehrswegen (Bahn, Autobahn) oder Kommunikationsleitungen (Glasfaser) geplant und gebaut werden. So können Eingriffe in Natur, Eigentumsrechte und öffentliche Räume gebündelt, reduziert und effektiver gestaltet werden.

Der kombinierte Ausbau erhöht die Effizienz, beschleunigt Genehmigungen und steigert die Akzeptanz in der Bevölkerung durch weniger Einzelmaßnahmen.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Der Netzausbau steht häufig in Konflikt mit Flächennutzung, Naturschutz und der gesellschaftlichen Akzeptanz. Neue Trassenführungen treffen auf Widerstand, verursachen hohe Planungskosten und verbrauchen zusätzliche Flächen. Gleichzeitig laufen viele parallele Infrastrukturprojekte unabhängig voneinander, ohne gegenseitige Abstimmung oder Koordination.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Bei der Planung neuer Stromtrassen wird systematisch geprüft, ob bestehende oder bereits geplante Infrastrukturen wie Bahntrassen, Autobahnen oder Glasfaserleitungen als Korridore für zusätzliche Leitungen genutzt werden können. Dafür werden Multi-Use-Masten entwickelt, die mehrere Technologien etwa Stromleitungen, 5G und Glasfaser bündeln. Ein zentrales, digitales Infrastrukturmodell Deutschlands bildet alle geplanten und bestehenden Trassen verschiedener Infrastrukturbereiche ab und ermöglicht so frühzeitige Synergien und Kombinationen.

Gesetzliche Regelungen werden entsprechend angepasst, um gemeinsame Planungs- und Genehmigungsverfahren, beispielsweise mit kombinierten Ausschreibungen und abgestimmten Umweltprüfungen, zu ermöglichen. Die Projektentwicklung erfolgt in interdisziplinären Teams, in denen beispielsweise Übertragungsnetzbetreiber, Bahnunternehmen und Telekommunikationsanbieter gemeinsam Anforderungen abstimmen und die Umsetzung koordinieren.

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Deutsche Bahn, Autobahn GmbH, Telekommunikationsunternehmen
- BNetzA, Bundesverkehrsministerium
- Planungsbehörden und Landesministerien
- Kommunen, Naturschutz- und Umweltverbände

Form der Lösung:

- Digitales Planungstool mit Infrastrukturschnittstellen
- Rechtlicher Rahmen für kombinierte Infrastrukturprojekte
- Pilotprojekte in ausgewählten Regionen mit hohem Synergiepotenzial
- Integration in überregionale Infrastrukturstrategien des Bundes

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Realistisch mit Pilotcharakter. Erste Ansätze (z. B. Stromtrassen entlang von Autobahnen oder Bahnlinien) existieren bereits, jedoch ohne systematische Strategie oder gemeinsame Plattform. (vgl. Bundesnetzagentur, 2019, S.5) Eine bundeseinheitliche Koordinierungsstelle für „Infrastruktur-Symbiosen“ könnte dieses Modell standardisieren. Die technische Machbarkeit ist gegeben entscheidend ist die intersektorale Kooperation und ein rechtlicher Rahmen für gemeinsame Planung.

4.2.2 Raum-Bündelzonen für Infrastruktur

0,97

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Schaffung eines langfristig planbaren, geordneten Rahmens für den Ausbau der Infrastruktur durch die frühzeitige Bündelung und Sicherung von geeigneten Korridoren in einem rechtsverbindlichen Zonenmodell.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Infrastrukturprojekte scheitern oder verzögern sich häufig an langwierigen Flächensicherungsverfahren. Grundstücksverhandlungen, Eigentumsstreitigkeiten und ungeklärte Nutzungsrechte bremsen die Planfeststellung erheblich. Zudem konkurrieren unterschiedliche Projekte (z. B. Strom, Bahn, Glasfaser) um dieselben Flächen.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Auf Grundlage von Netzentwicklungsplänen, städtebaulichen Prognosen und Klimazielen werden sogenannte Raum-Bündelzonen identifiziert. Diese Zonen werden auf Landes- oder Bundesebene raumplanerisch ausgewiesen und mit grundlegenden Genehmigungsvorbereitungen versehen. Innerhalb dieser Bereiche

können Infrastrukturprojekte vorrangig geplant und umgesetzt werden. Digitalisierung unterstützt dabei die Visualisierung und Verwaltung der Zonen. Eigentümer werden frühzeitig kontaktiert und über geplante Infrastrukturvorhaben informiert.

Beteiligte Akteure:

- Landesplanungsbehörden
- BNetzA
- ÜNB und andere Infrastrukturbetreiber
- Umwelt- und Raumplanungsbüros
- Grundstückseigentümer und Kommunen

Form der Lösung:

- Raumplanerisch verankerte Korridore im Landesentwicklungsplan
- Flächenkataloge mit Nutzungsvorbereitung
- Integration in digitale Infrastruktur-Datenplattformen
- Kombination mit Kompensationsmodellen und Beteiligungsprozessen

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Mittelfristig realistisch, eine bundeseinheitliche Koordinierung wäre hilfreich. Die Übertragung auf sektorübergreifende Infrastrukturprojekte erfordert einheitliche Kriterien und politische Initiative auf Bundesebene.

4.2.3 Mikroinfrastruktur unter Freileitungen

0,905

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Freileitungsinfrastruktur strategisch als Träger für weitere gesellschaftlich relevante Systeme nutzen zur besseren Flächennutzung, für breitere öffentliche Akzeptanz und als Innovationsplattform.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Freileitungsmasten gelten oft als landschaftsverändernd und stoßen auf Widerstand in der Bevölkerung. Gleichzeitig fehlen vielerorts Infrastrukturen für Digitalisierung, Umweltmonitoring oder Bildung. Die ungenutzten Potenziale bestehender Strommasten bleiben bislang weitgehend unerschlossen.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Bei der Planung neuer oder beim Nachrüsten bestehender Freileitungsmasten werden Zusatzmodule für Mikroinfrastrukturen mitgedacht.

Beispiele für integrierbare Komponenten könnten sein:

- Wetterstationen zur lokalen Klimadatenerhebung
- Vogelbeobachtungskameras für Naturschutz und Bildung
- 5G- oder LoRaWAN-Repeater zur Verbesserung der digitalen Abdeckung im ländlichen Raum
- Umwelt- oder Schadstoffsensoren für Forschung und Monitoring
- ggf. auch Mietoptionen für Dritte (z. B. Wissenschaft, Agrartechnik)

Die technische Umsetzung erfolgt modular unter Berücksichtigung von Sicherheitsabständen zu stromführenden Leitungen und statischen Belastungsgrenzen

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Umweltforschungsinstitute
- Telekommunikationsanbieter
- Kommunen
- Bildungseinrichtungen und NGOs
- Private Unternehmen mit Infrastrukturinteresse (z. B. Mobilfunk, Landwirtschaft)

Form der Lösung:

- Technisches Integrationskonzept als Add-on bei der Trassenplanung
- Lizenz- oder Pachtmodell für Zusatznutzung
- Online-Datenplattform für öffentlich einsehbare Informationen aus den installierten Systemen (z. B. Echtzeit-Wetterdaten)

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Gut realisierbar. Die technische Integration ist bei vielen Anwendungen unproblematisch. Klärungsbedarf besteht vorrangig beim Nutzungsrecht, der Haftung und bei regulatorischen Vorgaben. Erste Pilotprojekte könnten unter wissenschaftlicher Begleitung als Machbarkeitsstudien realisiert werden.

4.2.4 Standortplaner für die Industrie

1

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Industrieunternehmen gezielt bei der Auswahl zukunftssicherer, energieeffizienter Standorte unterstützen unter Berücksichtigung geplanter Netzausbauprojekte, Energieverfügbarkeit und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Die geografische Verschiebung der Stromerzeugung durch den Ausbau erneuerbarer Energien führt dazu, dass bestehende Industriestandorte teils nicht mehr optimal versorgt werden können.

Gleichzeitig entstehen durch fehlende Koordination zwischen Industrieansiedlung und Netzinfrastruktur unnötige Ausbaumaßnahmen, die Zeit und Ressourcen kosten.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Ein digitales Planungstool integriert zukünftige Netzausbaupläne, aktuelle und prognostizierte Energieverfügbarkeiten sowie wirtschaftliche Kennzahlen. Unternehmen geben individuelle Parameter wie Energiebedarf, Branche, Flächen- und Infrastrukturansprüche ein und

erhalten daraufhin passende Standorte mit optimaler Energieanbindung, verfügbarer Netzkapazität und günstigen wirtschaftlichen Bedingungen angezeigt. Dabei werden auch potenzielle Synergien mit bestehenden oder geplanten Industrieclustern berücksichtigt. Bei Bedarf bietet das System eine Verknüpfung zu relevanten Förderprogrammen und regionalen Ansprechpartnern.

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Industrie- und Handelskammern (IHK)
- BNetzA
- Bundes- und Landeswirtschaftsministerien
- Wirtschaftsförderungen der Kommunen
- Industrieunternehmen und Investoren

Form der Lösung:

- Interaktive, cloudbasierte Webanwendung
- Visualisierung über GIS-Karten
- API-Anbindung an aktuelle Netzentwicklungspläne, Standortdatenbanken und Wirtschaftsdaten
- Optionale Einbindung in Genehmigungs- oder Förderplattformen

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Mittelfristig gut umsetzbar. Viele relevante Daten liegen bereits vor, müssten jedoch standardisiert, konsolidiert und digital verknüpft werden. Erfolgsfaktor ist die enge Kooperation zwischen Netzbetreibern, Behörden und Industrieverbänden. Pilotregionen (z. B. Wasserstoffcluster) könnten als erste Anwendungsfälle dienen.

4.2.5 Frühzeitiges Bedarfs- ermittlungstool für zentrale Materialbeschaffung

0,73

langfristig

Übergeordnetes Ziel:

Durch die vorausschauende Erfassung von Bedarfen aller geplanten ÜNB-Projekte sollen Materialengpässe antizipiert und Hersteller frühzeitig eingebunden werden. Ziel ist die Schaffung eines strategischen Beschaffungspools, der auf aggregierten Bedarfen basiert, Synergieeffekte hebt und Herstellern Planungssicherheit bietet.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Im aktuellen Ausbauprozess erfolgt die Beschaffung benötigter Bauteile häufig projektbezogen und relativ spät im Ablauf, meist erst nach Planfeststellung oder kurz vor Baubeginn. Aufgrund globaler Nachfrageüberhänge und geringer Produktionskapazitäten für kritische Komponenten wie Transformatoren, Kabel oder Masten kommt es dadurch zu Lieferzeiten von bis zu fünf Jahren.

Die daraus resultierenden Verzögerungen verhindern eine rechtzeitige Umsetzung selbst bewilligter Projekte.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Das Bedarfsermittlungstool verknüpft die langfristige Netzausbauplanung mit einem digitalen Prognose- und Bestellsystem. Basierend auf genehmigten Projekten (z. B. BBPIG oder NEP) sowie bekannten technischen Standards ermittelt das System den voraussichtlichen Materialbedarf, sowohl qualitativ (Komponententypen) als auch quantitativ (Stückzahlen). Die Daten werden gebündelt und in Form von Rahmenanforderungen den Zulieferern zur Verfügung gestellt.

Funktionale Eigenschaften:

- Vernetzung mit dem NEP und Planungsdaten der ÜNB
- Prognosemodell für Bauteilbedarf über 5–10 Jahre
- Clusterung nach Regionen, Bauzeitpunkten und Infrastrukturtypen
- Automatisierte Generierung von „Rahmenabrufen“ für Produktionspartner
- Priorisierung kritischer Bauteile mit langen Lieferzeiten (z. B. 400 kV-Trafos)
- Monitoring-System zur Produktionsverfolgung und Liefertermin-Tracking

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Hersteller von Netzausbaukomponenten
- Zulieferer und Komponentenproduzenten

- Planungsbüros und Generalunternehmer
- BMW/BNetzA als koordinierende Instanzen
- Logistikpartner und Montageunternehmen

Form der Lösung:

- Cloudbasiertes Planungs- und Beschaffungssystem
- Modulares Dashboard für ÜNBs und Hersteller mit Forecasting-Funktion
- Schnittstelle zu Lieferantenplattformen und industriellen ERP-Systemen
- Erweiterbar für grenzüberschreitende Koordination mit Nachbarländern (z. B. für Interkonnektoren)

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Technisch ist die Lösung langfristig realisierbar. Entscheidend ist die Bereitschaft zur übergreifenden Zusammenarbeit zwischen den ÜNBs sowie die Einbindung von Lieferanten in frühe Planungsphasen. Erste Anläufe könnten durch ein Pilotprojekt unter der Koordination des BMW oder eines ÜNB-Konsortiums erfolgen. Zusätzlich wäre eine regulatorische Flankierung sinnvoll, die zentrale Beschaffung und Vorproduktion rechtlich sowie haushalterisch absichert.

4.2.6 Abwägungstool für wachstumsbedingte Zielkonflikte im Netzausbau

0,695

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Ein digitales, utilitaristisch ausgerichtetes Bewertungstool schafft objektive Entscheidungsgrundlagen, um Alternativen wie Freileitung versus Erdkabel, Trassenverlauf oder Priorisierung von Bauabschnitten in ihrer Gesamtauswirkung abzuwägen.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Netzausbauprojekte stehen häufig im Spannungsfeld zwischen Zeitdruck, Kosten, ökologischen Auswirkungen und gesellschaftlicher Akzeptanz. Derzeit fehlen standardisierte, nachvollziehbare Entscheidungsgrundlagen für diese Zielkonflikte, was zu Verzögerungen, Streitfällen oder ineffizienten Entscheidungen führt.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Ein digitales Tool bewertet verschiedene Umsetzungsoptionen von Infrastrukturprojekten anhand definierter Kriterien wie Bauzeit, Kosten, Umweltauswirkungen, gesellschaft-

licher Akzeptanz und lokalem Strombedarf. Diese Kriterien werden je nach Region unterschiedlich gewichtet zum Beispiel kann in dünn besiedelten Gebieten die Geschwindigkeit der Umsetzung wichtiger sein, während in touristisch geprägten Regionen der Schutz des Landschaftsbilds im Vordergrund steht. Das Tool erstellt daraus ein Kosten-Nutzen-Ranking und empfiehlt Projektteams und Behörden die bestmögliche Gesamtoption. So erkennt das System etwa, ob trotz gesellschaftlicher Vorbehalte eine Freileitung in einer Region mit akutem Versorgungsbedarf langfristig vorteilhafter ist. In der frühen Projektplanung eingesetzt, unterstützt das Tool zudem Mediationen und die Kommunikation mit der Öffentlichkeit.

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Planungs- und Genehmigungsbehörden
- Umweltgutachter und Energieexperten
- Bürgerbeteiligungsplattformen
- Kommunen und Interessensvertreter
- Softwareentwickler und Datenanalysten

Form der Lösung:

- Web- oder desktopbasiertes Softwaretool
- Interaktive Oberfläche mit Vergleichsmodul und Visualisierung
- API-Anbindung an bestehende GIS- und Planungsdatenbanken
- Erweiterbar durch regionale Faktoren und Beteiligungsergebnisse

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Mittelfristig realisierbar. Die notwendigen Datengrundlagen sind in vielen Fällen bereits vorhanden, müssen jedoch zentral aufbereitet und standardisiert werden. Die Methode stützt sich auf bekannte Entscheidungsverfahren aus der Infrastrukturplanung (z. B. Multi-Criteria Analysis) und kann durch KI-gestützte Analysen ergänzt werden. (vgl. Bošnjak, Nikša, 2023, S. 1) Ein Prototyp ließe sich zunächst für Modellregionen entwickeln und später bundesweit skalieren.

4.2.7 Strategische Bedarfs- ermittlung im Voraus

0,745

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Ein System zur vorausschauenden Bedarfsermittlung, das auf Basis zukünftiger Infrastrukturentwicklung potenziell relevante Flächen analysiert und für eine spätere Nutzung vorbereitend sichert, um unnötige Verzögerungen im Netzausbau zu vermeiden.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Die Flächensicherung erfolgt derzeit oft erst nach der formellen Trassenfestlegung, was zu langen Verhandlungen, überhöhten Bodenpreisen und teils langjährigen Enteignungsverfahren führt. Strategisch wichtige Flächen, etwa in Nähe zu Umspannwerken oder an geplanten Netzknotenpunkten, sind nicht frühzeitig verfügbar.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Zunächst werden bestehende und geplante Netze, Umspannwerke sowie Erzeugungs- und Verbrauchsschwerpunkte analysiert. Mithilfe algorithmischer Prognosen lassen sich daraus potenzielle Trassenabschnitte oder Knotenpunkte identifizieren, beispiels-

weise zwischen geplanten Kraftwerken und bestehenden Netzen. Diese Flächen werden anschließend nach ihrer Relevanz, ihrem Risiko und dem zeitlichen Horizont ihres voraussichtlichen Bedarfs klassifiziert und anschließend dokumentiert und verwaltet in einem zentralen GIS-gestützten Planungstool.

Die Flächen werden frühzeitig gesichert durch:

- Vorkaufsrechte
- Flächenreserven in Regionalplänen
- Rahmenvereinbarungen mit Eigentümern oder Gemeinden

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Landes- und Regionalplanung
- Grundstückseigentümer
- Kommunen
- BNetzA
- Projektentwickler und Planungsbüros

Form der Lösung:

- Zentrale digitale Plattform zur Verwaltung strategischer Flächen
- Frühwarnsystem für Engpass-Regionen
- Kombination aus GIS-Technologie und Bedarfsprognose-Software
- Zusammenarbeit mit Katasterämtern und Landesplanung

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Die Umsetzung ist bei klarer politischer Unterstützung realistisch. Technische Grundlagen wie GIS, Flächendatenbanken und Bedarfsprognosen bestehen bereits. Die Herausforderung liegt in der rechtlichen Absicherung der Flächensicherung sowie in der Einbindung föderaler Planungsebenen.

4.2.8 Energiebonus für betroffene Haushalte

0,845

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz für Netzausbauprojekte durch direkte finanzielle Vorteile, wie zum Beispiel reduzierte Strompreise, für betroffene Anwohnerinnen und Anwohner.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Der Bau von Übertragungsleitungen führt oft zu Sorgen über Wertverluste bei Grundstücken und Immobilien. Gleichzeitig entstehen Lärm-, Sicht- oder Umwelteinflüsse. Die Folge sind Ablehnung, Widerstand und Klageverfahren, die Netzausbauprojekte verzögern. Es fehlt ein direkter individueller Anreiz, die Maßnahmen vor Ort mitzutragen.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Haushalte, die im direkten Umfeld neuer Stromtrassen oder Umspannwerke leben, beispielsweise in einem Umkreis von weniger als 400 Metern, erhalten als Ausgleich einen Bonus, etwa in Form von Strompreisreduktionen oder Gutschriften. Die Berechtigung wird anhand der Grundsteueradresse oder des

georeferenzierten Einzugsgebiets der jeweiligen Trasse bestimmt. Der Bonus gilt für einen festgelegten Zeitraum, beispielsweise für zehn Jahre ab Inbetriebnahme der Anlage.

Die Umsetzung kann über zwei Varianten erfolgen:

- Reduziertes Netzentgelt (z. B. 25–50 % Nachlass auf die Netznutzungsgebühr)
- Jährlicher Stromgutschein (z. B. 100–200 €) über die zuständigen Netzbetreiber

Beteiligte Akteure:

- BNetzA (Regelsetzung und Genehmigung)
- ÜNB (Auszahlung, Datengrundlage)
- Energieversorger und Netzbetreiber
- Kommunen (Information und Monitoring)

Form der Lösung:

- Gesetzlich geregeltes Bonusmodell für Anwohnende
- Automatisierte Anwendung über digitale Stromabrechnung
- Öffentlich einsehbare Informationsplattform für Anspruchsprüfung

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Gut realisierbar. Vergleichbare Modelle bestehen bereits im Ausland (z. B. UK Electricity Infrastructure Community Benefit Funds). (vgl. GOV.UK, 2025) Auch in Deutschland gibt es erste Diskussionen über finanzielle Beteiligungen der Anwohnende. (vgl. Bundesverband Windenergie, 2024, S.5) Notwendig wäre ein regulatorischer Rahmen im EnWG oder BBPG sowie politische Zustimmung zur Finanzierung über Netzentgelte oder öffentliche Fonds.

4.2.9 Prämienmodell für kooperationsbereite Kommunen

0,845

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Stärkung der kommunalen Kooperationsbereitschaft durch ein transparentes Anreizsystem, das sowohl finanzielle Mittel als auch infrastrukturelle Vorteile für engagierte Gemeinden vorsieht.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Kommunen sehen sich beim Netzausbau häufig in der Rolle des Vermittlers zwischen Bürgerinteressen, Verwaltungsaufgaben und Vorhabenträgern. Ohne konkreten Mehrwert vor Ort fehlt häufig die Motivation, den Ausbau proaktiv zu unterstützen. Zudem schrecken viele Kommunen vor dem Verwaltungsaufwand oder potenziellem Widerstand zurück.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Kommunen, die sich bei der Flächensicherung, in der Öffentlichkeitsarbeit und bei der Beschleunigung von Genehmigungsprozessen besonders kooperativ zeigen, erhalten zweckgebundene Prämienmittel. Diese Fördergelder können gezielt in Infrastrukturprojekte wie die Modernisierung von Schulen, den Ausbau

des Nahverkehrs, die digitale Verwaltung oder energetische Sanierungen investiert werden.

Die Vergabe der Prämien erfolgt nach klaren Bewertungskriterien, etwa:

- Schnelle Bereitstellung von Planungsunterlagen
- Aktive Bürgerkommunikation und Beteiligung
- Unterstützung bei der Einwendungsmoderation
- Bereitstellung kommunaler Flächen oder Daten

Die Auszahlung der Prämien erfolgt projektbezogen durch eine zentrale Stelle, wie beispielsweise die BNetzA oder einen speziellen Infrastruktur-Förderfonds.

Beteiligte Akteure:

- Kommunalverwaltungen
- BNetzA (Koordination und Bewertung)
- ÜNB (Projektträger)
- Bundes- oder Landesfinanzministerien (Bereitstellung der Mittel)

Form der Lösung:

- Prämienrichtlinie mit definierten Bewertungsmaßstäben
- Fördertopf auf Bundesebene
- Transparente Übersicht über prämierte Kommunen als Good-Practice-Beispiele

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Gut realisierbar. Erfolgsmodelle existieren bereits im Bereich der Windkraft (kommunale Beteiligungsmodelle in MV). (vgl. LEKA MV, o.J.) Voraussetzung ist ein klarer gesetzlicher Rahmen sowie eine faire, nachvollziehbare Mittelvergabe.

4.2.10 Schutzmechanismus gegen spekulative Preissteigerungen

0,585

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Schaffung eines rechtskonformen Instruments zur Deckelung von Preissteigerungen bei Flächenverhandlungen im Infrastrukturausbau, um Planungssicherheit zu erhöhen und Projektverzögerungen durch Preisverhandlungen oder Spekulation zu vermeiden.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Nach der öffentlichen Bekanntgabe von Netzausbauvorhaben steigen in betroffenen Regionen häufig die Grundstückspreise spekulativ an. Dies erschwert Flächensicherungen erheblich, führt zu langwierigen Verhandlungen oder Enteignungsverfahren und erhöht die Gesamtkosten der Projekte signifikant.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Vor der offiziellen Bekanntgabe neuer Trassenkorridore oder Großprojekte werden die betroffenen Grundstücke von unabhängigen, öffentlich bestellten Gutachtern notariell bewertet. Die dabei ermittelten Bodenrichtwerte werden in einem staatlichen Register archiviert und dienen später als verbindliche

Grundlage für Entschädigungen oder Verhandlungen. Bei Enteignungen oder freiwilligen Verkäufen im Zuge des Netzausbaus wird dieser vorher festgelegte Referenzpreis als Verhandlungsbasis genutzt. Ein entsprechendes Infrastrukturgesetz sorgt dafür, dass spekulative Preissteigerungen wirksam verhindert werden.

Beteiligte Akteure:

- Kataster- und Vermessungsämter
- BNetzA und ÜNB
- Grundstückseigentümer
- Kommunale Verwaltungen und Enteignungsbehörden

Form der Lösung:

- Gesetzlich geregelter Bewertungsmechanismus mit digitalem Register
- Verpflichtende notarielle Bodenwerterfassung bei strategischen Projekten
- Transparente Zugänglichkeit der Referenzwerte für alle Beteiligten

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Sehr gut realisierbar. Vergleichbare Verfahren existieren im Rahmen von Enteignungs- und Infrastrukturgesetzen bereits in anderen Bereichen (z. B. Bundesfernstraßengesetz). (vgl. Bundesamt für Justiz, 2023) Voraussetzung ist eine rechtliche Klarstellung zur Verbindlichkeit der Bewertung sowie ausreichende Kapazitäten bei Gutachtern und Behörden. Der Nutzen liegt in einer erheblichen Kostenstabilisierung und Planungsbeschleunigung.

4.3 Stakeholderpartizipation und Akzeptanz

4.3.1 Gegenvorschlagspflicht bei Einwendungen

0,735

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Ziel ist es, durch die Verpflichtung zur Vorlage von Alternativvorschlägen die Qualität von Einwendungen zu verbessern, Behörden zu entlasten und den öffentlichen Diskurs auf produktive Lösungen zu lenken.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Einwendungen im Planfeststellungsverfahren führen regelmäßig zu erheblichen Verzögerungen, da sie häufig rein ablehnend formuliert sind und keine praktikablen Alternativen bieten. Behörden prüfen jede Einwendung, selbst wenn keine Lösungsvorschläge beigefügt sind, was den Dialog erschwert und Planungsprozesse unnötig verlängert.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Für Einwendungen gegen Netzausbauprojekte gilt künftig die gesetzliche Vorgabe, dass sie einen konstruktiven Alternativvorschlag enthalten müssen, sei es in technischer, räumlicher oder zeitlicher Hinsicht, wie etwa eine alternative Trassenführung oder Bauweise. Fehlt ein solcher Gegenvorschlag, wird die

Einwendung formal zurückgewiesen oder als nicht verwertbar eingestuft, sofern keine besonderen Gründe vorliegen. Zur Unterstützung steht Bürger ein Online-Portal mit Kartenmaterial und rechtlichen Leitfäden zur Verfügung, das die Formulierung von Alternativen erleichtert.

Beteiligte Akteure:

- Genehmigungsbehörden
- Bürger, Bürgerinitiativen
- Netzbetreiber und Planungsbüros
- BMW

Form der Lösung:

- Gesetzesänderung im Verwaltungsverfahrenrecht oder spezielles Energieleitungsausbaugesetz
- Ergänzung bestehender Beteiligungsportale um „Gegenvorschlagsfunktion“
- Leitfäden und Erklärvideos für Bürger
- Pilotprojekte zur Erprobung im Rahmen aktueller Trassenplanungen

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Realistisch, insbesondere als Ergänzung bestehender Beteiligungsprozesse. Die Umsetzung erfordert eine rechtliche Anpassung und klare Definition, was als konstruktiver Vorschlag gilt. Politisch könnte die Idee auf Akzeptanz stoßen, wenn sie als Beitrag zu einer effizienteren, aber weiterhin demokratischen Bürgerbeteiligung verstanden wird.

4.3.2 Repräsentative Durchschnittsbefragung im Planungsverfahren

0,61

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Ziel ist es, ein genaueres Bild von der tatsächlichen Einstellung der Bevölkerung zu geplanten Netzausbauprojekten zu gewinnen. Dieses Verständnis soll als Basis für ausgewogene Entscheidungen, eine transparente Kommunikation und faktenbasierte Beteiligungsverfahren dienen.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Aktuelle Beteiligungsverfahren basieren häufig auf den Rückmeldungen einzelner Bürger:innen oder organisierter Initiativen, die tendenziell kritisch oder ablehnend eingestellt sind. Das führt zu einem verzerrten Stimmungsbild, das nicht die breite Meinung der Gesamtbevölkerung widerspiegelt. Planungsentscheidungen basieren so häufig auf der Annahme eines breiten Widerstands, obwohl die Mehrheit neutral oder sogar zustimmend wäre.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Repräsentative Umfragen in den betroffenen Regionen werden von externen Meinungsforschungsinstituten durchgeführt. Dabei werden zufallsbasierte Stichproben gebildet, die nach Alter, Geschlecht, Bildung und Wohnort gewichtet sind. Die Befragungen erfolgen kombiniert online, telefonisch und gegebenenfalls vor Ort und behandeln das Verständnis, die Haltung sowie die Bedenken der Bevölkerung gegenüber Netzausbauprojekten. Die Ergebnisse werden verständlich aufbereitet und für Behörden, Politik und die Öffentlichkeit veröffentlicht. Sie fließen in die Abwägungsprozesse und die Öffentlichkeitsarbeit mit ein.

Beteiligte Akteure:

- Bürger in betroffenen Regionen
- Genehmigungsbehörden (z. B. BNetzA, Landesbehörden)
- Meinungsforschungsinstitute
- Kommunen und politische Gremien
- Netzbetreiber

Form der Lösung:

- Regelmäßig wiederholte Repräsentativbefragungen (z. B. je Projektmeilenstein)
- Ergebnisberichte mit Vergleich zu anderen Regionen oder Projekten
- Ergänzende qualitative Interviews oder Fokusgruppen zur Vertiefung

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Gut umsetzbar mit bestehenden Methoden der empirischen Sozialforschung. Wichtig ist die Finanzierung und politische Rückendeckung zur Legitimation der Umfragen.

4.3.3 Kostenvisualisierung Netzausbau

0,97

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Schaffung eines digitalen Tools, das auf einfache und visuell ansprechende Weise zeigt, wie neue Trassen die Strompreise beeinflussen. Ziel ist es, Verständnis und Akzeptanz in der Bevölkerung zu fördern, indem nachvollziehbar gemacht wird, welche wirtschaftlichen Vorteile ein effizienter Netzausbau bietet.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Viele Bürgerinnen und Bürger sehen im Netzausbau primär Belastungen und Eingriffe in ihre Umgebung, ohne den langfristigen wirtschaftlichen Nutzen zu erkennen. Es fehlt an verständlichen, datengestützten Informationen darüber, wie der Netzausbau konkret zur Senkung von Stromkosten beiträgt und welche Kosten andernfalls entstehen würden (z. B. durch Redispatch-Maßnahmen).

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Ein webbasiertes Visualisierungstool wird entwickelt, das über ein GIS-gestütztes Interface Informationen zu geplanten oder im Bau befindlichen Trassenprojekten anzeigt.

Nutzer können interaktiv nachvollziehen:

- Wie sich der Bau der Trasse auf die Strompreise (z. B. Netzentgelte) in ihrer Region auswirkt
- Welche Kosten aktuell durch Umwege, Redispatch und Netzengpässe entstehen
- Wie sich die prognostizierten Einsparungen über Jahre hinweg summieren (z. B. durch einen dynamischen Counter)

Die Plattform nutzt bestehende Datenbanken und Preisprognosen der BNetzA und ÜNBs. Grafiken und Szenarien helfen, die komplexen Zusammenhänge zwischen Infrastruktur, Netzkosten und Haushaltsausgaben verständlich zu machen.

Beispielhafte Funktionen:

- Auswahlregion: Karte mit Netzausbauprojekten
- Kostenvergleich: „Trasse gebaut“ vs. „Trasse nicht gebaut“
- Dynamische Prognose der Netzentgeltentwicklung
- Erläuterung der Einflussfaktoren auf Strompreise

Beteiligte Akteure:

- BNetzA
- ÜNB
- Energiewirtschaftliche Forschungsinstitute
- Kommunen
- IT-Dienstleister für die Plattformumsetzung

Form der Lösung:

- Öffentliche Website oder App
- Integration in bestehende Plattformen (z. B. netzausbau.de)
- Verlinkung aus Bürgerbeteiligungsportalen

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Sehr realistisch. GIS-Systeme sind bereits etabliert, Daten vorhanden, die technische Umsetzung ist mit moderatem Aufwand realisierbar. Der Mehrwert für die Akzeptanzförderung ist hoch, die Kosten für eine initiale Webentwicklung vergleichsweise gering. Einfache Visualisierungen könnten große Wirkung erzielen auch in politischen und medialen Debatten.

4.3.4 Vorgefertigte Informationspakete für Kommunen

0,49

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Unterstützung kleiner und mittelgroßer Kommunen bei der einheitlichen, verständlichen und rechtzeitigen Aufklärung ihrer Bürger über anstehende Netzausbauprojekte.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Viele Kommunen verfügen nicht über ausreichende personelle oder fachliche Ressourcen, um komplexe Netzausbauvorhaben transparent zu kommunizieren. Dies führt zu Unsicherheiten in der Bevölkerung, Akzeptanzproblemen und oftmals zu unnötigen Konflikten in frühen Phasen des Beteiligungsprozesses.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Entwicklung eines modularen Informationspakets, das Kommunen bundesweit zur Verfügung gestellt wird. Dieses enthält:

- Vorlagen für Informationsveranstaltungen (z. B. PowerPoint-Präsentationen)
- Erklärgrafiken zu Netzausbau, Trassenplanung, Bürgerbeteiligung, Stromkosten etc.
- Infoblätter für Haushalte, Bürgerämter oder kommunale Webseiten

- FAQs mit standardisierten Antworten auf häufige Fragen
- Anleitungen zur lokalen Anpassung der Inhalte (z. B. Einbindung konkreter Trassenvorhaben)

Die Materialien werden zentral durch die BNetzA, in Kooperation mit den ÜNBs, entwickelt und regelmäßig aktualisiert. Sie können von Kommunen je nach Bedarf digital wie analog individualisiert und eingesetzt werden.

Beispielhafte Nutzungsszenarien:

- Vorbereitung kommunaler Informationsabende
- Versand als Beilage mit Bürgerbriefen
- Veröffentlichung auf kommunalen Webseiten oder sozialen Medien
- Verwendung im Dialog mit Bürgerinitiativen

Beteiligte Akteure:

- BNetzA
- ÜNB
- Kommunale Spitzenverbände
- Bürgerbeteiligungsexperten
- Designagenturen für visuelle Aufbereitung

Form der Lösung:

- Download-Plattform mit regelmäßig aktualisierten Templates
- Optional: Web-to-Print-System für physische Materialien
- Rechtlich geprüfte und medienpädagogisch aufbereitete Inhalte

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Sehr realistisch. Der Bedarf ist hoch, die technische Umsetzung einfach. Durch eine einmalige zentrale Erstellung der Materialien entstehen vergleichsweise geringe Kosten, die jedoch einen großen Multiplikationseffekt entfalten können. Die Standardisierung der Kommunikation fördert zudem Vertrauen und einheitliche Wissensstände in der Bevölkerung.

4.3.5 Nachvollziehbare Trassenentscheidungen

0,82

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Nachvollziehbarkeit der Planung erhöhen, Vertrauen schaffen und Protestpotenzial minimieren, indem die Entscheidungskriterien und -prozesse für die Trassenwahl transparent dokumentiert und öffentlich zugänglich gemacht werden.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Trassenentscheidungen stoßen häufig auf Unverständnis in der Bevölkerung. Bürger fühlen sich oft nicht ausreichend informiert darüber, warum eine bestimmte Route gewählt wurde, insbesondere wenn diese durch sensible Gebiete führt. Dies kann zu Misstrauen, Widerstand und Verzögerungen führen.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Es wird eine digitale Plattform geschaffen, auf der alle Netzausbauprojekte zentral einsehbar sind. Für jedes einzelne Trassenprojekt werden sämtliche geprüften Varianten grafisch dargestellt, die jeweiligen Bewertungskriterien wie Umweltverträglichkeit,

technische Machbarkeit, Kosten und gesellschaftliche Auswirkungen offengelegt und die Entscheidungsfindung transparent dokumentiert und verständlich durch Steckbriefe, Videoerklärungen oder Bewertungsmatrizen begründet. Die Plattform richtet sich sowohl an die Fachöffentlichkeit als auch an Laien und macht die komplexen Abwägungsprozesse auch für Nicht-Experten nachvollziehbar.

Beispielhafte Inhalte der Plattform sind:

- Interaktive Kartenansichten der Trassenvarianten mit Kommentarfunktion
- Kurzvideos oder animierte Slideshows, die die Begründung für die gewählte Variante erläutern
- Downloadbare Entscheidungsmatrix mit Gewichtung der einzelnen Kriterien

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- BNetzA
- Planungsbüros
- Kommunikationsagenturen
- Bürgerbeteiligungsplattformen

Form der Lösung:

- Digitale Plattform, die über die Trassen informiert mit Hintergrundinformationen
- Integration in bestehende Portale wie netz-ausbau.de
- Möglichkeit für Bürger, Verständnisfragen direkt zu stellen (z. B. via Chatfunktion)

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Technisch gut umsetzbar, viele Daten liegen bereits vor. Erfordert initialen redaktionellen Aufwand und visuelle Aufbereitung, bietet jedoch großes Potenzial für Akzeptanzsteigerung. Zudem lassen sich einmal entwickelte Strukturen projektübergreifend wiederverwenden.

4.3.6 Digitale Aufklärungsplattform für Netzausbauprojekte

0,595

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Vertrauen in Infrastrukturentscheidungen schaffen und die demokratische Beteiligung verbessern, indem alle relevanten Informationen rund um ein Projekt zentral, verständlich und interaktiv aufbereitet werden.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Unzureichende Transparenz und fehlende Informationsangebote führen dazu, dass Bürger:innen Entscheidungen im Netzausbau nicht nachvollziehen können. Dies erzeugt Skepsis, fördert Proteste und erschwert die Umsetzung dringend benötigter Infrastruktur.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Die Plattform stellt für jedes Projekt gezielt aufbereitete Inhalte bereit, die die Entscheidungshintergründe für die Trassenwahl und den Projektumfang transparent machen. Nutzende finden dort Alternativszenarien mitsamt den zugrundeliegenden Bewertungskriterien wie Umweltaspekten, Kosten und technischer Machbarkeit. Visualisierungen, etwa in Form von Zeitachsen oder interaktiven Diagram-

men, verdeutlichen die Entscheidungswege. Zudem werden Kostenaufstellungen und volkswirtschaftliche Auswirkungen nachvollziehbar dargestellt. Bürger:innen erhalten über die Plattform verschiedene Beteiligungsmöglichkeiten und Rückkanäle für Fragen und Feedback.

Beispielhafte Funktionen:

- Interaktive Projektkarten mit verschiedenen Trassenoptionen
- Entscheidungsmatrix mit Bewertungskriterien
- Videoerklärungen zu Prozessen und Technologien
- FAQ-Bereich und Dialogformate (z. B. moderierter Chat, digitale Bürgersprechstunde)

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- BNetzA
- Planungs- und Kommunikationsagenturen
- Kommunen und Bürgerinitiativen
- IT-Dienstleister

Form der Lösung:

- Webbasierte Plattform mit responsivem Design
- Integration in bestehende Netzausba Websites oder als eigenständiges Portal
- Offen für Erweiterungen (z. B. KI-gestützte Dialogmodule, Barrierefreiheit, Übersetzungen)

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Sehr realistisch, da viele der Inhalte bereits in Berichten und Antragsunterlagen vorhanden sind. Die Herausforderung liegt in der nutzerfreundlichen Aufbereitung und kontinuierlichen Pflege. Pilotprojekte könnten als Blueprint für weitere Ausbaustufen dienen.

4.3.7 ChatBot Netzausbau

0,57

langfristig

Übergeordnetes Ziel:

Steigerung der Akzeptanz und des Vertrauens in den Netzausbau durch transparente und jederzeit verfügbare Kommunikation. Ziel ist es, Dialog auf Augenhöhe zu ermöglichen und Falschinformationen oder Missverständnisse präventiv zu begegnen.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Bürger fühlen sich häufig unzureichend informiert oder missverstanden. Viele Fragen bleiben unbeantwortet oder werden nur unzureichend durch Behörden oder ÜNBs adressiert. Dadurch entstehen Unsicherheiten, Misstrauen und Widerstand. Es fehlt ein zentrales, rund um die Uhr verfügbares Angebot für sachliche, leicht verständliche und belegte Antworten.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Ein KI-gestützter ChatBot, etwa auf Basis von GPT-Technologie und integriert in eine offizielle Plattform wie netzausbau.de, bietet Bürger:innen direkten Zugang zu verlässlichen Informationen rund um den Netzausbau. Der ChatBot beantwortet Fragen zu Themen wie

Trassenwahl, Erdverkabelung, Umweltauswirkungen, Kosten und Genehmigungsverfahren und verweist dabei stets auf belastbare Quellen wie die BNetzA, das BMWi, Gesetzestexte oder wissenschaftliche Studien. Darüber hinaus kann der Bot interaktive Visualisierungen oder weiterführende Links bereitstellen, häufig gestellte Fragen erkennen und daraufhin zusätzliche Inhalte anzeigen.

Beispielhafte Funktionen:

„Warum dauert der Netzausbau so lange?“
inklusive Zeitstrahl und Gesetzeslage

„Wie teuer ist eine Erdverkabelung?“
inklusive Quellverlinkung auf Studien

„Welche Trasse läuft durch mein Gebiet?“
GIS-Anbindung für Standortabfrage

Beteiligte Akteure:

- BNetzA
- BMWi
- ÜNB
- IT-Dienstleister (z. B. ChatBot-Entwicklung)
- Kommunikationsagenturen

Form der Lösung:

- Webbasierter ChatBot auf offiziellen Informationsplattformen
- Optional Integration in kommunale Webseiten oder Projektseiten einzelner Trassen
- Barrierefrei und mehrsprachig
- Regelmäßige inhaltliche Pflege und Updates durch Redaktionsteam

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Sehr realistisch. Technische Basis ist vorhanden, viele Inhalte existieren bereits. Wichtig ist die Qualitätssicherung der Inhalte und der Einbau eines redaktionellen Review-Systems. Pilotprojekte in ähnlichen Kontexten (z. B. Verwaltung, Verkehr, Bildung) zeigen hohe Nutzungsraten. (vgl. ITZBund, o.J.)

4.3.8 AR-App zur Trassensichtbarkeit

0,725

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Förderung von Verständnis, Vertrauen und Akzeptanz durch individualisierte, immersive Visualisierung, die aufzeigt, wie sich ein konkretes Projekt tatsächlich auf das eigene Wohnumfeld auswirken würde oder nicht.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Bürger lehnen Infrastrukturprojekte häufig ab, da sie sich eine drastische Veränderung ihres gewohnten Landschaftsbilds vorstellen oft ohne eine realistische Vorstellung der tatsächlichen Auswirkungen. Dies führt zu Unsicherheit, emotionalem Widerstand und Einwänden im Planungsverfahren.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Es wird eine Smartphone-App mit Augmented-Reality-Funktion (AR) entwickelt, die geplante Trassenverläufe und Infrastrukturelemente wie Masten oder Kabeltrassen direkt in die reale Umgebung der Nutzer:innen projiziert. Mit Hilfe der Smartphone-Kamera können Anwender so zukünftige Sichtachsen auf Stromtrassen in ihrer Straße oder Um-

gebung erleben und verschiedene Varianten, beispielsweise Freileitung und Erdkabel, direkt miteinander vergleichen. Über die App lassen sich zudem Zusatzinformationen zum Projektstatus, zur eingesetzten Technik oder zu geplanten Ausgleichsmaßnahmen abrufen. Die Datenbasis stammt aus den offiziellen Planungsunterlagen der ÜNBs und der BNetzA. Zusätzlich können interaktive Feedbackfunktionen in die App integriert werden, um Bürgerbeteiligung und Rückmeldungen zu ermöglichen.

Beispielhafte Funktionen:

- GPS-basierte Trassendarstellung mit AR-Overlay
- Auswahl von Alternativszenarien (z. B. Trassenvariante A vs. B)
- Live-Informationslayer mit erklärenden Texten und Grafiken
- Feedbackoption für direkte Rückmeldung ans Planungsverfahren

Beteiligte Akteure:

- BNetzA
- ÜNB
- IT- und AR-Entwicklungsfirmen
- Kommunen
- Bürger

Form der Lösung:

- Mobile App (iOS & Android)
- Verlinkung auf offiziellen Projektseiten und Bürgerportalen
- Optional: Integration in Beteiligungsveranstaltungen mit Tablets vor Ort

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Technisch umsetzbar mit bestehender AR-Technologie. Erste Pilotprojekte im Bau- und Stadtplanungsbereich existieren bereits. (vgl. de.digital-Redaktion o. J.) Die Integration in bestehende Verfahren ist administrativ aufwendiger, aber mittelfristig realisierbar vor allem in Regionen mit hoher Bürgerbeteiligung. Die visuelle Aufbereitung kann ein effektiver Beitrag zur Vertrauensbildung und Akzeptanzförderung sein.

4.4 Digitalisierung und Automatisierung

4.4.1 Erörterungstermine und Stellungnahmen-Analyzer

0,94

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Qualitative Verbesserung der Bürgerbeteiligung durch strukturierte, nachvollziehbare und automatisierte Auswertung eingereichter Stellungnahmen und Erörterungsinhalte.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

In Erörterungsterminen und Stellungnahmeverfahren gehen häufig hunderte bis tausende Eingaben ein, die von Behörden händisch gesichtet, sortiert und beantwortet werden müssen. Dies führt zu zeitlichen Verzögerungen, inhaltlicher Überlastung und oft unbefriedigender Rückmeldung an Bürger. Gleichzeitig werden häufige Anliegen nicht konsolidiert dargestellt, was das Vertrauen in die Verfahren untergräbt.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Mittels Large Language Models (LLMs) werden Tonaufnahmen von Erörterungsterminen sowie schriftliche Stellungnahmen automatisch transkribiert, analysiert und semantisch gebündelt. Die Technologie ermöglicht ein thematische Clustering der Anliegen, identi-

fiziert häufige Argumente, Missverständnisse oder Vorschläge und fasst diese strukturiert in einem konsolidierten Ergebnisbericht zusammen. Zusätzlich können Gegenvorschläge oder Verbesserungsideen extrahiert und kategorisiert werden.

Beispielhafte Funktionen:

- Themenspezifische Zusammenfassungen und Stimmungsbilder
- Visualisierung der häufigsten Anliegen (z. B. Word Clouds, Heatmaps)
- Rückmeldung an die Bürger, welche Themen Eingang in das Verfahren gefunden haben

Beteiligte Akteure:

- Genehmigungsbehörden (BNetzA, Landesbehörden)
- ÜNB
- IT- und KI-Dienstleister
- Bürger, Umwelt- und Interessenverbände

Form der Lösung:

- Kombination aus Backend-Analyseplattform und öffentlichem Ergebnisinterface
- Integration in bestehende Beteiligungsverfahren
- PDF-Exportfunktionen für offizielle Ergebnisberichte

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Sehr realistisch: Large Language Models wie GPT-4, BERT oder spezielle juristische KI-Modelle sind bereits für ähnliche Anwendungen im Einsatz (z. B. Kundenfeedback-Analyse, parlamentarische Dokumentation). (vgl. Kandukuri, 2024) Die technische Umsetzung ist heute möglich; Herausforderung liegt eher in der regulatorischen Absicherung und Akzeptanz im Verwaltungsapparat. Als Pilotprojekt sehr gut skalierbar.

4.4.2 Behörden-KI-Agenten

0,895

langfristig

Übergeordnetes Ziel:

Beschleunigung und Entlastung von Genehmigungsprozessen durch den Einsatz intelligenter Assistenzsysteme in kommunalen und regionalen Behörden.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Genehmigungsverfahren sind aktuell stark durch manuelle Bearbeitung geprägt. Die Identifikation, Zusammenstellung und Prüfung relevanter Antragsunterlagen erfolgt oft ineffizient und zeitaufwendig. Insbesondere bei standardisierten Verfahren oder Vorprüfungen wird unnötig viel Zeit durch menschliche Arbeitskraft gebunden. Gleichzeitig besteht ein massiver Fachkräftemangel in vielen Genehmigungsbehörden.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Jede Kommune oder zuständige Behörde nutzt einen spezifisch trainierten KI-Agenten, der die lokalen Verfahrensstandards und rechtlichen Anforderungen kennt. Dieser digitale Assistent analysiert eingehende Projektanfragen, prüft automatisch die nötigen Genehmigungen und Unterlagen, erstellt Entwürfe für Antragsdokumente, wählt passende Formulare aus und formuliert gezielte Rückfragen bei fehlenden Angaben. Die abschließende Kontrolle und Freigabe übernehmen die Sachbearbeiter:innen, sodass repetitive Aufgaben effizient automatisiert und Fehler reduziert werden.

Beispielhafte Funktionen:

- Automatische Erkennung fehlender Unterlagen
- Textgenerator für Vorabformulare auf Basis strukturierter Eingaben
- Dokumentenklassifikation und Verlinkung zu Rechtsgrundlagen
- Interne Kommunikationstools mit Erinnerungsfunktionen und Statusverfolgung
- Integration mit bestehenden Fachverfahren (z. B. UVP-Tools, GIS-Systeme)

Beteiligte Akteure:

- Kommunale und Landesbehörden
- BNetzA
- IT-Dienstleister / GovTech-Unternehmen
- Bundesamt für Verwaltung (Koordination)
- Fachanwender:innen in der öffentlichen Verwaltung

Form der Lösung:

- KI-gestützter digitaler Assistent als Web- oder Desktopanwendung
- Lokalisierte Wissensbasis pro Behörde
- Interaktive Benutzeroberfläche für Sachbearbeiter:innen
- Optionale Schnittstellen zu Verwaltungsportalen und E-Akten-Systemen

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Langfristig realisierbar. Viele Grundfunktionen basieren auf bestehender Technologie (z.B. LLMs). Erste Pilotprojekte im Bereich „GovTech“ und „AI in Public Services“ sind in Europa bereits im Einsatz. (vgl. Hauptmann, 2024) Wichtig ist eine datenschutzkonforme, transparente und kontrollierte Integration sowie begleitende Schulung der Mitarbeiter. Als Unterstützungssystem sehr realistisch und skalierbar.

4.4.3 KI-gestützte Trassierungssoftware

0,815

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Eine KI-gestützte Trassierungsplattform soll auf Basis umfassender Datenquellen und definierter Kriterien automatisch die bestmöglichen Trassenoptionen identifizieren. So werden Konfliktpotenziale reduziert, Planungszeiten verkürzt und Ressourcen effizienter genutzt.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Die Planung von Trassen für Übertragungsleitungen ist derzeit komplex, zeitaufwendig und durch häufige Schleifen aufgrund von Einwänden, Umweltauflagen oder Planungsfehlern geprägt. Es fehlt an datenbasierten, objektiven Entscheidungshilfen zur Optimierung von Trassenführungen.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

In einer spezialisierten Trassierungssoftware wird ein lernfähiger Algorithmus integriert, der unterschiedliche Trassenoptionen automatisiert bewertet und optimiert.

Die Software berücksichtigt dabei eine Vielzahl relevanter Parameter, darunter:

- Anzahl und Art der zu querenden Grundstücke
- Nähe zu Schutzgebieten und naturschutzrechtliche Auflagen
- Besiedlungsdichte und potenzielle Betroffenheit der Bevölkerung
- Infrastrukturkompatibilität (z. B. Parallelführung an Autobahnen, Bahnlinien)
- voraussichtliche Genehmigungsdauer
- mögliche Einwände basierend auf historischen Bürgerreaktionen
- geplante Standortentwicklungen und kommunale Interessen
- Baukosten und Wirtschaftlichkeit
- geologische und topographische Eigenschaften (z. B. Hanglagen, Feuchtgebiete)
- Wind-, Wetter- und Erreichbarkeitsdaten für Bauphase
- Synergien mit bestehenden Infrastrukturvorhaben
- CO₂-Fußabdruck der Trassenvariante

Die Software visualisiert mehrere Routenvorschläge, markiert automatisch Konfliktzonen und priorisiert Vorschläge nach Bewertungskriterien. Eine laufende Aktualisierung der Bürgerdatenbank (z. B. über frühere Einwände oder Umfragen) erlaubt eine vorausschauende Planung im Sinne der Akzeptanzförderung.

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Planungsbüros und Umweltgutachter
- Genehmigungsbehörden
- Kommunen und Flächeneigentümer
- IT-Entwickler, Datenanalytist:innen
- Forschungseinrichtungen (Geoinformatik, Umweltplanung)

Form der Lösung:

- Webbasierter ChatBot auf offiziellen Informationsplattformen
- Optional Integration in kommunale Webseiten oder Projektseiten einzelner Trassen
- Barrierefrei und mehrsprachig
- Regelmäßige inhaltliche Pflege und Updates durch Redaktionsteam

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Technologisch machbar viele der erforderlichen Parameter sind digital verfügbar oder erschließbar. Erste KI-gestützte Planungswerkzeuge im Infrastrukturbereich existieren bereits. (vgl. Smart City Dialog, 2025) Herausforderung ist vor allem die Qualität der Eingangsdaten und die Integration in bestehende Verwaltungsprozesse. Bei schrittweiser Einführung sehr realistisch, insbesondere als Entscheidungshilfe für Trassenvarianten in der frühen Planungsphase.

4.4.4 Drohnen-Scouting mit LiDAR

0,575

Zukunft

Übergeordnetes Ziel:

Durch den Einsatz autonomer Drohnen mit LiDAR-Technologie sollen geplante Trassenkorridore frühzeitig hochpräzise digitalisiert werden. Diese Daten bilden die Grundlage für eine effiziente Planung, eine schnellere Entscheidungsfindung und den Aufbau eines digitalen Zwillings des Trassenraums.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Die Trassenplanung erfolgt oft auf Basis veralteter oder unzureichend präziser Geodaten. Zudem sind manuelle Begehungen zeitintensiv, kostenintensiv und in schwer zugänglichen Gebieten aufwendig. Eine detaillierte, aktuelle Erfassung des Geländes fehlt häufig in der Frühphase.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Autonome Luft- und Bodendrohnen (z. B. Spot von Boston Dynamics) werden gezielt in potenzielle Trassenkorridore entsendet. Über ein Steuerungstool werden ihnen vorab definierte Scan-Gebiete zugewiesen.

Ausgestattet mit LiDAR-Sensorik, Kamera- und Infrarottechnik erfassen sie:

- Topografische Gegebenheiten (z. B. Geländeformen, Höhenunterschiede)
- Vegetations- und Bodenbeschaffenheiten
- Bebauung und vorhandene Infrastruktur (z. B. Straßen, Leitungen)
- Umweltrelevante Zonen (z. B. Feuchtgebiete, Biotope)
- Hindernisse oder mögliche Konfliktzonen

Die gewonnenen 3D-Daten werden automatisiert in ein zentrales GIS-System überführt und stehen dort allen Stakeholdern für die Trassierungsplanung, Umweltprüfung oder Bürgerbeteiligung zur Verfügung.

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Vermessungsämter und Geodatenzentren
- Drohnen- und Robotikunternehmen
- Umweltgutachter
- Planungsbüros
- BNetzA (Datenintegration und Regulierung)

Form der Lösung:

- Modulare Ergänzung bestehender GIS- und Planungstools
- Mobile Drohneneinheiten mit Einsatzplanung durch ÜNB oder beauftragte Firmen
- Integration in digitale Zwillinge (Digital Twins)

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Technologisch bereits heute realisierbar. LiDAR-Drohnen sind im Bauwesen und der Umweltplanung im Einsatz. (vgl. Passpunkt o.J.) Die Herausforderung liegt in der logistischen Koordination und der Datenintegration. Mit gezieltem Piloteinsatz und Kooperation mit spezialisierten Dienstleistern kurzfristig umsetzbar, besonders in schwer zugänglichen oder umstrittenen Gebieten eine strategisch wertvolle Lösung.

4.4.5 KI-gestützte Klagenprüfung

0,82

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Durch den Einsatz einer KI-Lösung zur automatisierten Vorprüfung, Strukturierung und Kategorisierung von Bürgeranliegen soll die Bearbeitungszeit signifikant verkürzt werden. Gleichzeitig wird ein fairer Umgang mit wiederkehrenden Argumenten gewährleistet, ohne sie mehrfach manuell prüfen zu müssen.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Bürgeranliegen und Einwendungen im Zuge der Planfeststellungsverfahren müssen derzeit einzeln und manuell geprüft werden. Bei Großprojekten entstehen dabei tausende teils inhaltsgleiche Eingaben. Diese führen zu einer erheblichen Belastung der Genehmigungsbehörden, verlängern die Verfahrensdauer und binden personelle Ressourcen.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Ein speziell trainiertes Large Language Model LLM übernimmt die Vorverarbeitung aller eingehenden Stellungnahmen, Einwendungen oder Klageschriften.

Dabei analysiert und clustert die KI automatisch:

- inhaltlich identische oder sehr ähnliche Anliegen
- zentrale Themenkomplexe (z. B. Umweltbedenken, Landschaftsbild, Gesundheit)
- potenziell neue, juristisch relevante Aspekte

Das System erstellt automatisiert strukturierte Übersichten für die Sachbearbeitenden, die auf dieser Grundlage effizient und konsistent reagieren können. Zudem können statistische Auswertungen erstellt werden, um Schwerpunkte der Bürgermeinungen zu identifizieren.

Beteiligte Akteure:

- Genehmigungsbehörden (BNetzA, Landesbehörden)
- IT-Dienstleister für KI-Entwicklung
- Juristische Fachstellen zur Validierung
- Bürgerinitiativen (für Feedback zur Qualität der Clustering)

Form der Lösung:

- Integration als Modul in bestehende Beteiligungsplattformen
- Webinterface für Sachbearbeiter zur Nachbearbeitung
- Schnittstellen zu LLMs (Open Source oder DSGVO-konform trainiert)

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Realistisch. KI-gestützte Textanalyse wird bereits in der Verwaltung eingesetzt (z. B. bei Beteiligungsportalen oder Meinungsanalysen). (vgl. Etscheid/von Lucke/Stroh et. al., 2020) Die Herausforderung liegt in der rechtskonformen Datenverarbeitung, insbesondere bei Klagen. Mit klaren Datenschutzstandards und begleitender juristischer Prüfung jedoch kurzfristig pilotfähig und langfristig effizient skalierbar.

4.4.6 Automatisierte Raumverträglichkeitsstudie

0,87

Zukunft

Übergeordnetes Ziel:

Durch digitale Sensorik, automatisierte Datenerhebung und intelligente Auswertung sollen Raumverträglichkeitsstudien (RVS) effizienter, systematischer und datenbasierter durchgeführt werden. Ziel ist es, die Prüfverfahren zu standardisieren und gleichzeitig die ökologische Aussagekraft zu verbessern.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Die Durchführung von RVS ist zeit- und ressourcenintensiv. Besonders in natursensiblen Gebieten sind wiederholte Vor-Ort-Begehungen und manuelle Erhebungen notwendig, die Fachpersonal binden und Planungsverfahren verzögern. Zusätzlich sind viele Daten redundant oder saisonal beschränkt erhebbar.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

In potenziellen Trassenkorridoren oder Untersuchungsgebieten werden temporäre, automatisierte Monitoring-Systeme installiert, um die Tierbewegungen über einen längeren Zeitraum hinweg systematisch zu erfassen.

Stationäre 360°-Kameras, Wildkameras und Infrarotsensoren dokumentieren dabei kontinuierlich die Aktivitäten von Wildtieren sowohl tagsüber als auch nachts. Ergänzend kommen akustische Sensoren zum Einsatz, etwa zur Erkennung von Fledermäusen oder spezifischen Vogelrufen. Die gesammelten Daten werden anschließend mithilfe künstlicher Intelligenz ausgewertet: Tierarten werden automatisiert erkannt, Bewegungsmuster kategorisiert und kartiert. Ein digitales Dashboard fasst die Beobachtungen übersichtlich zusammen, erstellt Heatmaps und identifiziert potenzielle Konfliktbereiche im Raum. Fachökologen prüfen und validieren die von der KI generierten Vorschläge stichprobenartig und übernehmen schließlich die abschließende Bewertung der Daten.

Beteiligte Akteure:

- Umweltgutachter und Ökologen
- ÜNB
- Planungsbüros
- Behörden (z. B. Landesumweltämter, BNetzA)
- IT- und Sensortechnologieanbieter
- Naturschutzverbände als Validierungspartner

Form der Lösung:

- Mobile Erfassungsgeräte (Kameras/Sensorik)
- Cloubasierte Auswertungsplattform mit KI-Modul
- Schnittstelle zur Integration in Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Gut realisierbar. Die technologische Basis (Wildkameras, KI zur Artenbestimmung) ist vorhanden und in der Biodiversitätsforschung erprobt. (vgl. Zukunft – Umwelt – Gesellschaft, 2025) Der Einsatz in der RVS müsste regulatorisch abgestimmt werden. Langfristig könnte die Lösung die Standardmethode für Raumverträglichkeitsstudien digitalisieren und Kosten um ein Vielfaches senken.

4.4.7 Trassierungstool für Bürgerbeteiligung

0,7

langfristig

Übergeordnetes Ziel:

Stärkung der Beteiligungskultur durch eine interaktive, verständliche Plattform zur Routenplanung, mit dem Ziel, das Verständnis für planungsbedingte Hürden und Entscheidungen zu erhöhen.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Im Rahmen der Trassenplanung fühlen sich Bürgerinnen und Bürger häufig übergangen oder nicht ausreichend eingebunden. Ihre Vorschläge zur Streckenführung scheitern meist an fachlichen oder rechtlichen Hürden, die jedoch nicht transparent gemacht werden. Dadurch entsteht Frustration, Misstrauen und eine erhöhte Klagebereitschaft.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Über eine interaktive Webplattform können Bürger:innen eigene Trassenvorschläge einzeichnen und erhalten dabei direkt Rückmeldungen zu gesetzlichen Vorgaben, technischen Hürden, Eigentumsverhältnissen sowie erwarteten Kosten und Bauzeiten. Die Plattform nutzt verschiedene Geodaten und

Umweltinformationen, speichert alle Eingaben zur späteren Verwendung und ermöglicht gemeinschaftliche Diskussionen, etwa in Foren oder Bürgerräten.

Beispielhafte Funktionen:

- Trassierung im Stil von Google Maps
- Warnsystem bei Konflikten (z. B. „führt durch Naturschutzgebiet“)
- Live-Vergleich mit real geplanter Route
- Kommentarfunktion & Abstimmung über Bürgerfavoriten
- Exportmöglichkeit für offizielle Beteiligungsverfahren

Beteiligte Akteure:

- Bürger
- Kommunen
- ÜNB (als Datenquelle und Feedbackgeber)
- BNetzA / Landesbehörden
- Plattformanbieter und Geodatenexperten

Form der Lösung:

- Web-Anwendung, nutzbar auf Desktop und Tablet
- Integration in Beteiligungsverfahren (z. B. während Auslegungsfrist oder im Dialogforum)
- Optionale Schnittstelle zu Beteiligungsplattformen wie z. B. Konsultationsportalen der BNetzA

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Technisch gut umsetzbar, da viele erforderliche Daten (Trassenvorgaben, Umweltlayer, Planungsrichtlinien) bereits digital vorliegen. Erste Pilotversuche in ähnlichen Kontexten (z. B. Stadtplanung, Windkraft) zeigen, dass solche Tools die Beteiligung konstruktiver und konfliktärmer gestalten können. (vgl. Projektstadt, o.J.) Politisch und rechtlich müsste das Tool als Ergänzung zur formellen Beteiligung anerkannt werden.

4.4.8 Umwelt-Ausgleichs-Sandbox

0,95

Zukunft

Übergeordnetes Ziel:

Reduktion des Aufwands und der Verzögerungen im Rahmen von Umwelt- und Kompensationsprüfungen durch frühzeitige digitale Simulation potenzieller Eingriffe und Ausgleichsmaßnahmen.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Umweltverträglichkeitsprüfungen, insbesondere im Bereich des Artenschutzes und der ökologischen Kompensation, sind sehr zeit- und ressourcenintensiv. Da viele dieser Untersuchungen saisonale Abhängigkeiten haben (z. B. Kartierung von Brutvögeln), entstehen Verzögerungen von mehreren Monaten bis Jahren. Zudem werden Ausgleichsmaßnahmen oft erst spät geplant oder angepasst, was eine rechtzeitige Umsetzung erschwert und zu neuen Genehmigungsschleifen führen kann.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Die Umwelt-Ausgleichs-Sandbox ist eine Softwarelösung, die mithilfe von Geodaten, Artenschutzdatenbanken und Projektdaten mögliche Eingriffe in Umwelt- und Naturräume simuliert. Auf Basis eines „Impact Scores“

werden Eingriffsintensität und -qualität berechnet. Gleichzeitig werden potenzielle Ausgleichsflächen (z. B. Aufforstungen, Ersatzhabitate) vorgeschlagen und ihre Eignung simuliert.

Mögliche Funktionen:

- Vorabbewertung sensibler Flächen mit hoher ökologischer Wertigkeit
- Prognose ökologischer Auswirkungen anhand simulierter Bauverläufe
- Interaktive Planung alternativer Trassenverläufe mit geringerem Eingriffsprofil
- Vorschläge für standardisierte Ausgleichsmaßnahmen je nach Eingriffstyp
- Anbindung an bestehende Umweltportale und FFH-/Natura2000-Datenbanken
- Integration mit Planungssoftware (z. B. BIM, GIS)

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Umweltbehörden auf Bundes- und Landesebene
- Naturschutzverbände
- Umweltplaner, Biologen, ökologische Gutachter
- Kommunen und regionale Planungsstellen

Form der Lösung:

- Webbasierte interaktive Planungs- und Simulationsplattform
- Datenintegration über offene Schnittstellen
- Visualisierungstools zur Darstellung von Eingriffen und Kompensation
- Kategorisierte Eingriffsarten mit Bewertungskatalog

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Gut realisierbar. Viele relevante Geodaten und Artenschutzinformationen sind bereits digitalisiert. Die Herausforderung liegt vor allem in der Integration bestehender Daten und der Entwicklung belastbarer Prognosemodelle. Eine bundesweite Skalierung bedarf politischer Unterstützung und klarer rechtlicher Rahmenbedingungen zur Anerkennung digitaler Vorabschätzungen in Genehmigungsverfahren.

4.4.9 Google-3D-Trassierungsintegration

0,97

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Durch die Nutzung von 3D-Geländedaten sollen bereits in der frühen Planungsphase realitätsnahe Trassenverläufe identifiziert und bewertet werden. Ziel ist es, Iterationsschleifen zu vermeiden, Genehmigungsverfahren effizienter zu gestalten und insgesamt die Projektlaufzeit zu verkürzen.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Die klassische Trassierungsarbeit erfolgt oft auf Grundlage zweidimensionaler Karten, ergänzt durch zeitintensive Vor-Ort-Begehungen. Dies führt zu mehrfachen Planungsiterationen, da erst im späteren Prozessverlauf physische und topografische Hindernisse sichtbar werden. Dadurch entstehen erhebliche Verzögerungen in der Trassenfestlegung sowie Mehraufwände in Umweltverträglichkeitsprüfungen und Abstimmungen mit Kommunen.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Die Lösung integriert hochauflösende 3D-Gelände- und LiDAR-Daten (z. B. von Google Earth oder nationalen Geodiensten) in bestehende Trassierungs- und GIS-Software. Auf Basis dieser Daten können Planer:innen Geländeprofile, Hindernisse, Hangneigungen und Siedlungsstrukturen virtuell analysieren. So lassen sich technische und rechtliche Machbarkeiten (z. B. Abstand zu Schutzgebieten, Trassierung entlang vorhandener Infrastruktur) bereits in der Entwurfsphase simulieren.

Mögliche Funktionen:

- 3D-Sichtbarkeitsanalyse zur Bewertung visueller Auswirkungen
- Höhenprofilanalyse zur besseren Einschätzung des Leitungsbaus
- Simulationsvergleich mehrerer Trassenoptionen
- Verknüpfung mit Umwelt- und Eigentumsdatenbanken zur Risikominimierung
- Exportfunktionen für Planfeststellungsunterlagen oder Stakeholderkommunikation

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Planungsbüros und GIS-Spezialisten
- Genehmigungsbehörden
- Umwelt- und Naturschutzgutachter
- Kommunale Verwaltungen und Bürgerbeteiligungsakteure

Form der Lösung:

- Softwaremodul bzw. Schnittstelle zur Anbindung von 3D-Geodaten an vorhandene Trassierungstools
- Erweiterung bestehender GIS-Programme (z. B. QGIS, ArcGIS) durch ein 3D-Analyse-Plugin
- Cloubasierte Anwendung mit Echtzeit-Zugriff auf Gelände- und Umweltdaten

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Kurzfristig realisierbar. Die 3D-Daten sind vielerorts bereits verfügbar (z.B. Google Earth). (vgl. Google, o.J.) Die Herausforderung liegt in der technischen Integration in bestehende Planungstools und der Schulung der Anwender. Erste Projekte mit 3D-Visualisierungen zeigen, dass diese Methodik zu höherer Planungssicherheit und besserer Bürgerkommunikation führen kann.

4.4.10 Knotenpunkt-Prognose

0,68

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Durch vorausschauende Knotenpunktanalysen und langfristige Szenarioplanung sollen relevante Infrastrukturpunkte frühzeitig identifiziert und abgesichert werden. Ziel ist es, Planungsvorläufe zu verbessern, Flächensicherung zu beschleunigen und genehmigungsrelevante Prozesse zu entlasten.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Entscheidungen über zentrale Trassenverläufe und Netzknoten erfolgen aktuell häufig zu spät im Planungsprozess. Dadurch steigen die Grundstückspreise in potenziellen Trassengebieten rapide an, was nicht nur die Kosten des Netzausbaus erhöht, sondern auch langwierige Verhandlungen mit Eigentümer:innen und dadurch Verzögerungen im Gesamtvorhaben verursacht.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Das Konzept basiert auf einer digitalen Simulations- und Prognoseplattform, welche in Zusammenarbeit mit ÜNB, Landesplanungsbehörden und GIS-Expert:innen zentrale Netzknoten über einen Zeithorizont von zehn

bis zwanzig Jahren vorhersagt. Dabei fließen unter anderem Netzentwicklungspläne, Energieerzeugungsdaten, Nachfrageentwicklungen sowie regionale Strukturplanungen ein.

Die identifizierten Knotenpunkte (zum Beispiel zwischen Ballungsräumen wie Stuttgart und München) werden frühzeitig kartiert und in Prioritätsklassen eingeteilt. Damit können Flächen gezielt reserviert oder angekauft, Umweltanalysen vorbereitet und kommunale Abstimmungen deutlich früher initiiert werden.

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- BNetzA
- Landesplanungs- und Genehmigungsbehörden
- Kommunen und Landkreise
- Eigentümer und Grundstücksverwaltungen
- Projektplaner und Gutachterbüros

Form der Lösung:

- Webbasierte Simulationsplattform mit Schnittstellen zum Netzentwicklungsplan
- Interaktive Kartierung mit Exportfunktionen für Planungsbehörden
- Frühwarnsystem für Knotenpunktentwicklung
- Ergänzung zum Bundesbedarfsplan und Raumordnungsdaten

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Die Lösung ist technisch realisierbar, da vorhandene Planungsdaten und Bedarfsprognosen bereits auf Bundesebene existieren. Durch eine zentrale Verknüpfung mit bestehenden GIS- und Energieinformationssystemen kann die Plattform als strategisches Instrument im Netzausbau etabliert werden. Voraussetzung ist eine enge Kooperation zwischen Bund, Ländern und Netzbetreibern sowie eine gesetzlich gestützte Möglichkeit zur frühzeitigen Flächensicherung.

4.4.11 Batteriespeicher-Simulationsplattform

0,84

Zukunft

Übergeordnetes Ziel:

Ein deutschlandweit abgestimmter Einsatz von Batteriespeichern durch datenbasierte Vorausplanung. Ziel ist es, Netzknoten frühzeitig zu identifizieren, an denen Speicherlösungen einen hohen netztechnischen und ökonomischen Nutzen bieten, insbesondere zur Glättung von Lastspitzen, zur regionalen Zwischenspeicherung und zur Vermeidung von Engpässen.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Trotz ihres hohen Potenzials zur Netzstabilisierung werden Batteriespeichersysteme bislang nur punktuell eingesetzt. Es fehlt an systematischer Planung, um deren Potenzial gezielt entlang der Netzstruktur zu nutzen. Dadurch steigen Redispatchkosten und Netzengpässe bleiben ungelöst.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Die Lösung besteht in einer simulationsbasierten Planungssoftware, welche auf den bestehenden Netzentwicklungsplänen, realen Einspeisedaten (z. B. aus erneuerbaren

Energien), Verbrauchsprofilen und Netztopologie basiert. Mittels Netzlastprognosen, Szenarienmodellierung und Engpassanalysen werden ideale Positionen für stationäre Batteriespeichersysteme identifiziert. Die Plattform ermöglicht eine Priorisierung von Standorten auf Basis von Kosten-Nutzen-Rechnungen, geografischer Eignung und technischer Wirkbarkeit.

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Energieversorger und Speicherbetreiber
- BNetzA
- Projektentwickler im Bereich Speichertechnologien
- Kommunen und Landesbehörden
- Betreiber von Erneuerbare-Energien-Anlagen
- Forschungseinrichtungen

Form der Lösung:

- Digitale Simulations- und Planungsplattform
- Anbindung an Netzmodelle und Erzeugungsdatenbanken
- Visualisierungstools für potenzielle Speicherstandorte
- Exportfunktionen für Behörden- und Projektanträge
- Schnittstellen zu Redispatch-Kalkulationstools und Netzinfrastukturplanungen

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Die notwendigen Datengrundlagen und Simulationsmethoden sind bereits vorhanden, insbesondere bei ÜNBs, Forschungsinstituten und Dienstleistern im Energiemarkt. Eine bundeseinheitliche Plattform erfordert jedoch die Koordination zwischen öffentlichen und privaten Akteuren sowie eine regulatorische Verankerung, um die Simulationsergebnisse in strategische Infrastrukturentscheidungen zu überführen.

4.4.12 Cybersecurity-Szenario-simulation

0,635

Zukunft

Übergeordnetes Ziel:

Frühzeitige Erkennung von Schwachstellen und Stärkung der Resilienz des Übertragungsnetzes durch realitätsnahe Simulation von Cyberangriffen und Ausfallszenarien.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Die zunehmende Digitalisierung der Energieinfrastruktur erhöht die Angriffsfläche für Cyberattacken. Gleichzeitig fehlt es an systematischer Vorbereitung auf IT-Notfälle und an klaren Reaktionsplänen für digitale Bedrohungen. Ein einziger erfolgreicher Angriff kann großflächige Netzstörungen oder sogar Blackouts verursachen.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Auf Basis realer Infrastrukturdaten wird ein digitaler Zwilling (Digital Twin) des Übertragungsnetzes erstellt. In dieser virtuellen Umgebung können gezielt Angriffsszenarien, Hardwareausfälle oder Manipulationen simuliert werden. Die Ergebnisse werden genutzt, um Sicherheitsarchitekturen zu verbessern, Backup-Strategien zu testen und Notfall-

protokolle zu validieren. Durch wiederholte „Breach Tests“ wird ein kontinuierlicher Sicherheitsentwicklungsprozess etabliert.

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- IT-Sicherheitsbehörden (z. B. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik)
- BNetzA
- Cybersecurity-Firmen und Beratungen
- Forschungsinstitute für Energiesysteme und IT
- Notfall- und Krisenmanagementteams der Energieversorger

Form der Lösung:

- Digital Twin des Stromnetzes mit dynamischer Echtzeit-Integration
- Simulationssoftware für Cyberangriffs- und Ausfallszenarien
- Dashboard zur Risikoanalyse und Ergebnisvisualisierung
- Schnittstellen zu Sicherheitsleitstellen und Monitoring-Systemen

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Digital Twins und Simulationssoftware werden bereits in Pilotprojekten der Industrie eingesetzt. (vgl. Deuring, 2024) Die methodische Übertragung auf das Stromnetz ist technologisch möglich und sicherheitspolitisch geboten. Voraussetzung ist die koordinierte Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern, IT-Experten und Regulierungsbehörden sowie ein klarer rechtlicher Rahmen für Sicherheitsprüfungen.

4.4.13 Digital Twin Deutschland für den Übertragungsnetzausbau

0,715

Zukunft

Übergeordnetes Ziel:

Die vollständige digitale Erfassung und Integration aller deutschlandweit relevanten Infrastrukturdaten in einem zentralen, dynamischen Digital Twin. Damit sollen Entscheidungsprozesse automatisiert, Planungsfehler reduziert und ein ganzheitlicher Überblick über alle netzrelevanten Gegebenheiten ermöglicht werden.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Aktuell werden Planungsvorgänge im Übertragungsnetzausbau weitgehend manuell durchgeführt. Die relevanten Daten sind fragmentiert, analog archiviert oder schwer zugänglich. Fehlende digitale Vernetzung, mangelnde algorithmische Unterstützung und unzureichende Visualisierungsmöglichkeiten führen zu ineffizienten Prozessen, doppelter Arbeit und erheblichen Zeitverlusten bei Trassierungen, Gutachten und Genehmigungen.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Der digitale Zwilling bildet die gesamte physische und administrative Infrastruktur Deutschlands ab, von Straßen, Leitungen, Umweltzonen und Gebäuden bis hin zu Geodaten, Genehmigungshistorien und technischen Bauwerksinformationen. Ergänzt wird das Modell durch BIM für alle Phasen des Netzausbaus.

Eine algorithmengestützte Trassenfindung ermöglicht auf Basis definierter Parameter (z. B. Schutzgebiete, Eigentumsverhältnisse, Höhenprofil, Kostenoptimierung) automatisierte Vorschläge für optimale Trassenverläufe. Zusätzlich liefert das System Wartungs-, Instandhaltungs- und Ressourcenvorschläge sowie Schnittstellen zur Antragsvorbereitung.

Mögliche Komponenten:

- 3D-Geodatenintegration (z. B. Google, Landesvermessung)
- BIM-Module für Planung, Bauausführung und Wartung
- Echtzeit-Datenfeeds zu Verkehr, Bauvorhaben, Eigentumsänderungen
- Umwelt- und Artenschutzdaten mit saisonalen Einschränkungen
- Simulationstools für Trassenführung, Materialbedarf, Umweltauswirkungen

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- BNetzA
- Genehmigungs- und Fachbehörden
- Bauunternehmen, Planungsbüros
- Eigentümervertretungen, Gemeinden
- Umwelt- und Naturschutzorganisationen

Form der Lösung:

- Hochauflösendes, interaktives 3D-Planungstool
- Webplattform mit Nutzergruppen und Zugriffskontrolle
- Integration mit Antragsportalen, Planungssoftware und Genehmigungsprozessen
- Hosting durch ein föderal geführtes Rechenzentrum oder eine unabhängige staatliche Instanz

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Technologisch ist die Umsetzung bereits heute möglich. Die Herausforderung liegt in der koordinierten Integration, der Standardisierung über Ländergrenzen hinweg und in der Governance. Mit entsprechender politischer Unterstützung und Förderstruktur kann das Projekt in Pilotregionen getestet und schrittweise skaliert werden.

4.4.14 Bundesweiter Behörden-Talentpool

1

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Ein zentral koordiniertes System zur temporären Überlassung und Verteilung von Fachpersonal aus der Verwaltung insbesondere aus Bau-, Umwelt- und Planungsbehörden, soll die Überlastung einzelner Standorte abbauen, Engpässe ausgleichen und Genehmigungsverfahren deutlich beschleunigen.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Genehmigungsverfahren im Netzausbau dauern oft mehrere Jahre, nicht selten aufgrund personeller Engpässe in den zuständigen Behörden. Während einige Ämter überlastet sind, verfügen andere über freie Kapazitäten, können diese jedoch mangels struktureller Koordination nicht in andere Verfahren einbringen. Dadurch entsteht ein ineffizienter Ressourceneinsatz, der Genehmigungsstaus verschärft und den Netzausbau erheblich verzögert.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Das System basiert auf einem digitalen Personal-Koordinationstool, das in Echtzeit die Auslastung relevanter Behörden bundesweit erfasst. Kommunen, Landesämter und Bundesbehörden geben ihre aktuellen Personalkapazitäten an. Sobald ein Standort Engpässe meldet, kann durch Matching-Algorithmen kurzfristig Personal aus weniger ausgelasteten Behörden zur projektbezogenen Unterstützung zugewiesen werden, entweder digital-remote oder über temporäre Abordnungen.

Wesentliche Komponenten:

- Auslastungs-Monitoring der Verwaltungsstandorte
- Matching-Plattform zur Bedarfs- und Angebotsermittlung
- Rechtlicher Rahmen für temporäre Personalüberlassung
- Qualifikationsdatenbank zur passgenauen Zuweisung
- Einbindung in föderale Personalentwicklungsstrategien

Beteiligte Akteure:

- Genehmigungsbehörden auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene
- BNetzA, Landesumweltämter, Planfeststellungsbehörden
- Personalabteilungen der öffentlichen Verwaltung
- Bundesministerium des Innern (BMI) als Träger der Verwaltungsmodernisierung
- Projektträger (z. B. ÜNB, kommunale Vorhabenträger)

Form der Lösung:

- Bundesweite Webplattform mit Nutzerverwaltung und Kapazitätsmonitor
- Verknüpfung mit E-Akte-Systemen zur ortsunabhängigen Bearbeitung
- Gesetzliche Regelung zur befristeten Personalabordnung und Abrechnung
- Unterstützende Fortbildungsangebote für mobil eingesetzte Beamte

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Die Realisierung ist gut möglich und organisatorisch durch die Einführung digitaler Verwaltungsportale (z. B. im Rahmen des Onlinezugangsgesetzes) begünstigt. Das Konzept erfordert allerdings eine enge Abstimmung zwischen Bund und Ländern sowie tarifrechtliche Anpassungen.

4.4.15 Förderungsinitiative für ÜNB-relevante Ausbildungsberufe

0,805

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Reduzierung des Fachkräftemangels durch gezielte staatliche Investitionen und Attraktivitätssteigerung technischer Ausbildungsberufe. Ziel ist es, Ausbildungsangebote auszuweiten, besser zu vergüten und gezielt mit Informationskampagnen sichtbarer zu machen.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Der Netzausbau scheitert zunehmend an fehlendem qualifiziertem Personal in Bau, Planung und Betrieb. Sowohl spezialisierte Monteure (z. B. für Mast- und Kabelbau), Planungsingenieure als auch GIS- und Genehmigungsexperten fehlen. Ausbildungszahlen in diesen Berufen sind rückläufig, weil sie entweder zu wenig bekannt, als unattraktiv wahrgenommen oder finanziell nicht konkurrenzfähig sind. Der bestehende Mangel verzögert Projekte und erhöht die Kosten.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Die Lösung sieht eine koordinierte Förderinitiative von Bund und Ländern vor, die gezielt den Fachkräftebedarf im Übertragungsnetzausbau adressiert. Dazu gehören spezielle Ausbildungsförderprogramme für Berufe wie Bauzeichner:in mit Schwerpunkt Energieleitungsbau, Vermessungstechniker:in, Elektroniker:in für Betriebstechnik, Trassierungsplaner:in oder Geoinformatiker:in. Betriebe, die in diesen Berufsfeldern ausbilden, erhalten Ausbildungsprämien. Zusätzlich werden Stipendien und Zuschüsse für Studierende in netzrelevanten Studiengängen wie Elektrotechnik, Energietechnik oder Umweltplanung bereitgestellt. Durch Öffentlichkeitskampagnen in Zusammenarbeit mit Industrie und Kammern soll das gesellschaftliche Ansehen dieser Berufe gesteigert und die Sichtbarkeit erhöht werden. Ergänzt wird das Maßnahmenpaket durch Sonderprogramme zur Weiterbildung und Umschulung von Fachkräften aus anderen Branchen.

Beteiligte Akteure:

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
- BMWI
- Länderbildungsministerien
- IHK, Handwerkskammern
- Ausbildungsbetriebe im Energiesektor
- ÜNB, Planungsbüros

- Berufsfachschulen, Hochschulen, Agentur für Arbeit

Form der Lösung:

- Förderprogramme mit klaren Zielgruppen, Vergabekriterien und Monitoring
- Öffentlichkeitskampagnen über Plattformen, Messen und digitale Kanäle
- Gesetzliche Grundlage für gezielte Ausbildungsförderung im Energiebereich
- Kooperationsplattformen zwischen Bildungseinrichtungen und ÜNB

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Die Umsetzung ist realistisch, da vergleichbare Förderinstrumente (z. B. in der Pflege) bereits erfolgreich etabliert wurden. (vgl. Die Rheinpfalz, 2025) Die Maßnahme ist politisch gut vermittelbar, entspricht der Fachkräftestrategie der Bundesregierung und lässt sich über bestehende Kanäle (z. B. BAföG, AufstiegsBAföG, Weiterbildungsbonus) ausbauen. Eine enge Verzahnung mit den Bedarfen der ÜNB und regionalen Ausbildungsinitiativen ist erforderlich.

4.4.16 „Green Fast Track“ Ausbildungsinitiative für den Netzausbau

0,805

mittelfristig

Übergeordnetes Ziel:

Etablierung neuer, zielgerichteter Ausbildungs-, Studien- und Weiterbildungsformate, die gezielt auf die Herausforderungen im Übertragungsnetzausbau ausgerichtet sind. Ziel ist es, den wachsenden Personalbedarf effizient zu decken und gleichzeitig die Qualität sowie Geschwindigkeit von Planungs- und Genehmigungsverfahren zu steigern.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Der Netzausbau wird erheblich durch den Mangel an qualifizierten Fachkräften verzögert. Insbesondere in genehmigungsrelevanten, juristischen, technischen und umweltfachlichen Bereichen fehlen spezialisierte Experten. Klassische Ausbildungswege bilden kaum zielgerichtet für die komplexen Anforderungen im Netzausbau aus.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Die Ausbildungsinitiative umfasst die Entwicklung und Implementierung neuer staatlich anerkannter Bildungsformate, die gemeinsam mit Hochschulen, Berufsschulen und Indus-

triepartnern konzipiert werden. Möglich sind duale Studiengänge, Zertifikatsprogramme und beschleunigte „Fast-Track“-Kurse in modularer Form.

Beispielhafte Ausbildungsrichtungen:

- Genehmigungsmanagement im Infrastrukturwesen
- Energiewirtschaftsrecht und Planungsrecht
- Umwelt- und Artenschutz für Infrastrukturprojekte
- Technische Trassierungsplanung und GIS
- Projektmanagement für Großvorhaben im Energiesektor

Beteiligte Akteure:

- BMBF
- IHK
- Hochschulen und Fachhochschulen
- Berufsschulen und Weiterbildungsträger
- ÜNB
- BNetzA und Landesbehörden

Form der Lösung:

- Akkreditierte Bildungsprogramme in enger Verzahnung mit der Praxis
- Teilzeit- und Online-Formate für Quereinsteiger
- Förderung durch Stipendien und Ausbildungsprämien
- Anerkennung in staatlicher Personalentwicklung und öffentlichem Dienst

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Die Umsetzung ist mittelfristig realistisch. Notwendig sind politische Unterstützung, finanzielle Anschubförderung und strategische Partnerschaften mit relevanten Bildungsinstitutionen. Die hohe gesellschaftliche Relevanz des Netzausbaus bietet ein starkes Argument für eine priorisierte Umsetzung.

4.5 Keine genaue Zuordnung

4.5.1 KI-gestützte Bürgerprognosen

0,88

langfristig

Übergeordnetes Ziel:

Durch die frühzeitige Einbindung wahrscheinlicher Bürgerbedenken und potenzieller Konfliktpunkte werden Bürgermeinungen schon in der Entwurfsphase berücksichtigt werden. Das Ziel ist eine präventive Akzeptanzsteigerung und die Vermeidung zeitaufwendiger Wiederholungen im Planungsverlauf.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

In vielen Netzausbauprojekten kommt es zu Verzögerungen durch nachträgliche Bürgerproteste, Einwendungen und Klagen. Diese entstehen häufig, weil betroffene Anwohner:innen erst spät in den Planungsprozess eingebunden werden oder sich nicht ausreichend berücksichtigt fühlen. Dadurch müssen Trassenverläufe oder Baupläne nachträglich angepasst werden, was Zeit und Ressourcen kostet.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Eine KI-basierte Analyseplattform sammelt und verarbeitet kontinuierlich öffentlich zugängliche Bürgerfeedbacks, Petitionen, Social-Media-Beiträge sowie Einwände aus früheren Netzausbauprojekten. Daraus erstellt das System Muster und Prognosen typischer Einwände in spezifischen Regionen oder Trassenkontexten. Diese Erkenntnisse werden Planungsbüros und ÜNBs zur Verfügung gestellt, um bereits in der Konzeptionsphase geeignete Rücksichtnahmen und Kompensationsmaßnahmen vorzusehen.

Mögliche Funktionalitäten:

- Textanalyse vergangener Beteiligungsverfahren und Onlineforen
- Regionenspezifische Akzeptanzprognosen basierend auf Demografie, Nutzung, Historie
- Empfehlungen für kommunikative Maßnahmen und Trassenmodifikation
- Anbindung an Planungstools und Dialogplattformen der ÜNBs

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- Trassenplaner und Umweltgutachter
- Beteiligungsplattformen und Moderationsteams
- Kommunen und Landesbehörden
- Zivilgesellschaftliche Organisationen und Bürgerinitiativen

Form der Lösung:

- Cloubasierte KI-Anwendung mit integrier-tem Dashboard für Planer
- Optionaler Open-Access-Modus für Bürgerbeteiligung
- Schnittstelle zu bestehenden Beteiligungs-tools und Planungsplattformen

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Langfristig umsetzbar. Technische Grundlagen wie Natural Language Processing (NLP), Sentimentanalyse und Predictive Modelling sind verfügbar. Entscheidend ist die Integration in bestehende Planungssysteme und die Akzeptanz der Methode durch Planungsakteure.

4.5.2 Cyber-Kompetenzzentrum für Energieinfrastruktur

0,79

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Aufbau eines zentralen Kompetenzzentrums, das Sicherheitsstandards definiert, Wissen bündelt und als strategische Schnittstelle zwischen Staat, Wirtschaft und Netzbetreibern fungiert. Ziel ist es, Cyberresilienz in der Energieinfrastruktur zu verankern und standardisierte sowie proaktive Schutzmechanismen zu etablieren.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Mit dem zunehmenden Ausbau digitaler Steuerungssysteme in der Energieinfrastruktur steigt auch die Anfälligkeit für Cyberangriffe. Aktuell mangelt es an einheitlichen Sicherheitsstandards, zentraler Koordination und spezialisierter Fachkompetenz zur Absicherung von Übertragungsnetzen gegen hybride Bedrohungen. Sicherheitslücken können zu großflächigen Ausfällen führen.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Das Cyber-Kompetenzzentrum wird als bundesweite Einrichtung unter staatlicher Aufsicht (z. B. in Zusammenarbeit mit dem

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, BSI) aufgebaut. Es fungiert als zentrale Instanz zur Entwicklung und Prüfung von IT-Sicherheitsstandards, zur Beratung von ÜNBs und zur Durchführung regelmäßiger Risikoanalysen und Stresstests.

Kernmechanismen und Funktionen:

- Entwicklung einheitlicher Cybersicherheitsstandards für ÜNB-relevante Infrastrukturen
- Durchführung von Audits, Penetrationstests und Sicherheitszertifizierungen
- Aufbau eines sektorübergreifenden Frühwarnsystems für Cyberbedrohungen
- Schulungen und Fortbildungsprogramme für Behörden, ÜNBs und Bauunternehmen
- Einrichtung einer zentralen Wissensdatenbank für Best Practices und Vorfälle
- Koordination zwischen staatlichen Stellen, Sicherheitsbehörden und der Industrie
- Unterstützung bei der Reaktion auf Vorfälle und bei der Krisenkommunikation

Beteiligte Akteure:

- ÜNB
- BNetzA
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI)
- IT- und Cybersecurity-Unternehmen
- Betreiber kritischer Infrastrukturen (KRITIS)
- Landesbehörden und Ministerien

Form der Lösung:

- Institution mit eigenem Budget und Mandat
- Digitale Plattform für Austausch und Monitoring
- Dezentrale regionale Kompetenzstellen als Anlaufstellen für Netzbetreiber
- Enge Anbindung an Forschungseinrichtungen für angewandte Cybersicherheitsforschung

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Gut umsetzbar mit politischem Willen. Ansätze bestehen bereits in Teilbereichen (z. B. KRITIS-Verordnungen, Kooperationen mit dem BSI (vgl. OpenKRITIS, o.J.)), jedoch fehlt bislang eine zentrale Institution speziell für die Energieinfrastruktur. Die Gründung eines Kompetenzzentrums könnte durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie initiiert und durch entsprechende Gesetzesnovellen unterstützt werden.

4.5.3 Speicherpflicht bei Groß-PV- und Windparks

0,725

schnellstmöglich

Übergeordnetes Ziel:

Stärkung der Netzstabilität und Effizienz im Stromsystem durch verpflichtende Speicherintegration bei großen Erzeugungsanlagen. Ziel ist es, lokal erzeugten Strom besser puffern zu können und die Lastverlagerung im Netz zu reduzieren.

Welches konkrete Problem im Netzausbau wird adressiert?

Große Photovoltaik- und Windkraftanlagen speisen oft volatile Energiemengen ins Netz ein, ohne gleichzeitig über eigene Speicherkapazitäten zu verfügen. Dies führt zu Netzüberlastungen und erfordert kostenintensive Redispatch-Maßnahmen durch die ÜNBs. Derzeit besteht keine gesetzliche Verpflichtung zur Integration von Speichern bei Neubauprojekten, wodurch ein systemrelevantes Potenzial ungenutzt bleibt.

Kernausgestaltung (Wie funktioniert es?):

Bei der Genehmigung neuer Großanlagen (ab einer definierten Schwelle an installierter Leistung, z. B. >20 MW) wird eine Speicherkomponente verpflichtend vorgeschrieben.

Die Auslegung des Speichers erfolgt anhand eines standardisierten Verhältnisses zur erwarteten Einspeisemenge. Die eingesetzten Speicher müssen netzdienlich steuerbar sein und über Schnittstellen zur Koordination mit den ÜNB verfügen.

Mögliche Funktionalitäten:

- Einführung einer Speicherpflicht ab einer bestimmten Anlagenleistung (z. B. 20 MW)
- Gesetzliche Verankerung in EEG oder EnWG
- Technische Standards zur Speicherintegration und Steuerbarkeit
- Monitoring durch ÜNB und Behörden über zentrale Speicherregister
- Fördermodelle zur finanziellen Unterstützung in der Einführungsphase

Beteiligte Akteure:

- Projektentwickler und Betreiber von Wind- und Solarkraftwerken
- Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber
- BNetzA
- BMWi
- Speicherhersteller und Energiemarktakteure

Form der Lösung:

- Gesetzlich geregelte Verpflichtung in Verbindung mit Anreizen (z. B. Förderung, Einspeisevergütung)
- Technischer Leitfaden für Speichergröße, Steuerung und Anbindung
- Integration in bestehende Genehmigungs- und Planungsprozesse

Wie realistisch ist die Umsetzung?

Sehr realistisch, da der politische Fokus zunehmend auf Netzstabilität und Speichertechnologien liegt. Die Herausforderung liegt in der technischen Standardisierung und der wirtschaftlichen Tragfähigkeit für Betreiber. Eine Speicherpflicht würde langfristig jedoch Kosten im Redispatch-Bereich senken und das Gesamtsystem effizienter gestalten.

System Map

05

Um die Komplexität des Stromnetzausbaus greifbar zu machen, wurde eine systemische Prozessdarstellung, eine sogenannte System Map, erstellt. Sie bildet die Stakeholder, deren Beziehungen und Zusammenhänge eines Netzausbauprojekts in seiner gesamten Prozesslogik. (vgl. IDEO U, 2024) Der gesamte Ablauf, von der politischen Zielsetzung bis zur Inbetriebnahme, wird abgebildet.

Zur Veranschaulichung der Wirkungsmöglichkeiten der entwickelten Lösungsvorschläge wurden ergänzend zur Abbildung des Ist-Zustands vier modifizierte System Maps erstellt. Diese orientieren sich an unterschiedlichen zeitlichen Umsetzungshorizonten und zeigen auf, wie und wann die jeweiligen Maßnahmen innerhalb des bestehenden Planungs- und Umsetzungsprozesses ansetzen können. Die vier betrachteten Zeithorizonte lauten: „schnellstmöglich“ (0–2 Jahre), „mittelfristig“ (2–5 Jahre), „langfristig“ (ca. 10 Jahre) und „Zukunft“ (bis 2045).

5.1 Aktueller Stand

Bedarfsermittlung

1

Szenariorahmen

Alle zwei Jahre entwickeln die vier deutschen Übertragungsnetzbetreiber, 50Hertz, TenneT, TransnetBW und Amprion, einen Szenariorahmen. Dieses Referenzdokument spannt drei bis vier konsistente Zukunftspfade über einen Horizont von zehn bis fünfzehn Jahren (derzeit bis 2030) auf und ergänzt sie um einen Langfrist-Ausblick bis 2035. Der Entwurf steht der Öffentlichkeit, Ländern, Verbänden und der Wissenschaft zur Konsultation offen. Nach Auswertung aller Stellungnahmen genehmigt die Bundesnetzagentur den Szenariorahmen, er wird damit zur alleinigen Datengrundlage für den Netzentwicklungsplan.

2

Netzentwicklungsplan

Der zweijährlich erscheinende NEP übersetzt die Szenariodaten in konkrete Leitungs-, Verstärkungs- und HGÜ-Projekte. Nach einer öffentlichen Anhörung überarbeiten die ÜNB den Entwurf, anschließend bestätigt die BNetzA die Vorhaben, die energiewirtschaftlich erforderlich und vordringlich sind. Diese Vorhabenkataloge fließen direkt in das Bundesbedarfsplangesetz ein.

Strategische Umweltprüfung
Parallel unterzieht die BNetzA den NEP einer Strategischen Umweltprüfung. Die Ergebnisse werden im Umweltbericht veröffentlicht und erneut zur öffentlichen Stellungnahme gestellt.

3

Bundesbedarfsplan

Nachdem die BNetzA den Netzentwicklungsplan bestätigt hat, überführt sie die als „vordringlich“ eingestuften Vorhaben an das BMW. Das BMW bringt diesen Entwurf als Gesetzesvorlage in das Bundeskabinett ein. Hier werden Start- und Endpunkt für die Leitungen festgeschrieben, jedoch nicht die exakte Streckenführung. Anschließend durchläuft der Bundesbedarfsplan die Gesetzgebungsverfahren von Bundestag und Bundesrat. Nach Verabschiedung als Bundesbedarfsplangesetz besitzen die Leitungsprojekte Gesetzesrang Voraussetzung für die nachfolgende Bundesfachplanung.

Bundesfachplanung

Für länder- oder staatsgrenzenüberschreitenden Leitungen definiert die BNetzA im Rahmen der Bundesfachplanung einen bis zu 1 000 m breiten Trassenkorridor. Nach Antragstellung durch den ÜNB organisiert die Behörde eine öffentliche Antragskonferenz, legt den Untersuchungsrahmen fest und bewertet Varianten unter technischen, ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten. Raumverträglichkeitsstudie, Strategische Umweltprüfung und ein vorhabenbezogener Umweltbericht bilden die analytische Basis.

Verzicht: Ersatzneubauten, geringfügige Trassenänderungen oder als eilbedürftig gekennzeichnete BBPlG-Vorhaben können die Bundesfachplanung überspringen.

Raumordnungsverfahren

Leitungen, die vollständig innerhalb eines Bundeslandes verlaufen, durchlaufen ein Raumordnungsverfahren der jeweiligen Landesplanung. Dieses prüft Raum- und Umweltverträglichkeit, formuliert jedoch lediglich eine Empfehlung für die nachfolgende Planfeststellung. Ein verbindlicher Korridor wird noch nicht festgelegt.

Planfeststellungsverfahren

Im Rahmen der Planfeststellung prüft die zuständige Behörde nach Antragstellung des ÜNBs alle Unterlagen und legt sie öffentlich aus. Betroffene und Behörden können Einwendungen abgeben, die in einem Erörterungstermin gemeinsam besprochen werden. Nach einer umfassenden Abwägung aller Argumente entscheidet die Behörde mit einem verbindlichen Planfeststellungsbeschluss, ob und wie das Projekt gebaut werden darf. Erst mit diesem Beschluss erhält das Vorhaben die endgültige Baugenehmigung.

Grundstücks- und Materialbeschaffung

6

Grundstückssicherung

Die ÜNBs treten nach dem Planfeststellungsbeschluss in Verhandlungen mit allen betroffenen Grundstückseigentümer*innen ein.

Einigung: Gestattungsvertrag

Wird ein Konsens erzielt, schließen die Parteien einen Gestattungs- oder Dienstbarkeitsvertrag (ggf. Kaufvertrag) ab. Dieser regelt Leitungsrecht, Entschädigung, Bauabläufe und Rückbaupflichten.

Keine Einigung: Enteignungsantrag

Scheitern die Gespräche, stellt der ÜNB gemäß § 44 NABEG einen Enteignungsantrag. Zuständig ist, je nach Vorhaben, die Bundesnetzagentur (für NABEG-Leitungen) oder die jeweilige Landes-Enteignungsbehörde. Nach Anhörung und Wertermittlung erlässt die Behörde den Enteignungsbeschluss die Eigentümer erhalten eine gesetzliche Entschädigung.

7

Ausschreibung und Beschaffung

Nach Rechtskraft des Planfeststellungsbeschlusses starten die ÜNB europaweite Vergabeverfahren (VgV/SektVO).

1. Ausschreibung:

Leistungsverzeichnisse für Mast- und Fundamentbau, Erd- bzw. Seekabel, Trafostationen, Sekundärtechnik.

2. Angebotsphase:

Bauunternehmen und Zulieferer reichen Angebote ein; Zuschlagskriterien: Preis, technische Qualität, Lieferzeit, Nachhaltigkeit.

3. Verhandlungs-/Vergabephase:

Wirtschaftlichstes Angebot erhält den Zuschlag; Vertragsschluss mit Bau- und Lieferunternehmen.

Grundstücks- und Materialbeschaffung

8

Bauphase

Bauvorbereitung

Zufahrtswege, Lagerflächen sowie Sicherheits- und Umweltschutzmaßnahmen werden eingerichtet, bevor schweres Gerät anrückt.

Bauausführung

Gründungen, Mastmontage oder Kabeltiefbau erfolgen abschnittsweise; eine ökologische Baubegleitung überwacht die Einhaltung aller Auflagen.

Bauüberwachung

Die ÜNB-Bauleitung und externe Prüfmänner begleiten sämtliche Arbeitsschritte und führen fortlaufende Qualitätstests durch.

Bauabnahme

Nach der Abschlussbegehung werden Mängel protokolliert, erst mit behördlicher Freigabe gilt die Trasse als fertiggestellt.

Inbetriebnahme

Für länder- oder staatsgrenzenüberschreitende Leitungen definiert die BNetzA im Rahmen der Bundesfachplanung einen bis zu 1 000 m breiten Trassenkorridor. Nach Antragstellung durch den ÜNB organisiert die Behörde eine öffentliche Antragskonferenz, legt den Untersuchungsrahmen fest und bewertet Varianten unter technischen, ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten. Raumverträglichkeitsstudie, Strategische Umweltprüfung und ein vorhabenbezogener Umweltbericht bilden die analytische Basis.

Verzicht: Ersatzneubauten, geringfügige Trassenänderungen oder als eilbedürftig gekennzeichnete BBPlG-Vorhaben können die Bundesfachplanung überspringen.

Monitoring

Leitungen, die vollständig innerhalb eines Bundeslandes verlaufen, durchlaufen ein Raumordnungsverfahren der jeweiligen Landesplanung. Dieses prüft Raum- und Umweltverträglichkeit, formuliert jedoch lediglich eine Empfehlung für die nachfolgende Planfeststellung. Ein verbindlicher Korridor wird noch nicht festgelegt.

Ist-Zustand

Der Ist-Zustand des deutschen Übertragungsnetzausbaus ist von einem dicht verschachtelten Geflecht regulatorischer Hürden geprägt. Die Genehmigungs- und Planungsverfahren umfassen zahlreiche Stellungnahmephase und wiederholte Iterationsschleifen, was selbst gut vorbereitete Projekte um Monate oder Jahre verzögert. Besonders hemmend wirken die föderal zersplitterten Zuständigkeiten: Bundes- und Landesebenen verfolgen teils unterschiedliche Prioritäten, wodurch Doppelprüfungen, variierende Fristen und inkonsistente Vorgaben entstehen. Hinzu kommt eine hohe Akteursvielfalt von Bundesbehörden über

Länder und Kommunen bis zu Fachverbänden und Bürgerinitiativen, deren Koordination oft lückenhaft bleibt. Das Ergebnis ist ein Verfahren, das wenig Transparenz bietet, Vertrauen in der Öffentlichkeit untergräbt und damit Akzeptanzrisiken verstärkt. Solange diese strukturellen Hürden bestehen, bleibt der Übertragungsnetzausbau ein zeit- und ressourcenintensives Unterfangen, das Deutschlands Energiewende entscheidend ausbremst.

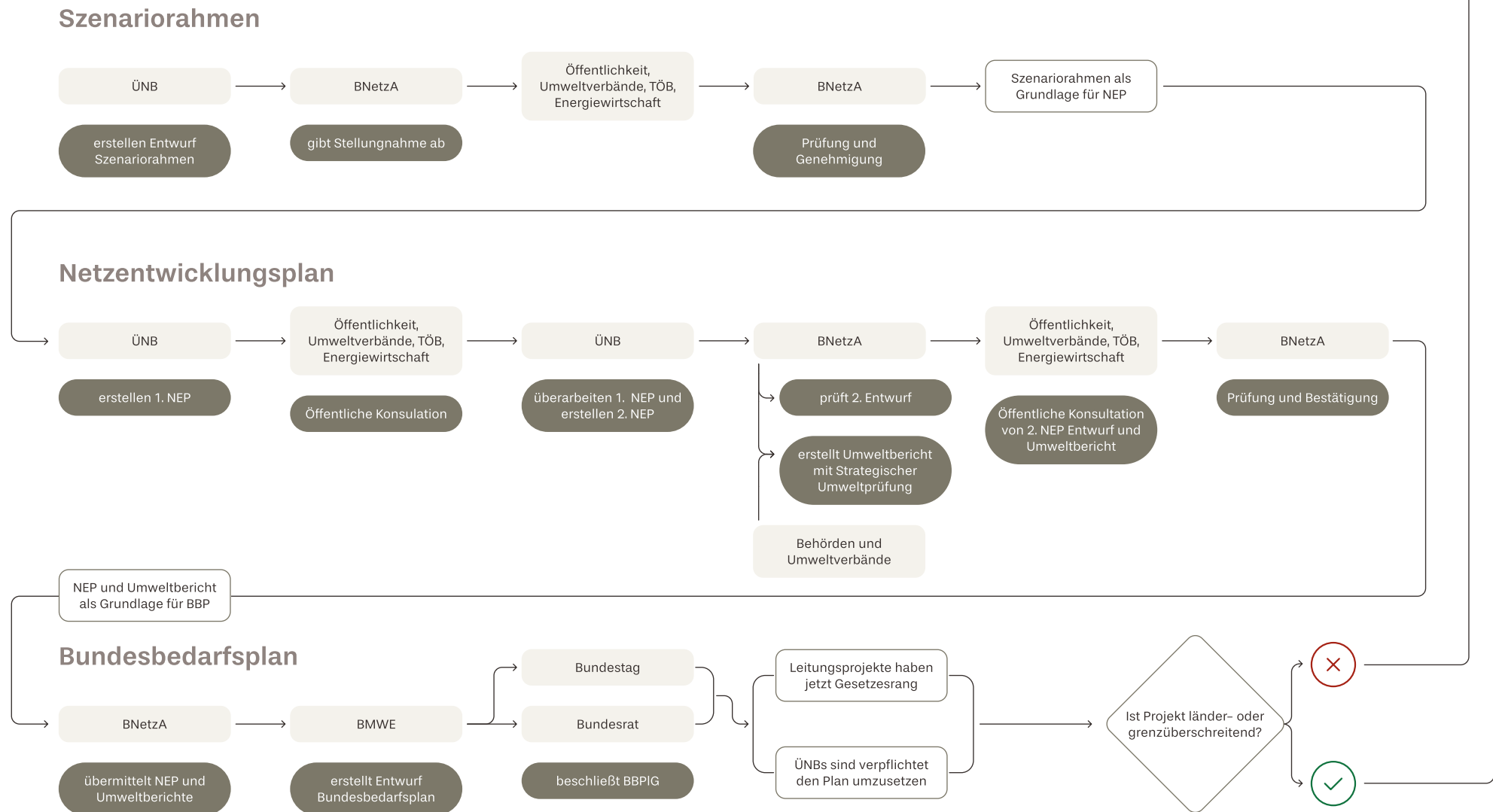
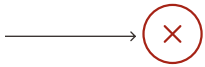
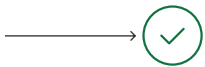
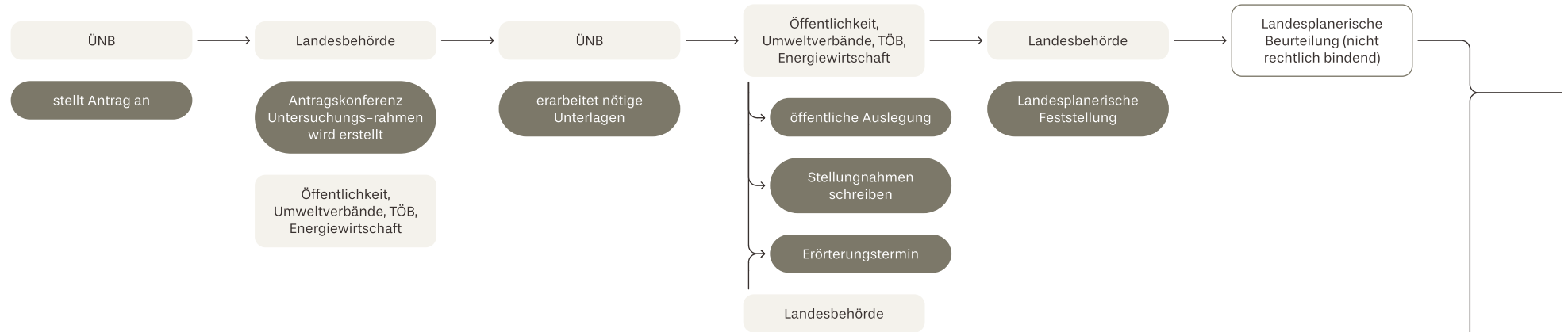


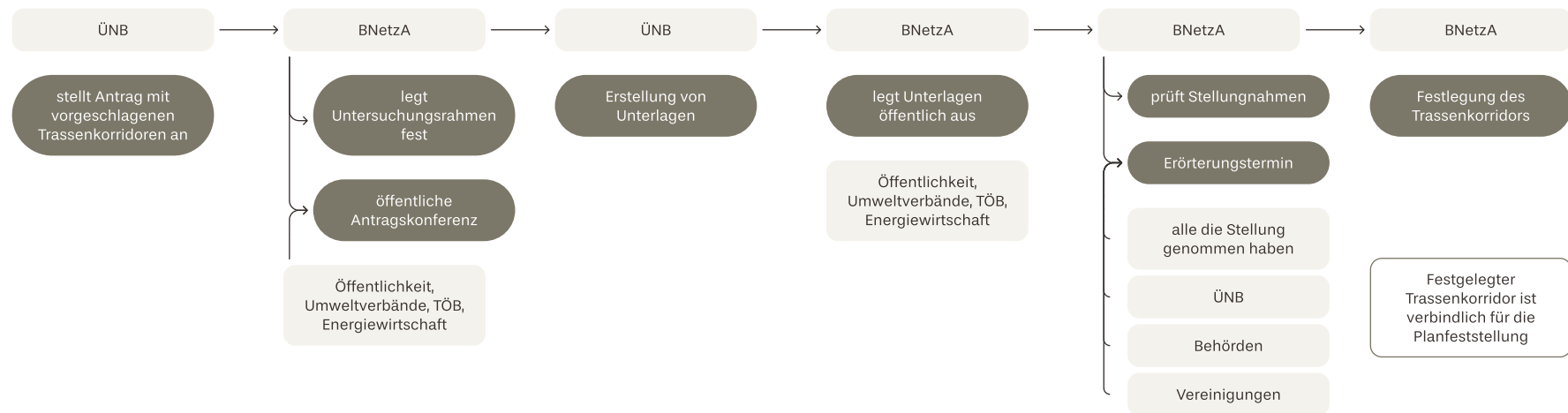
Abb. 4: System Map Ist-Zustand 1



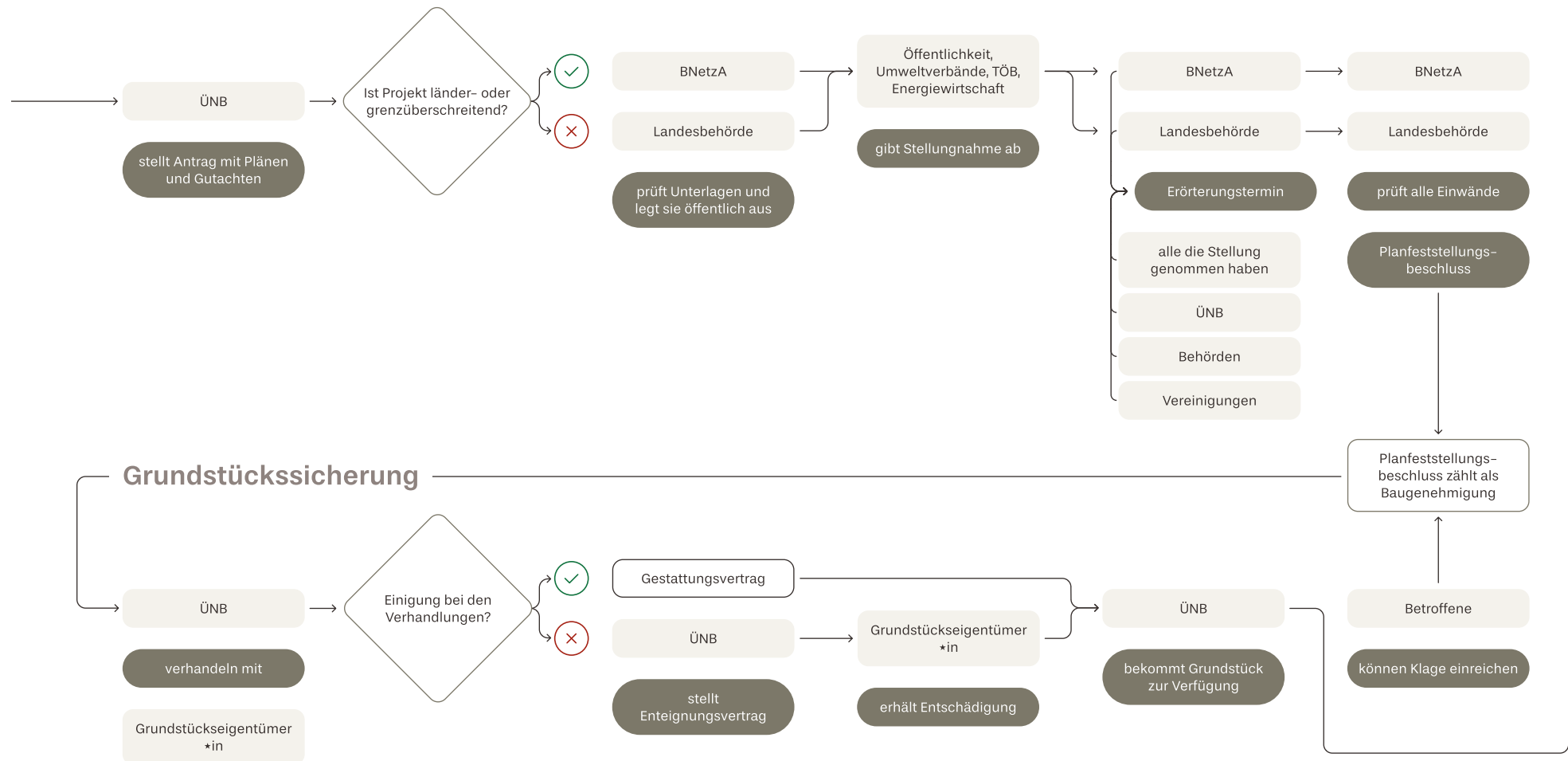
Raumordnungsverfahren



Bundesfachplanung



Planfeststellung



Grundstückssicherung

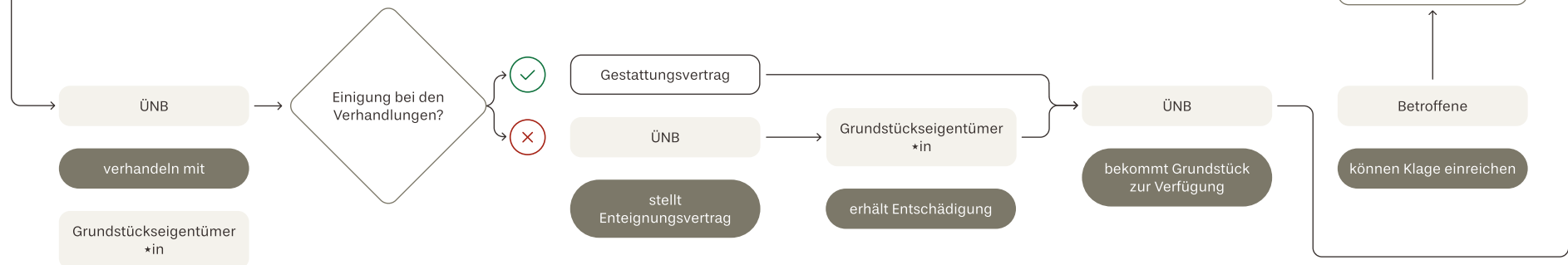
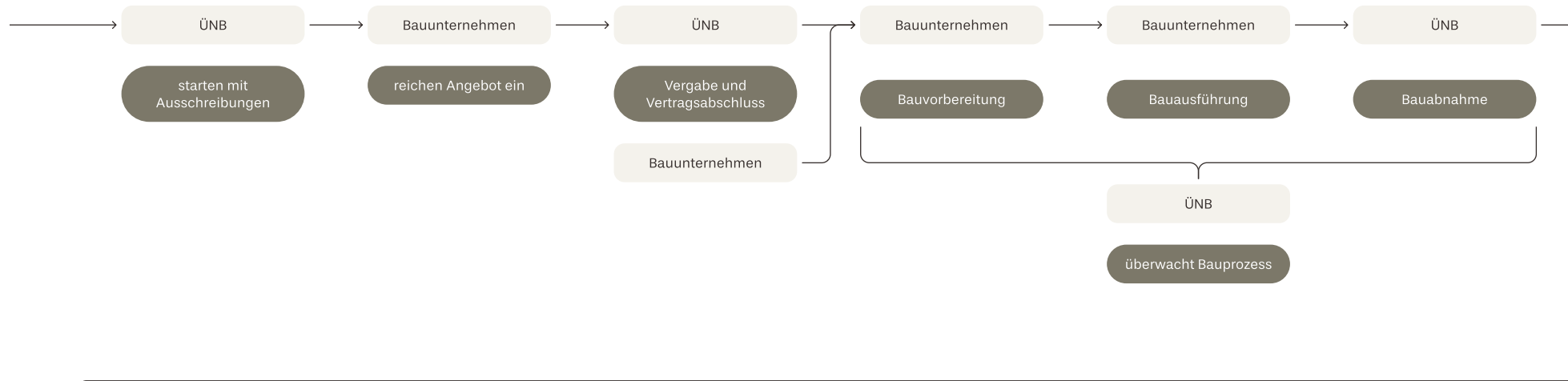


Abb. 5: System Map Ist-Zustand 2

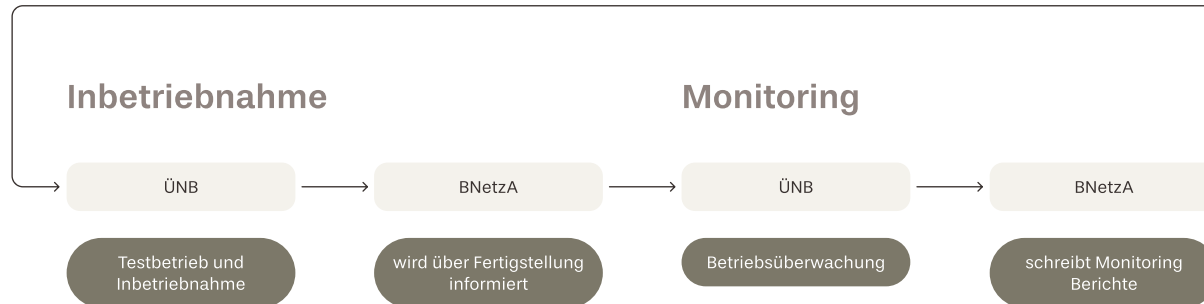
Ausschreibung und Beschaffung



Bauphase

Inbetriebnahme

Monitoring



5.2 Schnellstmöglich 0 bis 2 Jahre

Im unmittelbaren Zeitraum werden organisatorische Sofortmaßnahmen und digitale Werkzeuge implementiert, die auf schnelle Wirkung zielen: etwa flexible Genehmigungsverfahren, algorithmisch unterstützte Beteiligungsformate und Scoring-Systeme zur Priorisierung. Durch die gezielte Bündelung personeller Ressourcen, frühe Synergieanalysen und automatisierte Stellungnahmeverfahren sollen erste Engpässe im System kurzfristig entlastet und zentrale Projekte beschleunigt werden.

Maßnahmen, die keine genaue Zuordnung haben

Um kurzfristig echte Beschleunigungspotenziale zu erschließen, wird ein zentrales Cyber-Kompetenzzentrum Energie eingerichtet, das als Schnittstelle zwischen Staat, Wirtschaft und Netzbetreibern agiert und Know-how bündelt. Gleichzeitig legt der Bund gezielte Förderprogramme für ÜNB-relevante Ausbildungsberufe auf und etabliert einen behördenübergreifenden Talentpool. Dadurch können Netzbetreiber zeitnah auf qualifiziertes, sowohl technisch als auch regulatorisch geschultes Fachpersonal zugreifen, anstatt jahrelang im Wettbewerb um Fachkräfte gebunden zu sein.

Szenariorahmen

Die Bundesnetzagentur versehen die Vorhaben im Szenariorahmen und Netzentwicklungsplan mit einem Wichtigkeits-Score. Je nach Score wird der Prozess angepasst, um die Projekte schneller voran zu bringen. Hochpriorisierte Leitungen durchlaufen ein flexibles Genehmigungsverfahren: erste Stellungnahmen können entfallen, Prüftiefe und Fristen werden an die Risikoklasse angepasst. Für weniger dringliche Vorhaben bleibt das vollständige Beteiligungsverfahren erhalten.

Auch der Beteiligungsprozess selbst wird neu gestaltet. Bürgeranliegen müssen gebündelt und mit einem valider Gegenvorschlag eingereicht werden, wodurch vielfache Dopplungen entfallen und der Diskurs lösungsorientierter wird. Ein algorithmisch gestütztes Auswahlverfahren zieht zudem ein repräsentatives Bürgerpanel, damit Einzelinteressen nicht mehr das Gesamtbild verzerren.

Alle eingehenden Stellungnahmen und Protokolle der Erörterungstermine laufen abschließend durch eine LLM-gestützte Text Analyse, das Redundanzen erkennt und eine gewichtete Zusammenfassung erstellt. So erhält die Behörde innerhalb von Stunden ein belastbares Meinungsbild.

Netzentwicklungsplan

Nach Einreichung des Netzentwicklungsplans an die Bundesnetzagentur greift erneut das Wichtigkeits-Scoring. Projekte mit hoher Systemrelevanz können eine verkürzte Strategische Umweltprüfung durchlaufen, entweder durch reduzierte Prüftiefe oder eine verkürzte zweite Konsultationsphase. In der zweiten Konsultationsphase gelten dieselben vereinheitlichten Verfahren zur Bürgerbeteiligung wie zuvor: Stellungnahmen müssen gebündelt und ohne inhaltliche Dopplungen eingereicht werden, eine Gegenvorschlagspflicht bleibt bestehen, und die Auswertung erfolgt durch automatisierte Analyseprozesse, um repräsentative Meinungsbilder schnell und effizient zusammenzufassen.

Bundesfachplanung / Raumfeststellungsverfahren

Wie im Bundesbedarfsplan schon integriert, soll bei der Bundesfachplanung weiterführend gezielt nach Synergien gesucht werden.

Während der öffentlichen Antragskonferenz wendet die Bundesnetzagentur, wie in vorherigen Phasen, standardisierte Beteiligungsformate an. Zusätzlich soll es eine zentrale, digitale Plattform, auf der alle Netzausbauprojekte und geprüften Trassenvarianten mit Bewertungskriterien transparent dargestellt werden, geben. Nutzer:innen können über ein interaktives Tool erkennen, wieso genau an den Standorten Leitungen gebaut werden sollen. So werden Entscheidungsprozesse für alle Beteiligten nachvollziehbar und verständlich erklärt.

In begründeten Ausnahmefällen, etwa bei Fragen der nationalen Sicherheit oder zur Abwehr erheblicher Versorgungsrisiken, erhält die Bundesnetzagentur die Befugnis, die öffentliche Konsultation im Rahmen der Bundesfachplanung auszusetzen oder stark zu verkürzen. Diese Option soll jedoch streng reguliert und nur unter nachvollziehbaren, dokumentierten Bedingungen zum Einsatz kommen.

Bei dem Raumordnungsverfahren sollen die gleichen Lösungen zum Einsatz kommen, wie bei der Bundesfachplanung, zuständig ist in dem Fall die jeweilige Landesbehörde.

Planfeststellungsverfahren

Im Planfeststellungsverfahren sollen die Übertragungsnetzbetreiber künftig auf erweiterte GIS-Systeme mit integrierten 3D-Daten, etwa aus Google Maps, zugreifen können. Diese ermöglichen eine präzisere Analyse topographischer Gegebenheiten bereits in der Planungsphase und verbessern damit die Trassierung und Umweltverträglichkeitsprüfung erheblich.

Zusätzlich wird ein Anreizsystem etabliert, das betroffenen Kommunen und Anwohnern Kompensationen oder Prämien für kooperative Beteiligung während des Ausbaus bietet. Die Bundesnetzagentur bewertet auf Basis der Antragskonferenzen die Notwendigkeit eines zweiten Erörterungstermins.

Für die Öffentlichkeitsbeteiligung werden die gleichen standardisierten Beteiligungsformate angewendet, wie etwa bei der Bundesfachplanung.

Grundstückssicherung

Die Übertragungsnetzbetreiber können, basierend auf der Risikoklasse und dem Wichtigkeitsscore der Bundesnetzagentur, frühzeitig mit Grundstückseigentümer in Kontakt treten und das Vorkaufsrecht wahrnehmen. Bei Verhandlungen mit Grundstückseigentümern werden zudem Energieboni für betroffene Haushalte eingeführt. Eine wesentliche Neuerung ist die anonyme Bodenwertermittlung vor der Projektveröffentlichung, um künstliche Preissteigerungen zu vermeiden und die Originalpreise der Grundstücke zu sichern, was zu erheblichen Kosteneinsparungen führt.

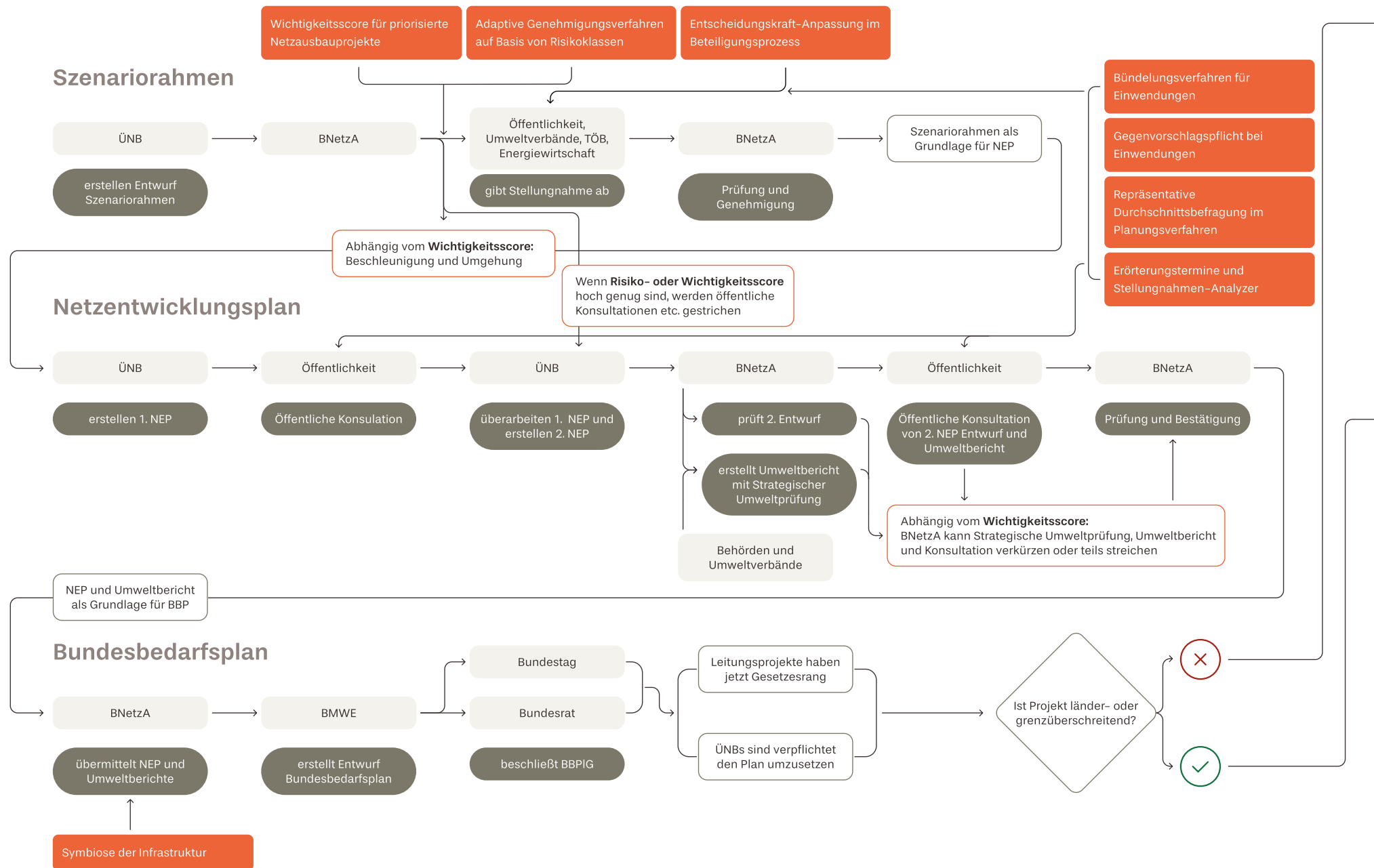
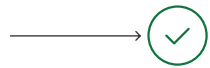
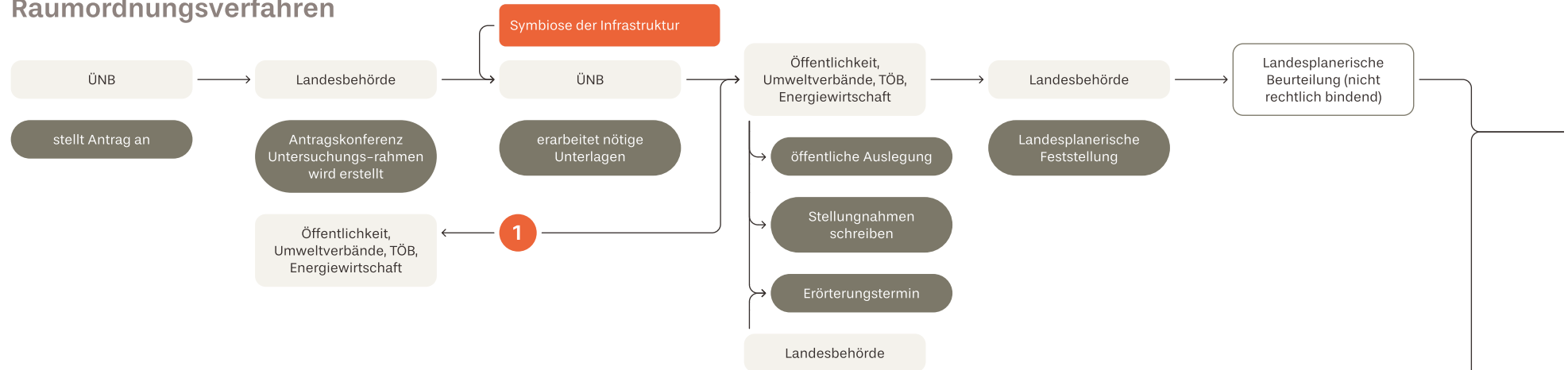
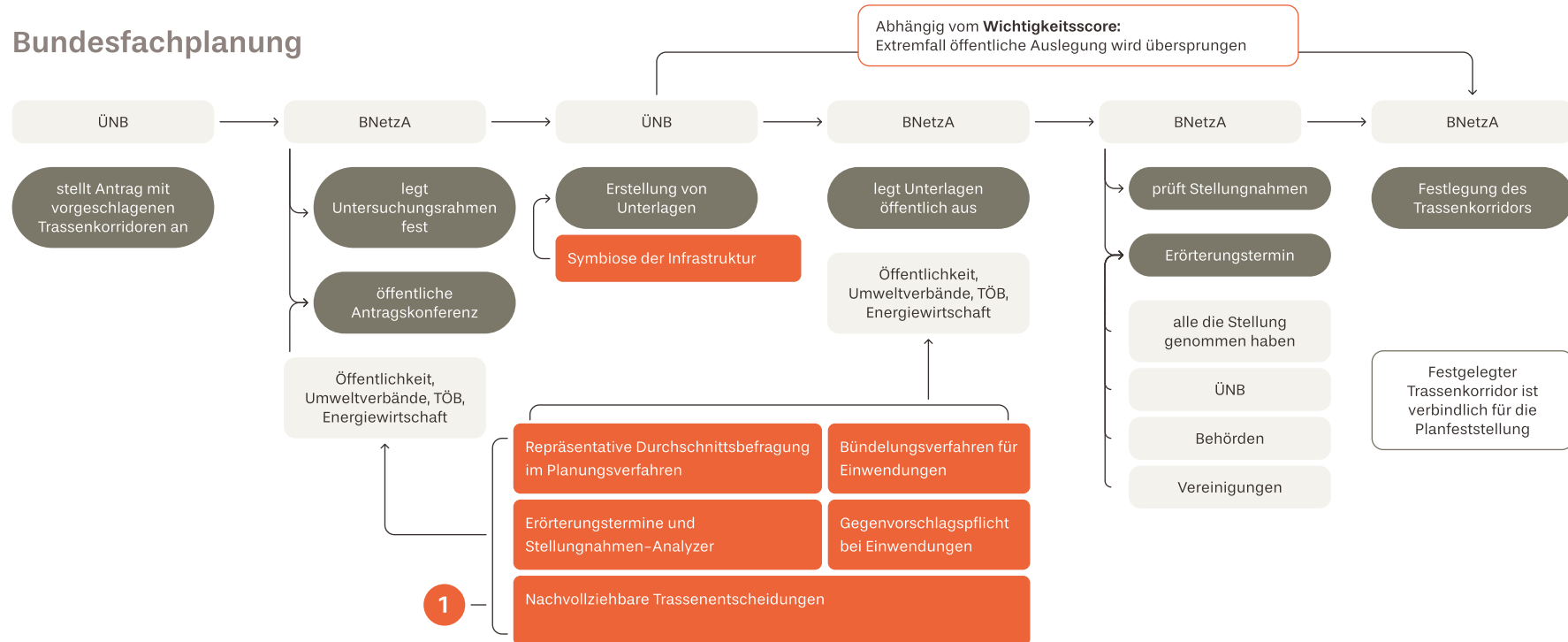


Abb. 6: System Map schnellstmöglich 1

Raumordnungsverfahren



Bundesfachplanung



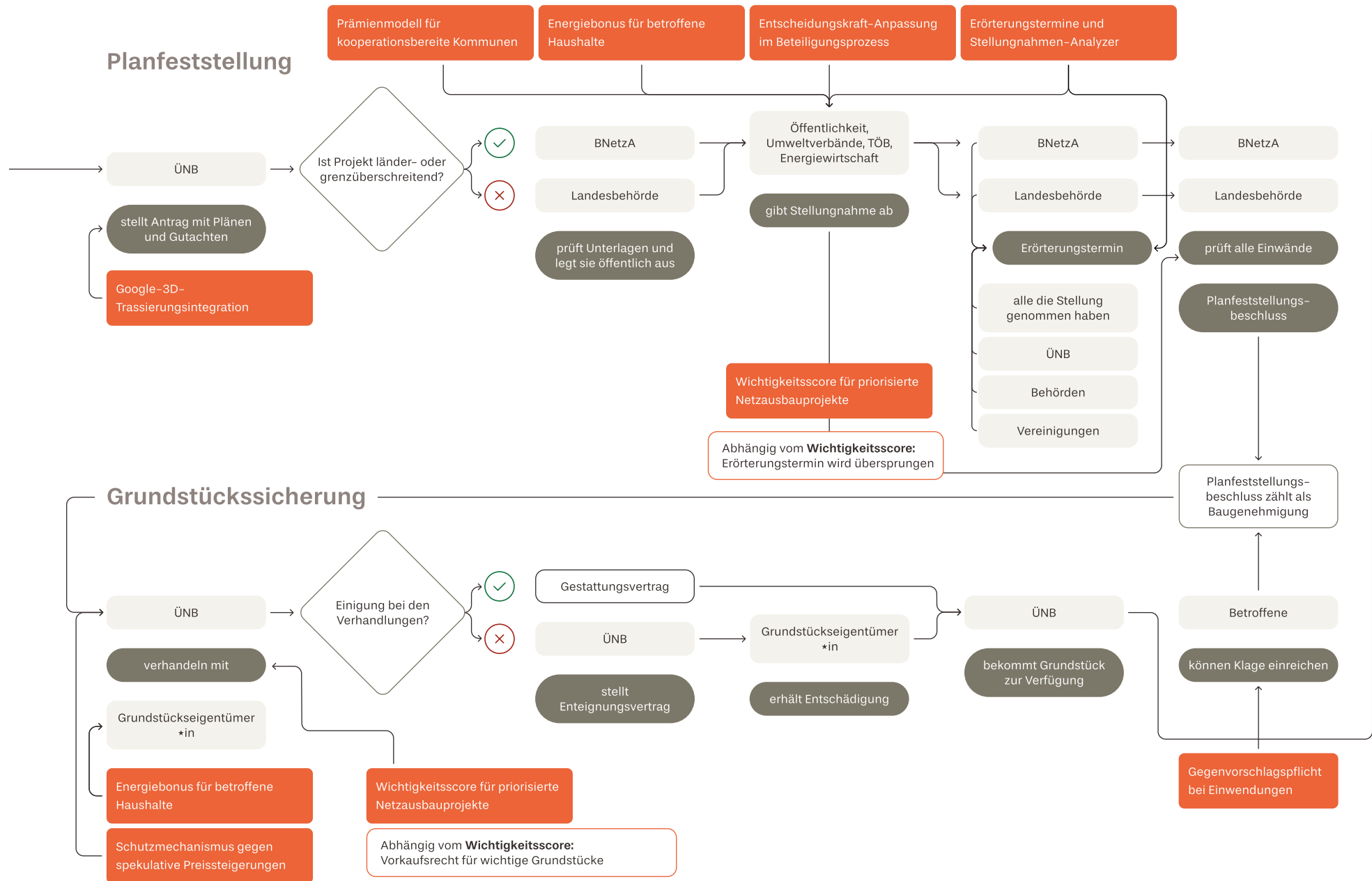
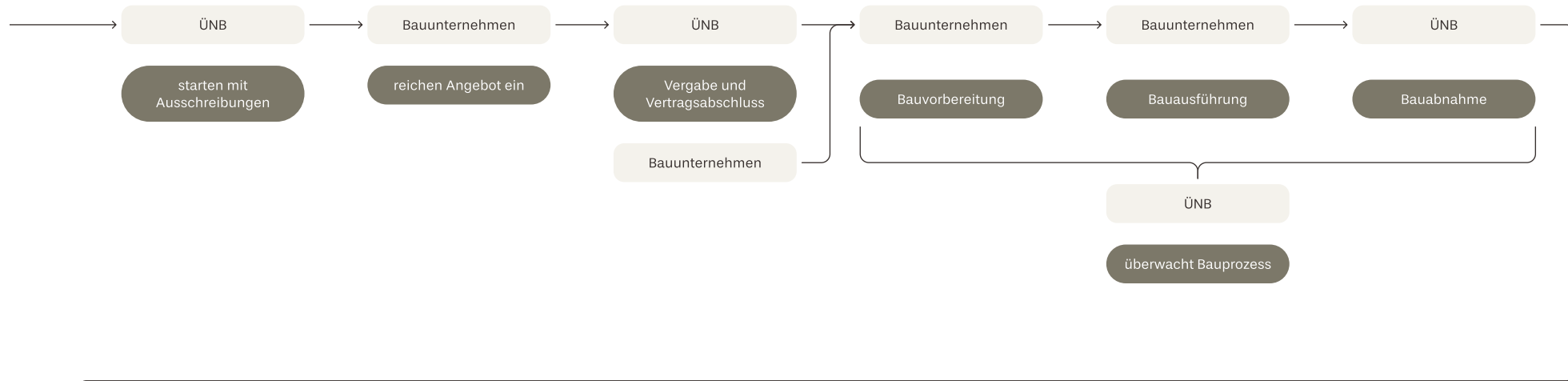


Abb. 7: System Map schnellstmöglich 2

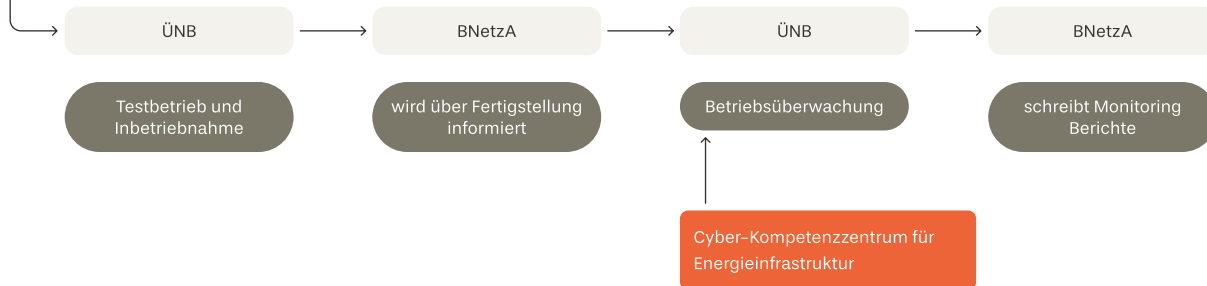
Ausschreibung und Beschaffung



Bauphase

Inbetriebnahme

Monitoring



5.3 Mittelfristig 3 bis 5 Jahre

In den kommenden Jahren werden zentrale Koordinierungsstrukturen geschaffen, digitale Tools zur Flächensicherung und Beteiligung eingeführt und erste KI-Anwendungen in Prüf- und Planungsprozesse integriert. Die Gründung einer Bundesagentur für Infrastrukturgenehmigung, standardisierte Verfahrensabläufe sowie unterstützende Technologien wie Trassierungssoftware und Augmented-Reality-Visualisierungen sorgen für mehr Transparenz, Planungssicherheit und beschleunigte Abläufe, insbesondere in frühen Verfahrensphasen.

Szenariorahmen

Durch die Identifikation und Ausweisung sogenannter Raum-Bündelzonen werden potenzielle Infrastrukturkorridore reserviert und Nutzungskonflikte reduziert. Digitale Standortplaner unterstützen Unternehmen und Kommunen dabei, strategisch günstige Standorte für künftige Industrie- und Energieprojekte zu finden. Gleichzeitig sorgt eine vorausschauende Knotenpunkt-Prognose dafür, dass zentrale Netzknoten langfristig gesichert und in der weiteren Planung berücksichtigt werden. Insgesamt schafft dieser Ansatz mehr Planungssicherheit, verkürzt spätere Genehmigungs- und Flächensicherungsverfahren und stärkt die frühzeitige Abstimmung aller beteiligten Akteure.

Die Bundesnetzagentur implementiert eine digitale Aufklärungsplattform, um repräsentative Bürgerbefragungen durchzuführen. Parallel dazu wird ein KI-gestütztes System zur Prüfung von Klagen eingesetzt, das Stellungnahmen analysiert und Duplikate identifiziert. Während der Stellungnahmephase wird außerdem eine transparente Kostenvorvisualisierung des Netzausbaus bereitgestellt, um allen Beteiligten die finanziellen Auswirkungen frühzeitig zu verdeutlichen.

Netzentwicklungsplan

Während der Erarbeitung des Netzentwicklungsplans nutzen die Übertragungsnetzbetreiber die gleichen Tools, die auch die Bundesnetzagentur im Szenariorahmen verwendet, um die Stellungnahmen der Stakeholder effizient auszuwerten. Zusätzlich werden vorgefertigte Informationspakete für die Kommunen bereitgestellt, damit diese, die Öffentlichkeit einheitlich mit dem selben Wissensstand informieren können.

Des Weiteren kann die Bundesnetzagentur bei den strategischen Umweltprüfungen und dem Umweltbericht auf standardisierte Verfahren für typische Landschaftstypen zurückgreifen.

Bundesbedarfsplan

Das digitale Abwägungstool kommt bei der Erstellung des Bundesbedarfsplans zum Einsatz und hilft dabei, verschiedene Netzausbauoptionen objektiv zu vergleichen. Mit einer Analyse können die besten Varianten identifiziert und priorisiert werden. Die Ergebnisse fließen als transparente Entscheidungsgrundlage in die weitere Planung ein und erleichtern die spätere Kommunikation.

Bundesfachplanung / Raumfeststellungsverfahren

Um die Bundesfachplanung effizient und möglichst reibungslos zu gestalten, übernimmt die neu eingeführte Bundesagentur für Infrastrukturgenehmigung die zentrale Koordination des gesamten Prozesses. Die BIG fungiert dabei als zentrale Anlaufstelle und Ansprechpartner für alle beteiligten Stakeholder. Sie sorgt für ein abgestimmtes, transparentes und beschleunigtes Zusammenarbeiten aller relevanten Akteure und gewährleistet so eine zügige und strukturierte Umsetzung der Bundesfachplanung.

Bei der Bundesfachplanung kommen sowohl bei der ersten, als auch bei der zweiten Öffentlichkeitsbeteiligung erneut die digitale Aufklärungsplattform, die Kostenvisualisierung und KI-gestützte Klagenprüfung zum Einsatz. Neu hinzu kommt eine AR-App zur Trassensichtbarkeit, die es der Öffentlichkeit ermöglicht, frühzeitig die geplanten Trassenverläufe zu visualisieren.

Bei dem Raumordnungsverfahren sollen die gleichen Lösungen zum Einsatz kommen, wie bei der Bundesfachplanung, zuständig ist in dem Fall die jeweilige Landesbehörde. Damit die Prozesse in den Bundesländern einheitlich und vorausschauend ablaufen, werden im Rahmen des Raumordnungsverfahrens für Netzausbauprojekte verbindliche bundesweite Standards festgelegt. Diese Vereinheitlichungen sorgen dafür, dass Abläufe, Anforderungen und Bewertungsmaßstäbe in allen Ländern konsistent angewendet werden und der gesamte Planungsprozess dadurch transparenter, effizienter und besser planbar wird.

Planfeststellungsverfahren

Im Planfeststellungsverfahren arbeiten die Übertragungsnetzbetreiber mit KI-gestützter Trassierungssoftware, um frühzeitig optimale Trassenverläufe zu identifizieren und die erste Antragstellung zu beschleunigen. Diese Trassierungen werden auch über AR-Apps für die betroffenen Grundstückseigentümer visualisiert, um deren Stellungnahmen zu erleichtern. Außerdem kommen wieder die gleichen Tools wie bei den vorherigen Öffentlichkeitsbeteiligungen dazu. Nach den Erörterungen, verarbeiten die ÜNBs das angepasste Feedback ebenfalls mithilfe der KI-Trassierungssoftware, um die Planung weiter zu optimieren.

Das Planfeststellungsverfahren wird wieder begleitend unterstützt und koordiniert von der BIG.

Ausschreibung, Beschaffung und Bauphase

Eine wesentliche Änderung während der Ausschreibung, Beschaffung und Bauphase ist die Einführung eines Arbeitsressourcen-Planungstool für Infrastrukturprojekte. Ein zentrales Planungstool, dass Personal und Equipment vorausschauend über alle Netzausbauprojekte hinweg koordiniert werden, Engpässe frühzeitig erkannt und die Bauphasen flexibel aufeinander abgestimmt werden können.

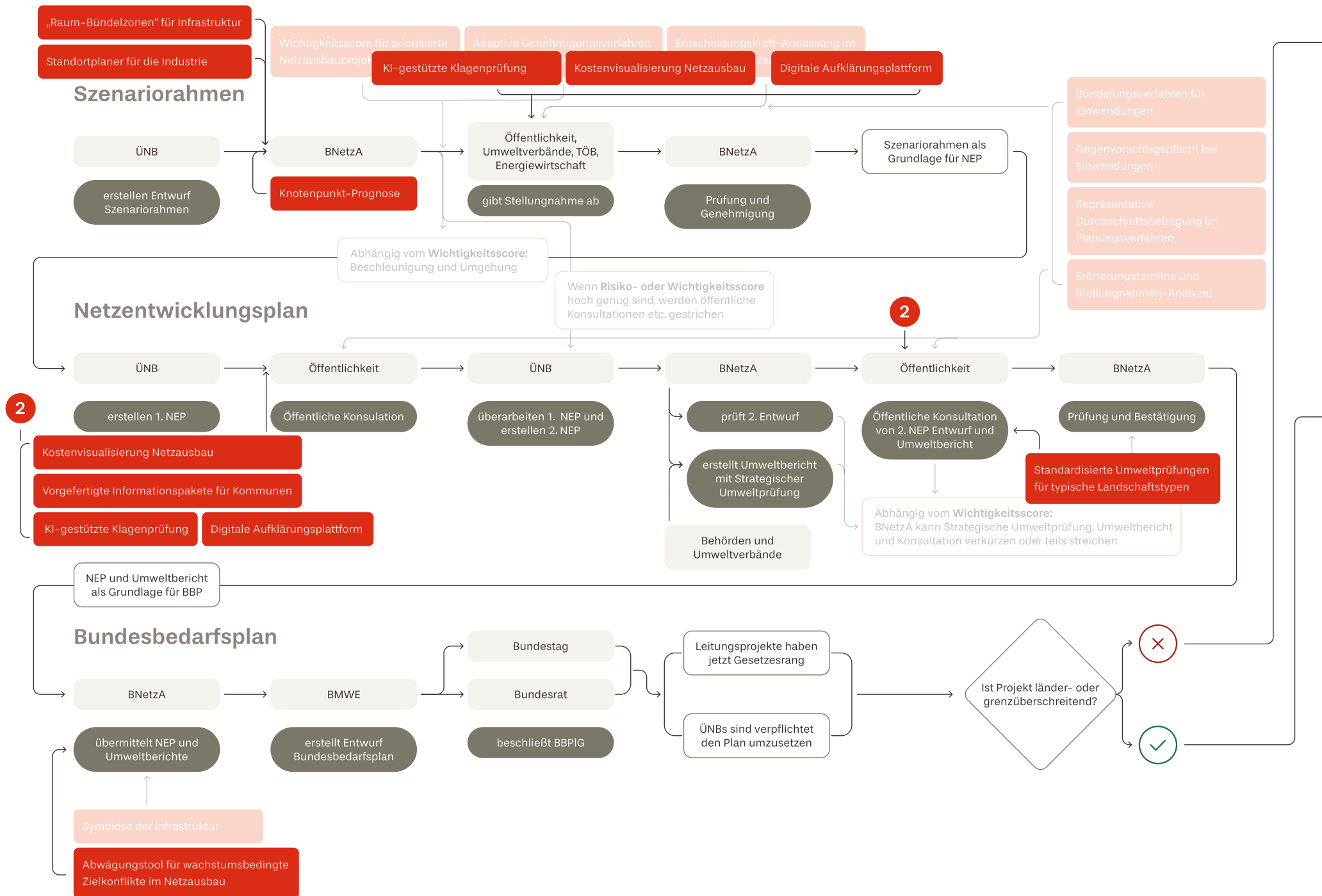
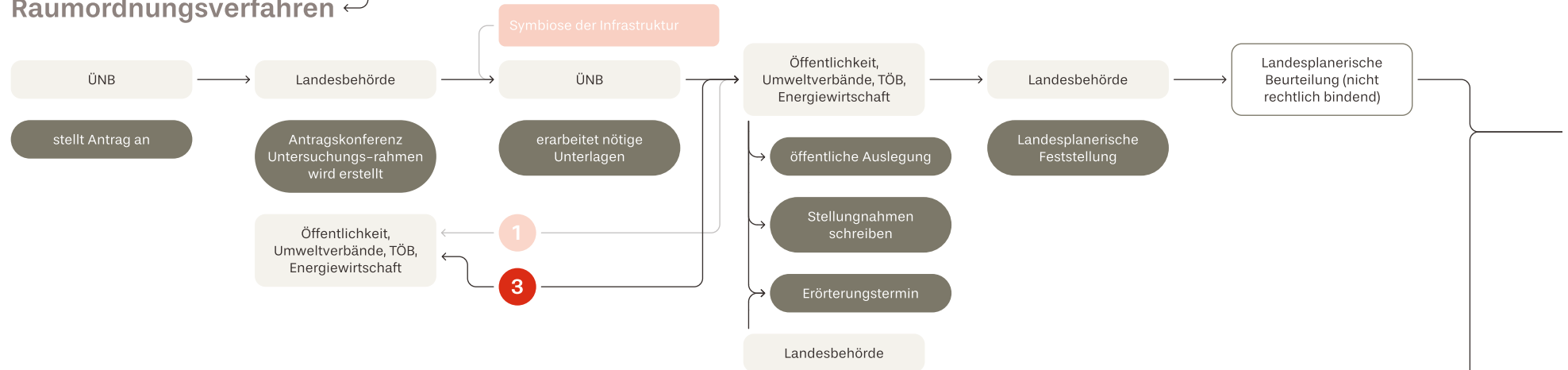


Abb. 8: System Map mittelfristig 1

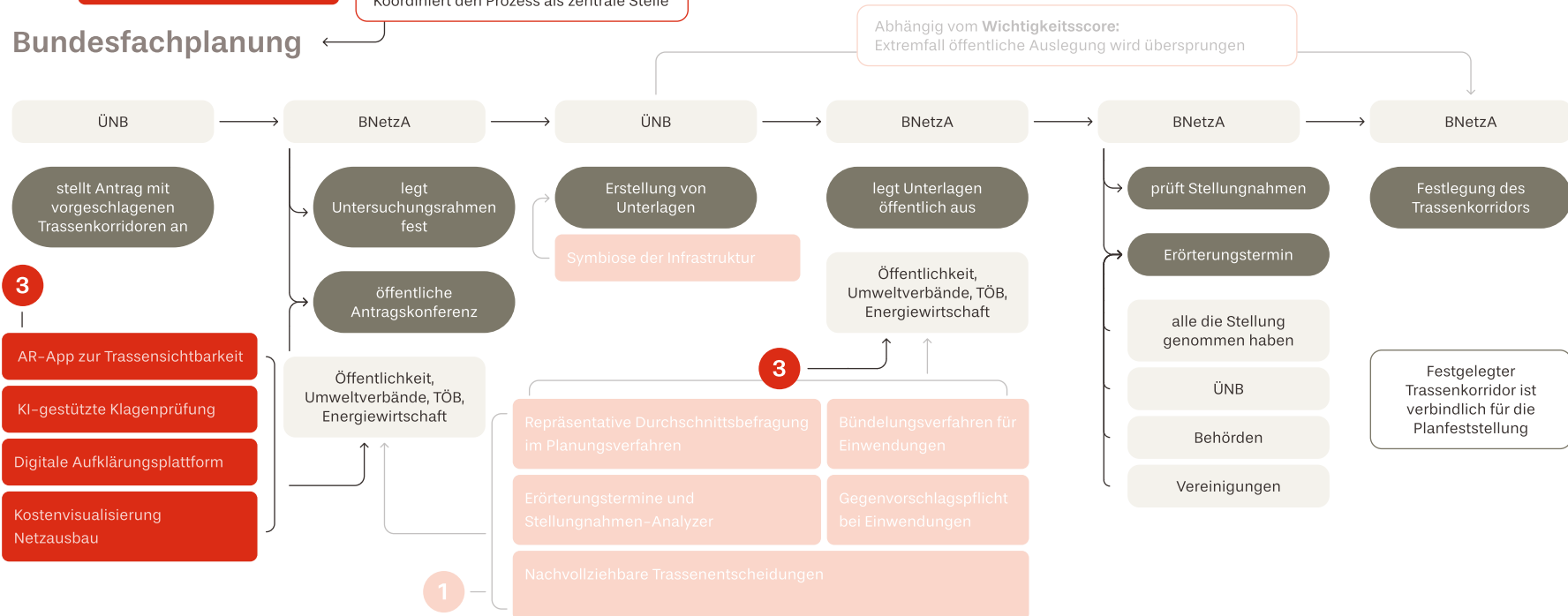
⊗ Bundesweite Vereinheitlichung
der Netzausbauverfahren

Raumordnungsverfahren



✓ Bundesagentur für
Infrastrukturgenehmigung (BIG)

Bundesfachplanung



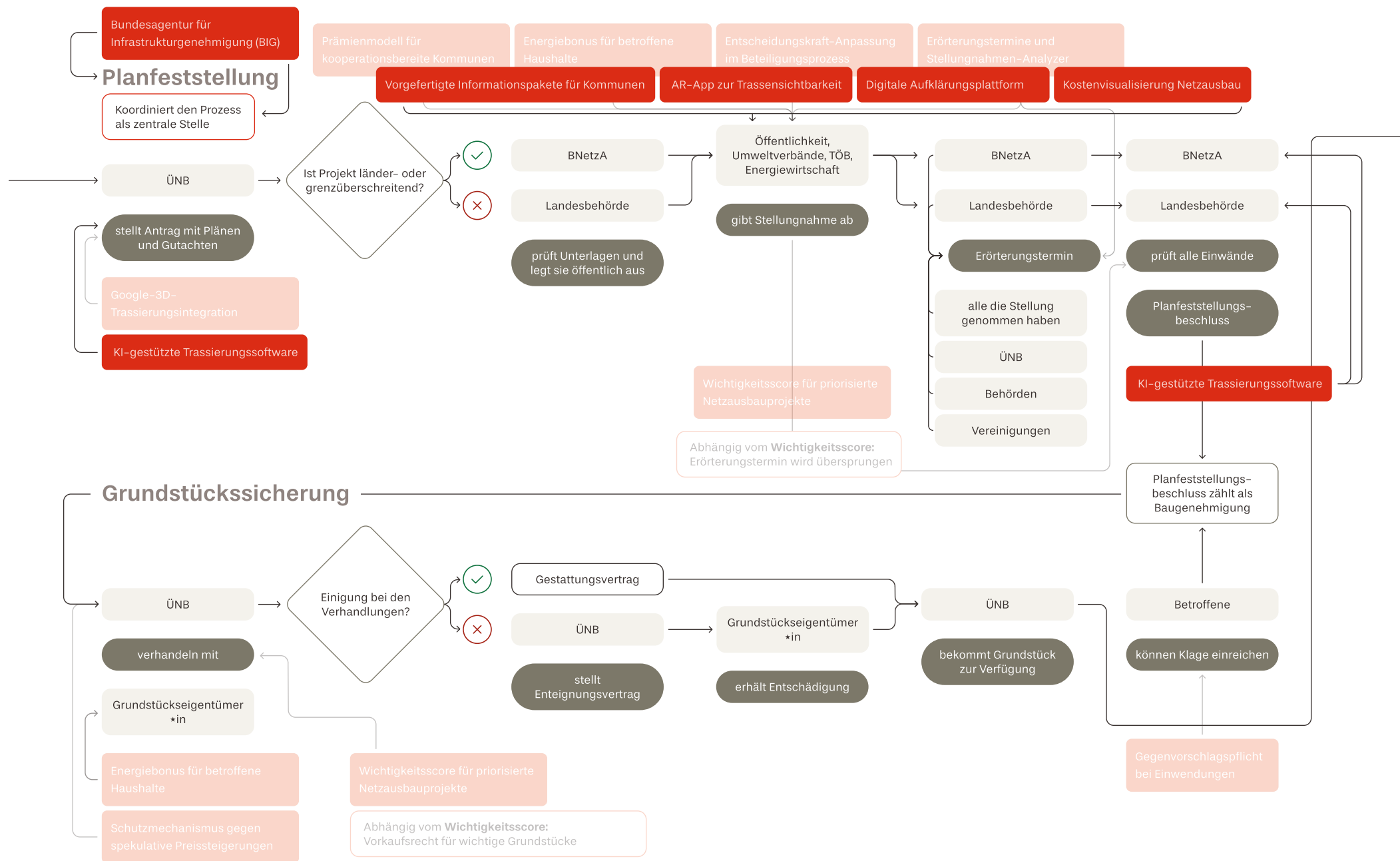
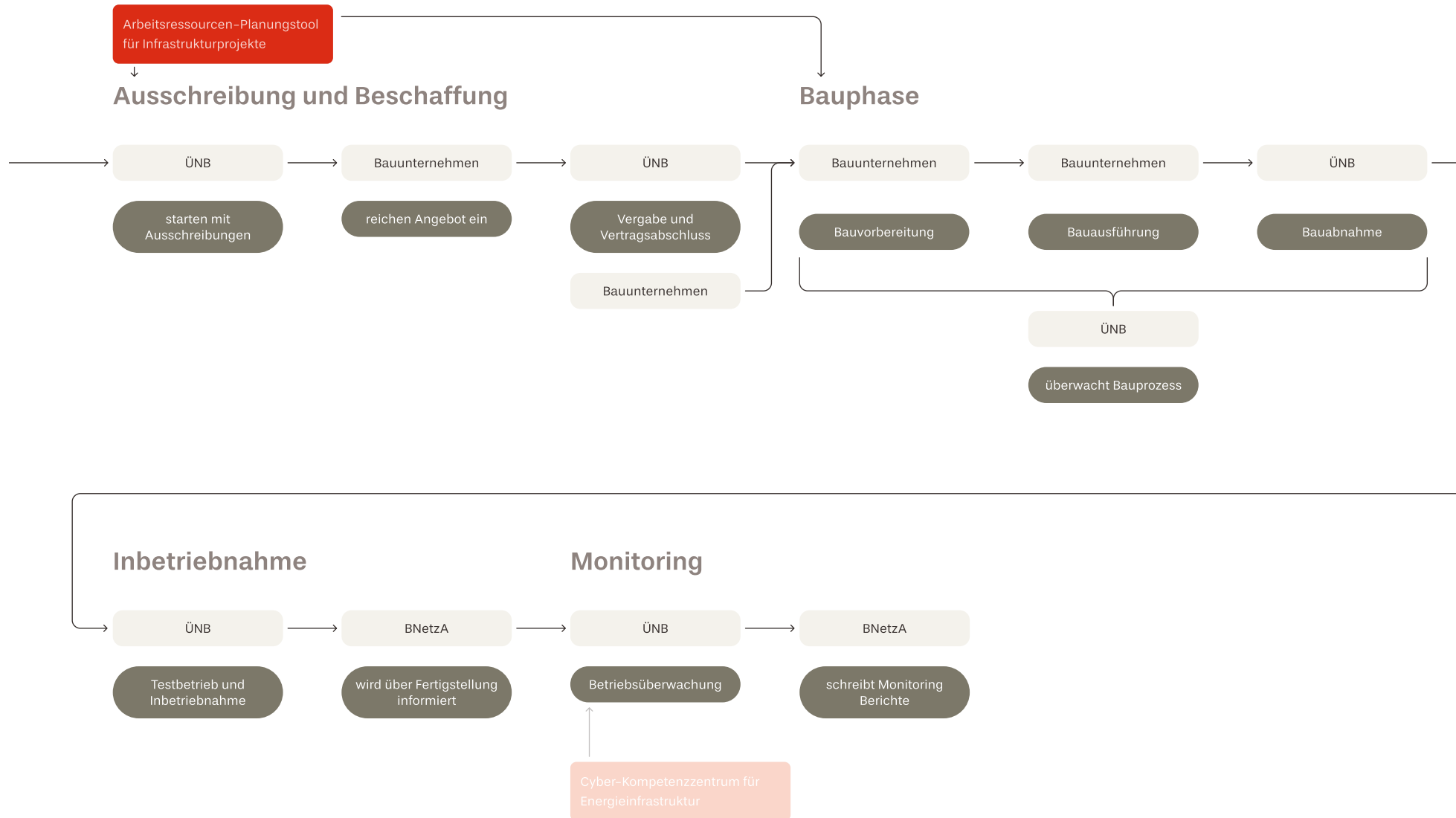


Abb. 9: System Map mittelfristig 2



5.4 Langfristig ab 10 Jahre

In diesem Zeithorizont rückt der Ausbau digitaler Infrastrukturen in den Vordergrund: zentrale Software-Hubs, KI-Agenten in Behörden und datenbasierte Bürgerprognosen sollen Prozesse beschleunigen, Kommunikation verbessern und die Beteiligung effizienter gestalten. Ziel ist ein standardisiertes, lernfähiges Verwaltungssystem, das auf breite Akzeptanz und proaktive Zusammenarbeit zwischen Staat, Netzbetreibern und Öffentlichkeit setzt.

Maßnahmen, die keine genaue Zuordnung haben

Für die kommenden zehn Jahre sind mehrere Neuerungen geplant. Ein wesentliches Element ist der Einsatz von KI-Agenten in Behörden, um die Kommunikation zu vereinfachen und zu beschleunigen. Zudem wird ein digitales Behördenkommunikationssystem namens „Connected Germany“ eingeführt, das den Austausch zwischen den Behörden optimiert. Ein weiterer wichtiger Schritt ist der Aufbau eines zentralen Software-Hubs für Genehmigungs- und Stakeholder-Management, der allen Beteiligten projektbezogene Informationen zentral zugänglich macht.

Szenariorahmen

Die Bundesnetzagentur wird durch den Einsatz von KI-Tools die behördlichen Prozesse beschleunigen. Öffentliche Konsultationen werden effizienter gestaltet, indem der Chatbot für den Netzausbau und KI-gestützte Bürgerprognosen zum Einsatz kommen. Diese Prognosen basieren auf umfangreichen Datensätzen, die ein allgemeines Stimmungsbild der Bevölkerung frühzeitig ermöglichen und so die Effizienz der Stellungnahme- und Konsultationsprozesse steigern. Prüfungen werden ebenfalls durch den Einsatz von KI-Agenten in den Behörden optimiert, was zu einer insgesamt schnelleren und transparenteren Abwicklung führt.

Netzentwicklungsplan

Im Rahmen des Netzentwicklungsplans werden Übertragungsnetzbetreiber künftig frühzeitig auf Bedarfsermittlungstools sowie zentrale Beschaffungsplattformen für Netzausbaukomponenten zurückgreifen. Dies ermöglicht eine vorausschauende Materialplanung und Lagerhaltung, wodurch potenziellen Lieferengpässen im späteren Projektverlauf vorgebeugt wird.

In der Konsultationsphase wird erneut ein digitaler Netzausbau-Chatbot zum Einsatz kommen, um eine strukturierte Erfassung und Beantwortung von Bürgeranliegen zu gewährleisten. Ergänzend werden KI-gestützte Prognosetools ein differenziertes Meinungsbild der Bevölkerung liefern, das als valide Grundlage für die Weiterentwicklung des Planentwurfs dient.

Bundesfachplanung / Raumfeststellungsverfahren

Während der Bundesfachplanung werden wie in den Phasen zuvor KI-gestützte Bürgerprognosen genutzt, um die finale Trassierung zu optimieren. Zudem werden öffentlich zugängliche Trassierungstools bereitgestellt, die es Bürgern ermöglichen, eigenständig Trassierungsvorschläge einzureichen. Diese Tools erklären gleichzeitig, warum bestimmte Trassen nicht realisierbar sind.

Im Raumordnungsverfahren kommen die gleichen Lösungen, wie bei der Bundesfachplanung zum Einsatz.

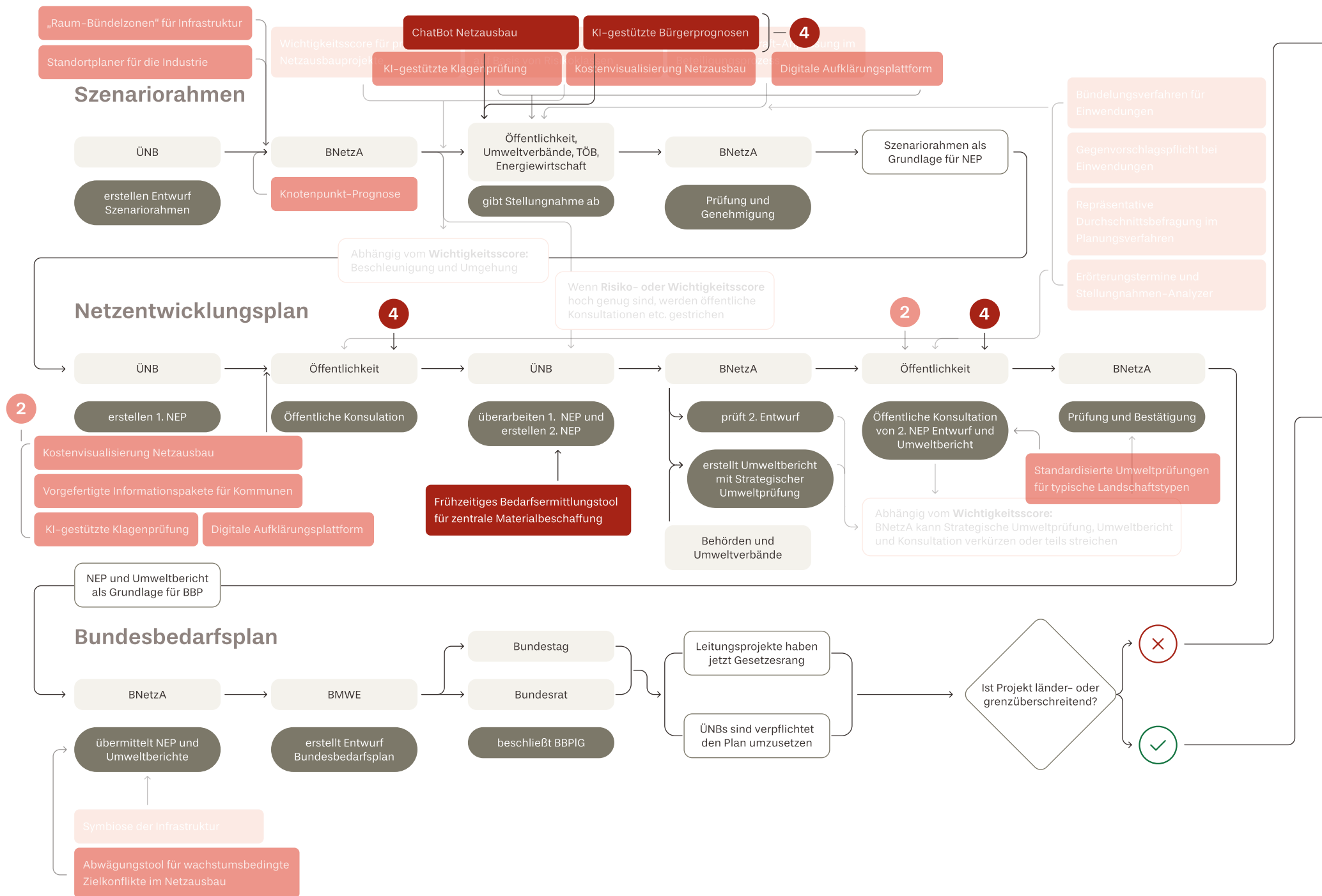


Abb. 10: System Map langfristig 1

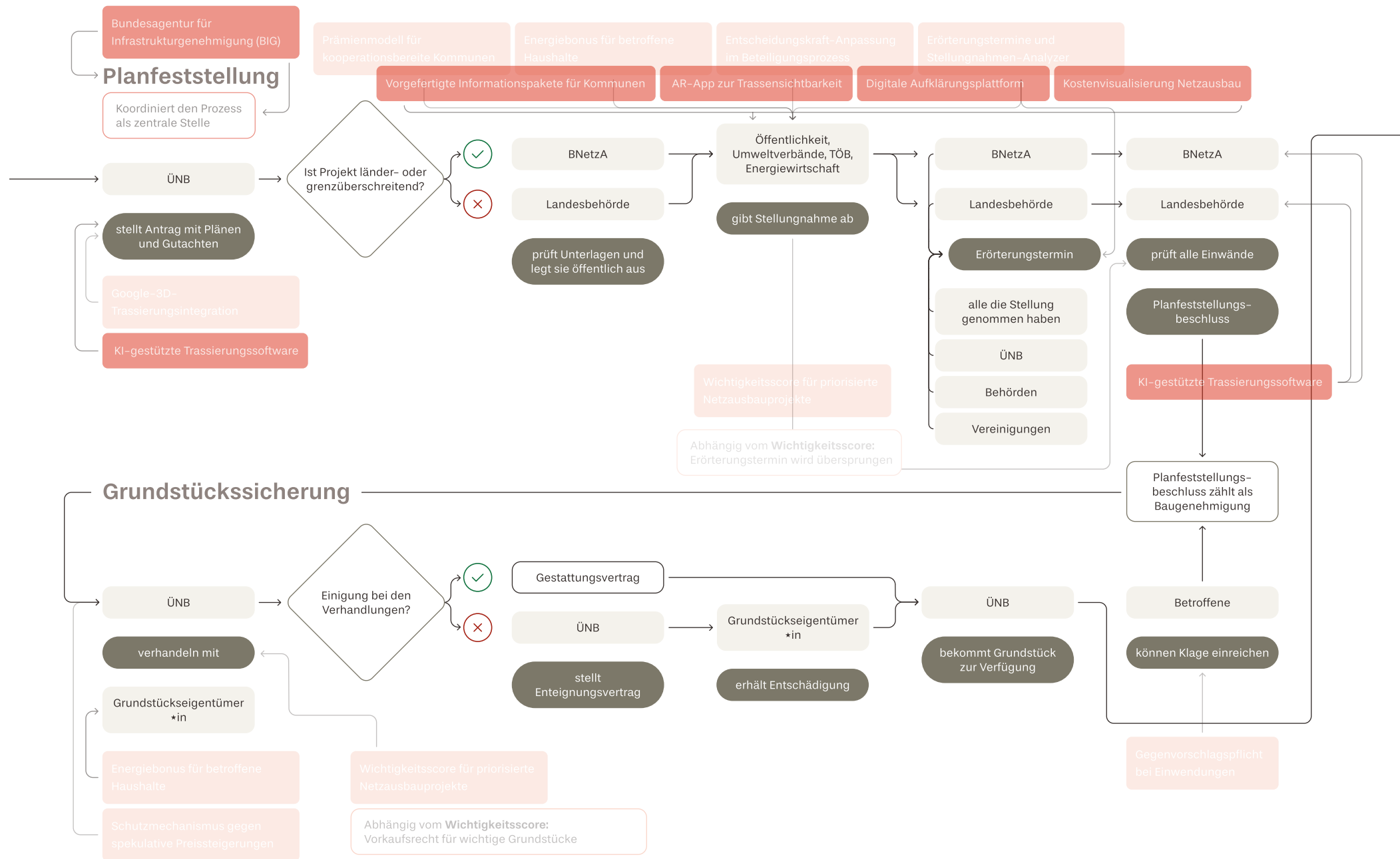
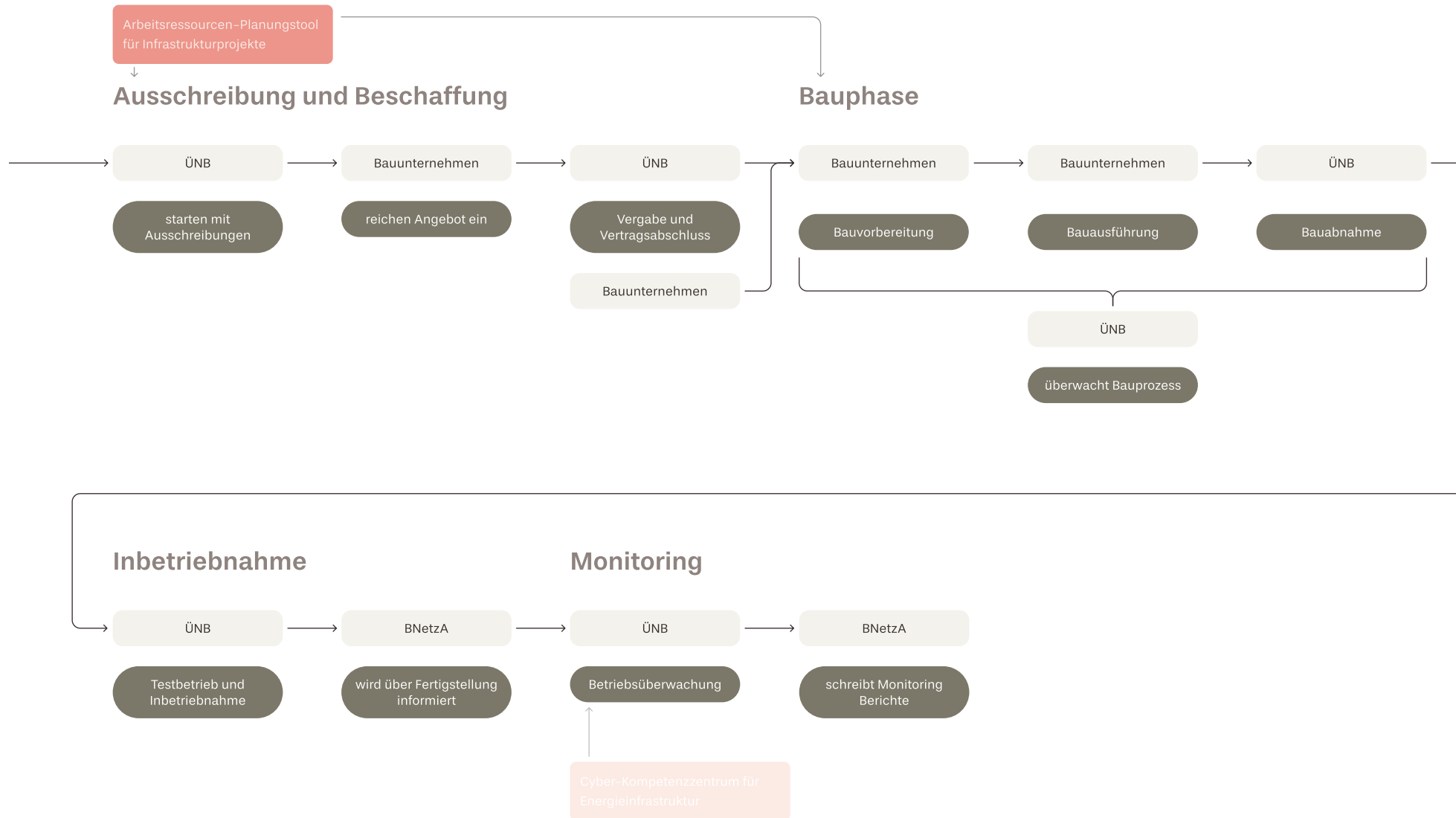


Abb. 11: System Map langfristig 2



5.5 Weite Zukunft bis 2045

Dieser Zeithorizont umfasst tiefgreifende strukturelle Veränderungen und beschreibt ein idealtypisches Zukunftsbild des Netzausbaus. Im Mittelpunkt stehen digitale Gesamtsysteme wie ein bundesweiter Digital Twin, automatisierte Umweltanalysen sowie KI-gestützte Trassenplanung. Ziel ist ein hochgradig datengetriebener, transparenter und lernfähiger Planungs- und Genehmigungsprozess, der Effizienz, Nachhaltigkeit und gesellschaftliche Anschlussfähigkeit systemisch miteinander verknüpft.

Maßnahmen, die keine genaue Zuordnung haben

Ein bundesweiter Digital Twin soll alle Infrastruktur-, Umwelt- und Genehmigungsdaten in einer zentralen 3D-Plattform integrieren und so sämtliche relevanten Netz-, Bau- und Verwaltungsinformationen digital abbilden. Automatisierte Analysen und Algorithmen zur Trassenfindung beschleunigen die Planung und sorgen für mehr Transparenz, Effizienz und Nachvollziehbarkeit im gesamten Netzausbauprozess.

Netzentwicklungsplan

Eine digitale Batteriespeicher-Simulationsplattform analysiert Netzentwicklungspläne, Einspeisedaten und Verbrauchsprofile, um optimale Standorte und Einsatzszenarien für Batteriespeicher im Übertragungsnetz zu identifizieren. So werden Speicher gezielt dort geplant, wo sie netztechnisch und wirtschaftlich den größten Nutzen bringen, etwa zur Glättung von Lastspitzen, Vermeidung von Engpässen und Reduktion von Redispatch-Kosten.

Bundesfachplanung / Raumfeststellungsverfahren

Durch die automatisierte Durchführung der Raumverträglichkeitsstudie während der strategischen Umweltprüfung durch die Bundesnetzagentur werden potenzielle Konflikte mit raumbedeutsamen Belangen frühzeitig erkannt, bewertet und direkt in die Auswahl sowie Optimierung von Trassenkorridoren integriert, wodurch Planungszeiten verkürzt und Genehmigungsprozesse effizienter gestaltet werden. Zusätzlich soll eine Umweltausgleichs-Sandbox entwickelt werden, die in Kombination mit dem digitalen Zwilling geeignete Ausgleichsflächen identifiziert und simuliert.

Planfeststellungsverfahren

Ein weiteres Tool für die Bundesfachplanung ist das Drohnen-Scouting mit LiDAR. Dabei werden die relevanten Gebiete frühzeitig gescannt und digitalisiert, um diese Daten anschließend in den Software-Hub und den digitalen Zwilling zu integrieren. So können diese präzisen Daten optimal für die Trassierung genutzt werden.

Monitoring und Nachsorge

Cybersecurity-Szenario-Simulationen sollen im Monitoring eingesetzt, um potenzielle Angriffe und Schwachstellen frühzeitig zu erkennen und die Sicherheitsmaßnahmen der Netzleit- und Betriebstechnik laufend zu optimieren. Darüber hinaus können automatisierte Raumverträglichkeitsstudien und entsprechende Tools im Umweltmonitoring genutzt werden, um den Anforderungen der Umweltbehörden gerecht zu werden.

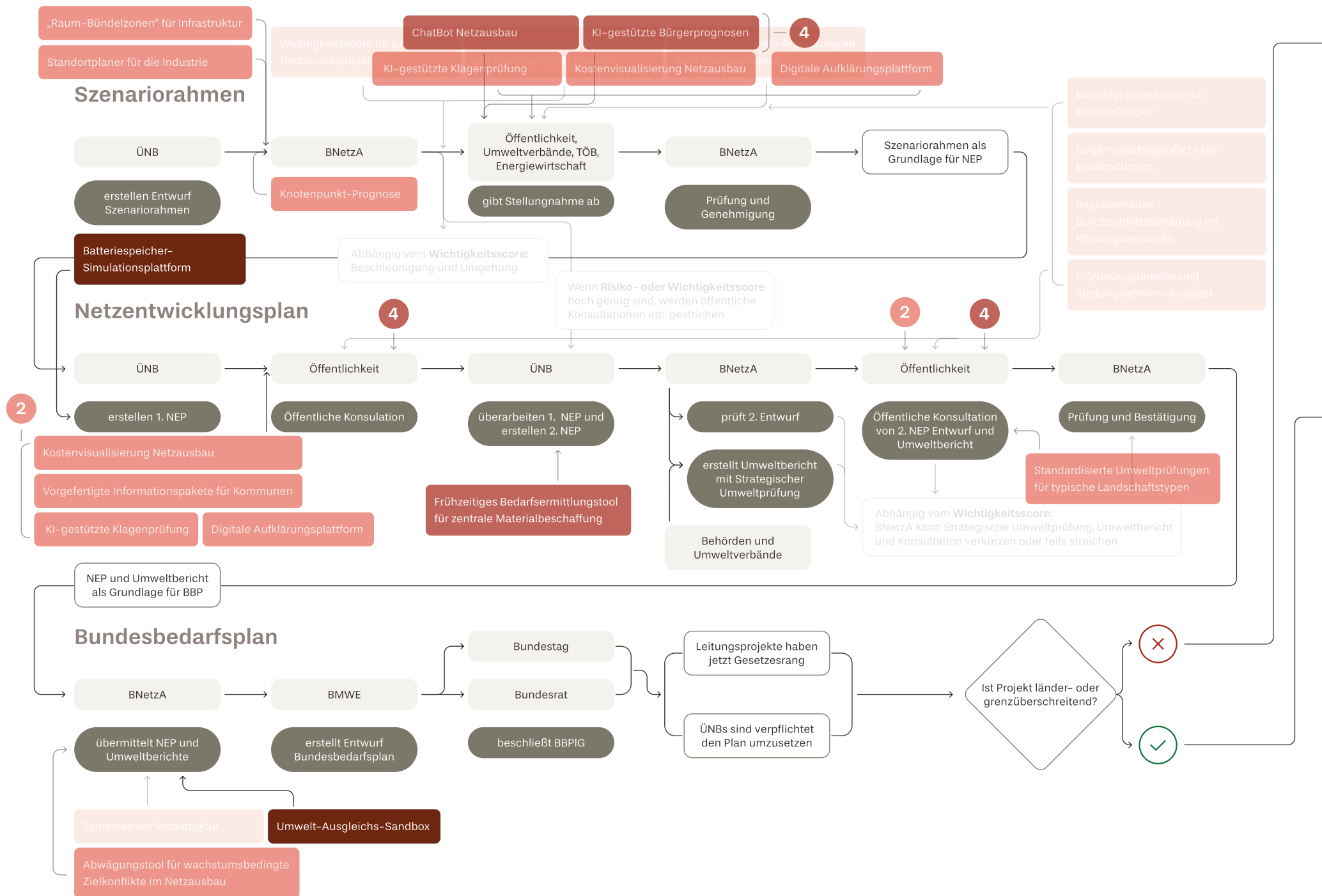
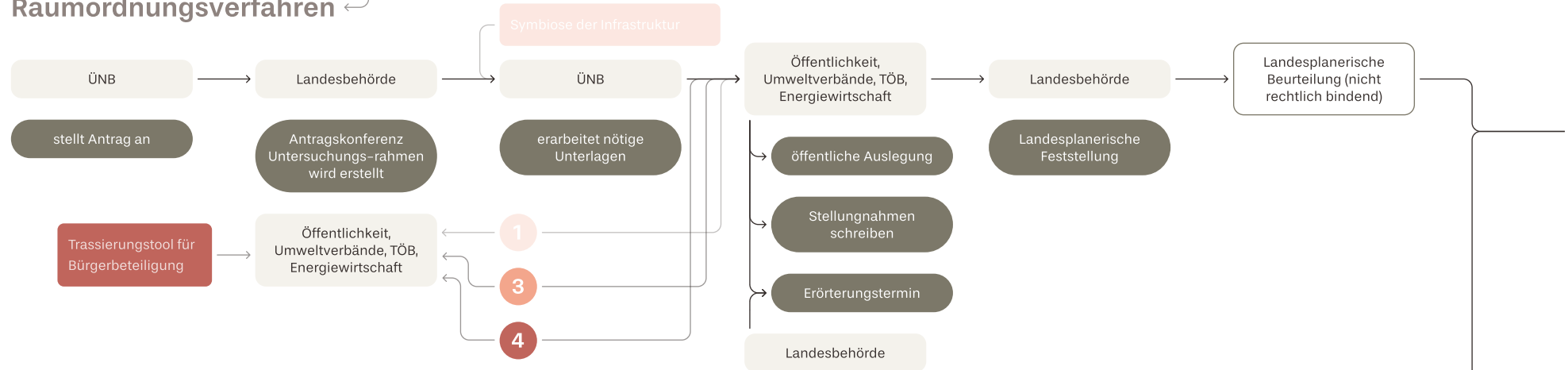


Abb. 12: System Map Zukunft 1

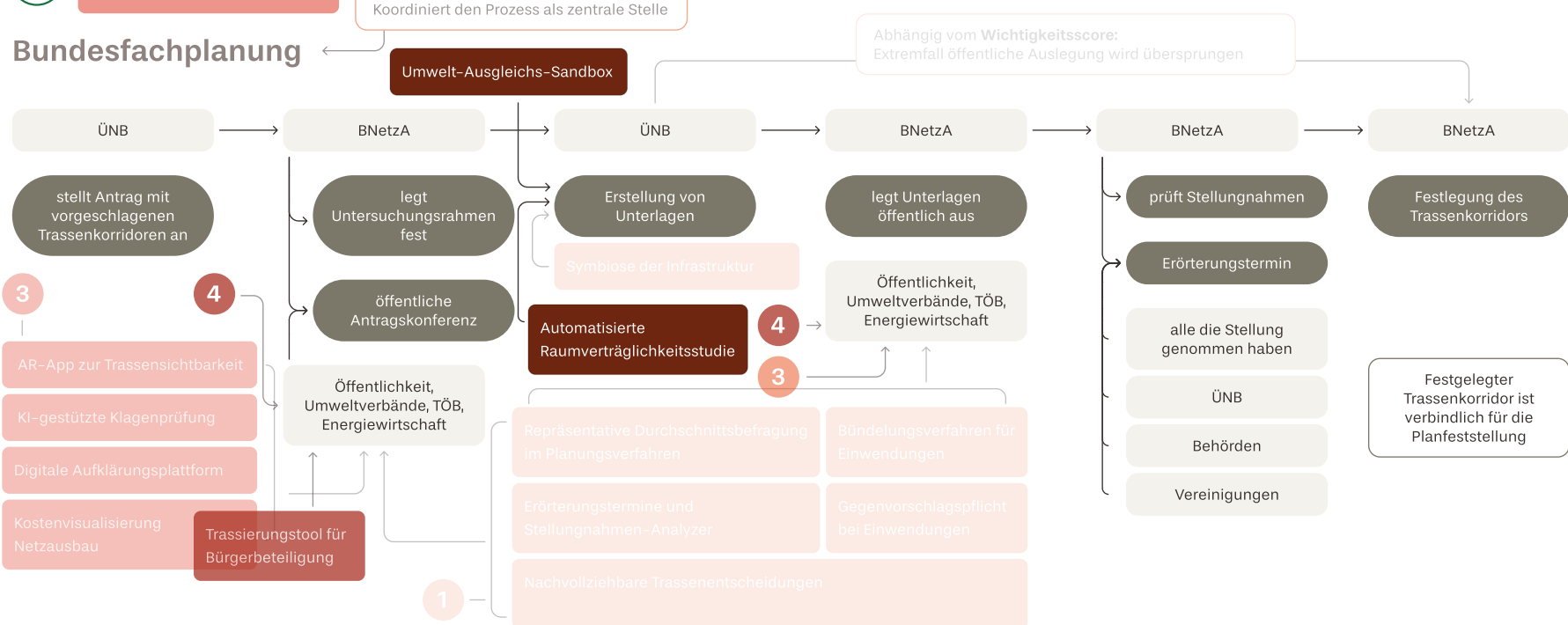
⊗ Bundesweite Vereinheitlichung der Netzausbauverfahren

Raumordnungsverfahren



✓ Bundesagentur für Infrastrukturgenehmigung (BIG)

Bundesfachplanung



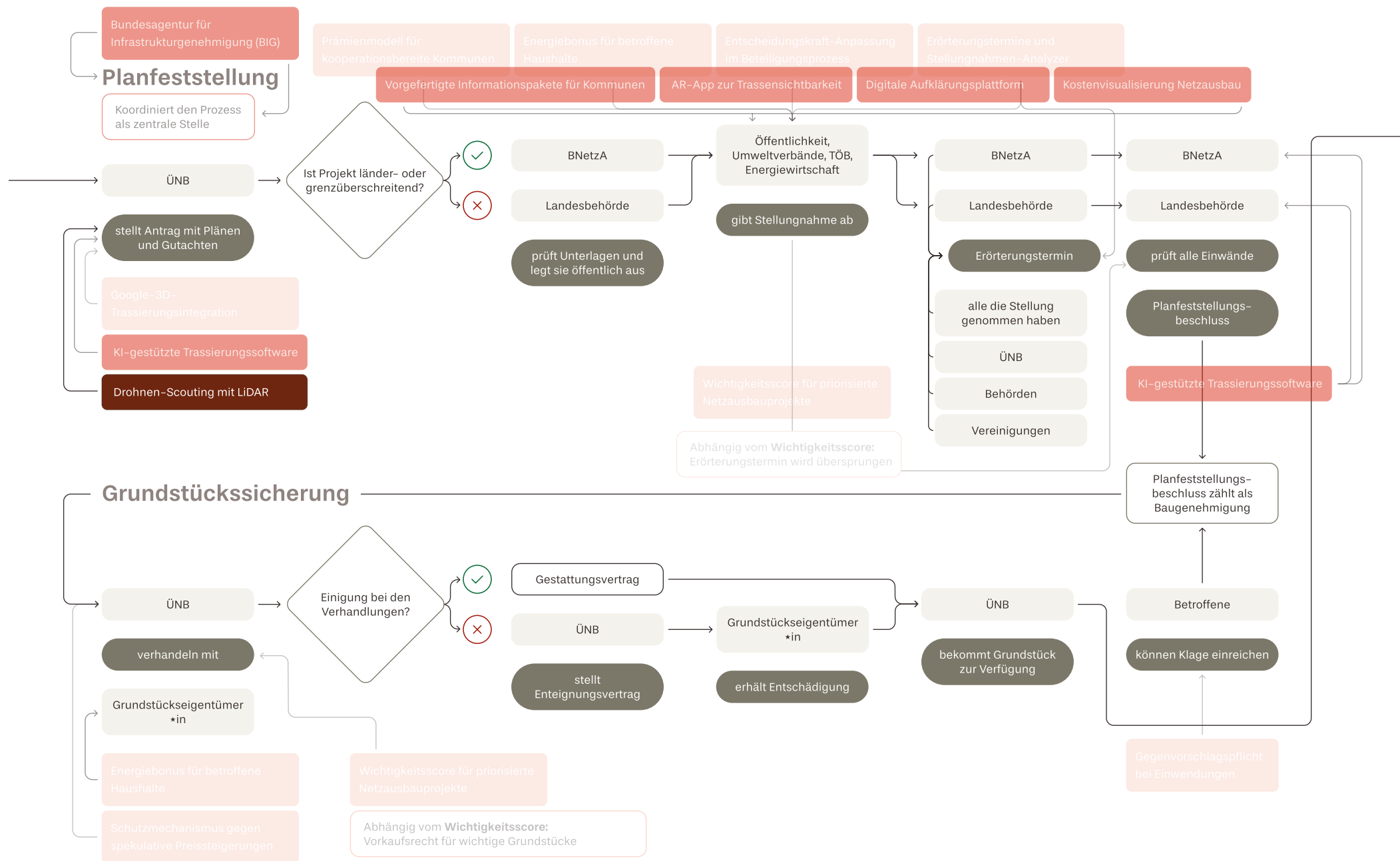
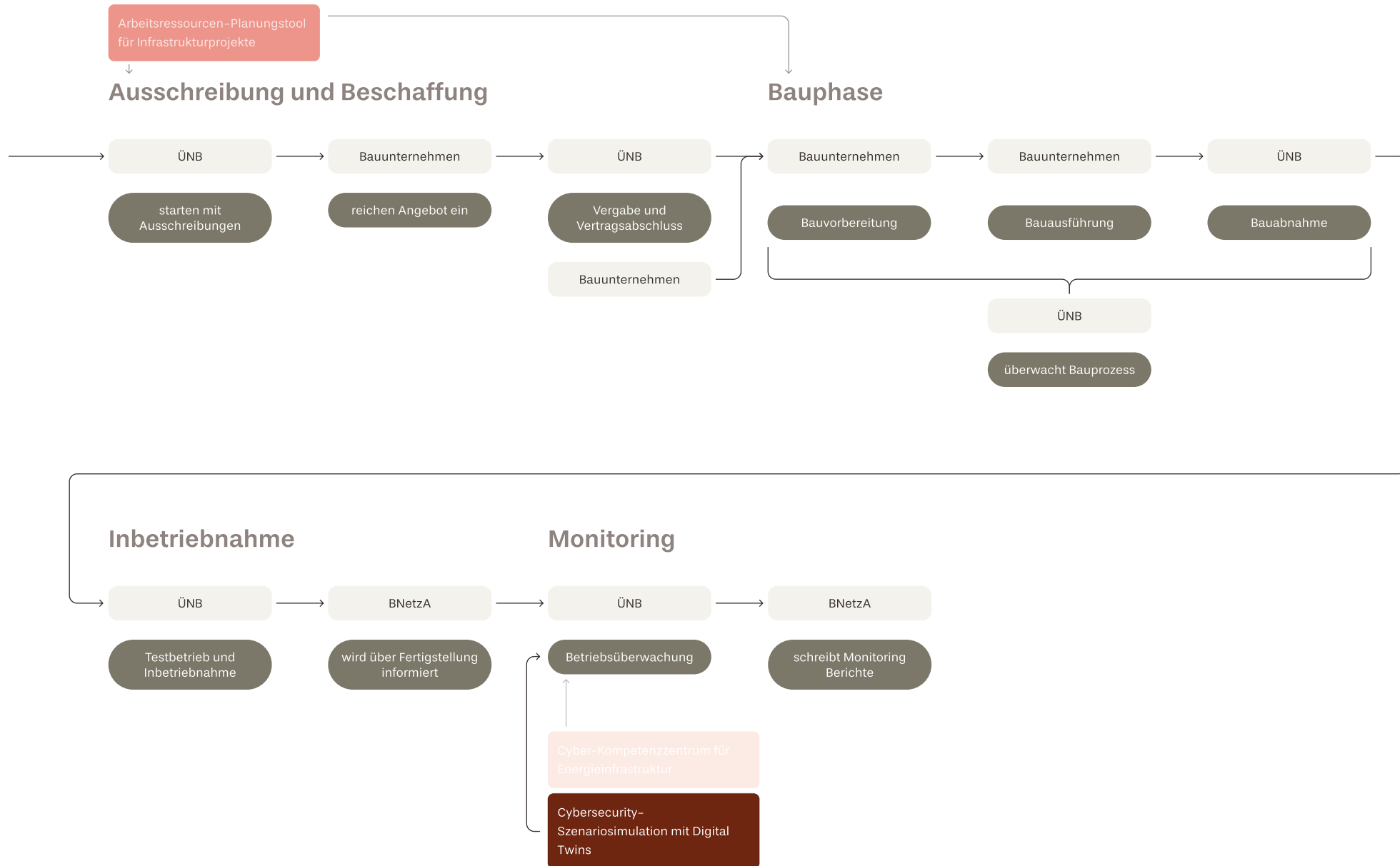


Abb. 13: System Map Zukunft 2



Fazit

06

6.1 Fazit

Der Übertragungsnetzausbau in Deutschland steht vor einer entscheidenden Herausforderung. Entweder gelingt es, bestehende Strukturen und Prozesse zu reformieren und anzupassen, oder die Energiewende wird durch institutionelle Trägheit und veraltete Planungslogiken erheblich verlangsamt. Der aktuelle Zustand kämpft konstant mit langwierigen Verfahren, fehlenden digitalen Prozessen sowie zahlreiche unnötigen Wiederholungsschleifen. Diese binden wertvolle zeitliche, finanzielle und personelle Ressourcen.

Die erarbeiteten 49 Lösungen liefern darauf konkrete Vorschläge. Sie zeigen, wie durch zielgerichtete Digitalisierung, anpassungsfähige Genehmigungsprozesse, priorisierte Beteiligungsformate sowie sektorübergreifende Infrastrukturanpassungen erhebliche Effizienzgewinne möglich sind. Die Vermeidung redundanter Iterationsschleifen, die Einführung eines Wichtigkeitsscores und der Einsatz von automatisierten Analysetools für Stellungnahmen tragen zu deutlichen Zeit- und Kosteneinsparungen bei.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Anpassung der Bürgerbeteiligungsprozesse. Derzeit führen einzelne, besonders kritische Einwendungen zu überproportionalen Verzögerungen und verursachen teilweise hohe Kosten. Um diesen Entwicklungen zu begegnen, werden dynamischere Entscheidungsverfahren, die zwischen berechtigtem öffentlichem Interesse und Blockadehaltung differenzieren können, benötigt.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen stärken zudem die Zukunftsfähigkeit des Netzausbaus. Eine umfassende digitale Transformation, der Aufbau robuster Daten- und Fachinfrastrukturen sowie die gezielte Förderung von Ausbildungen schaffen die Voraussetzungen für ein leistungsfähiges Energiesystem. Dieses System ist darauf vorbereitet, sowohl technischen als auch gesellschaftlichen Anforderungen gerecht zu werden.

Ein schnellerer Netzausbau ist nicht allein eine technische Notwendigkeit, sondern auch eine zentrale Bedingung für industriellen Fortschritt. Nur wenn die Infrastruktur mit der technologischen Entwicklung Schritt hält, lassen sich Wertschöpfung, Innovationskraft und internationale Wettbewerbsfähigkeit sichern und ausbauen.

Transparente und faire Beteiligungsprozesse fördern gleichzeitig die gesellschaftliche Akzeptanz. Diese ist essenziell, um die Netzausbauprojekte mit höchster Effizienz durchzuführen, ohne dabei die Öffentlichkeit zu verärgern.

Die Energiewende ist ein wichtiger Baustein für den Klimaschutz. Der Netzausbau sollte dabei nicht als Hindernis, sondern als Schlüssel für eine klimaneutrale und ökonomisch starke Zukunft verstanden werden. Es gilt, bereits heute die notwendigen Schritte einzuleiten, um die kommenden Herausforderungen wirksam angehen zu können.

Bewertete Lösungen

07

7.1 Bewertete Lösungen

Nr.	Lösungsname	Zeitraum	E	W	T	A	GE
4.1.1	Adaptive Genehmigungsverfahren auf Basis von Risikoklassen	schnellstmöglich	1	0,8	0,9	0,2	0,795
4.1.2	Bundesweite Vereinheitlichung der Netzausbauverfahren	mittelfristig	1	0,8	1	0,8	0,91
4.1.3	Bündelungsverfahren für Bürger-Einwendungen	schnellstmöglich	1	0,9	0,9	0,5	0,87
4.1.4	Wichtigkeitsscore für priorisierte Netzausbauprojekte	schnellstmöglich	0,9	1	1	0,3	0,865
4.1.5	Connected Germany – Digitales Behördenkommunikationssystem	langfristig	0,8	0,8	1	0,5	0,805
4.1.6	Bundesagentur für Infrastrukturgenehmigung (BIG)	mittelfristig	0,5	0,2	1	0,8	0,58
4.1.7	Entscheidungskraft-Anpassung im Beteiligungsprozess	schnellstmöglich	0,6	0,8	0,8	0,3	0,665
4.1.8	Standardisierte Umweltprüfungen für typische Landschaftstypen	mittelfristig	0,7	0,7	1	0,6	0,76
4.1.9	Nationale Netzausbau-Stelle	mittelfristig	0,8	0,7	1	1	0,85
4.1.10	Software-Hub für Genehmigungs- und Stakeholdermanagement	langfristig	1	1	1	1	1
4.1.11	Arbeitsressourcen-Planungstool für Infrastrukturprojekte	mittelfristig	0,6	1	1	0,5	0,805
4.1.12	Digitales Einarbeitungstool zur Altdatenintegration	mittelfristig	0,3	0,5	0,8	0,5	0,515

Nr.	Lösungsname	Zeitraum	E	W	T	A	GE
4.2.1	Symbiose der Infrastruktur	schnellstmöglich	1	1	0,8	0,9	0,935
4.2.2	Raum-Bündelzonen	mittelfristig	0,9	1	1	1	0,97
4.2.3	Mikroinfrastruktur unter Freileitungen	schnellstmöglich	1	1	0,8	0,7	0,905
4.2.4	Standortplaner für die Industrie	mittelfristig	1	1	1	1	1
4.2.5	Frühzeitiges Bedarfsermittlungstool für zentrale Materialbeschaffung	langfristig	0,6	1	0,7	0,5	0,73
4.2.6	Abwägungstool für wachstumsbedingte Zielkonflikte im Netzausbau	mittelfristig	0,9	0,6	0,8	0,3	0,695
4.2.7	Strategische Bedarfs-ermittlung im Voraus	mittelfristig	0,8	0,7	0,7	0,8	0,745
4.2.8	Energiebonus für betroffene Haushalte	schnellstmöglich	0,9	0,8	0,8	0,9	0,845
4.2.9	Prämienmodell für kooperationsbereite Kommunen	schnellstmöglich	0,8	0,9	0,8	0,9	0,845
4.2.10	Schutzmechanismus gegen spekulative Preissteigerungen	schnellstmöglich	0,5	1	0,3	0,4	0,585
4.3.1	Gegenvorschlagspflicht bei Einwendungen	schnellstmöglich	0,7	0,9	0,9	0,2	0,735
4.3.2	Repräsentative Durchschnittsbefragung im Planungsverfahren	schnellstmöglich	0,7	0,3	0,7	0,9	0,61
4.3.3	Kostenvisualisierung Netzausbau	mittelfristig	1	0,9	1	1	0,97
4.3.4	Vorgefertigte Informationspakete für Kommunen	mittelfristig	0,5	0,3	0,7	0,5	0,49
4.3.5	Nachvollziehbare Trassenentscheidungen	schnellstmöglich	0,9	0,5	1	1	0,82
4.3.6	Digitale Aufklärungsplattform für Netzausbauprojekte	mittelfristig	0,4	0,5	1	0,5	0,595
4.3.7	ChatBot Netzausbau	langfristig	0,6	0,3	0,9	0,5	0,57
4.3.8	AR-App zur Trassensichtbarkeit	mittelfristig	0,7	0,6	0,8	0,9	0,725

Nr.	Lösungsname	Zeitraum	E	W	T	A	GE
4.4.1	Erörterungstermine & Stellungnahmen-Analyzer	schnellstmöglich	1	0,8	1	1	0,94
4.4.2	Behörden-KI-Agenten	langfristig	1	0,9	0,7	1	0,895
4.4.3	KI-gestützte Trassierungssoftware	mittelfristig	1	0,8	0,8	0,5	0,815
4.4.4	Drohnen-Scouting mit LiDAR	Zukunft	0,6	0,4	0,8	0,5	0,575
4.4.5	KI-gestützte Klagenprüfung	mittelfristig	1	1	0,7	0,3	0,82
4.4.6	Automatisierte Raumverträglichkeitsstudie	Zukunft	0,8	1	0,9	0,7	0,87
4.4.7	Trassierungstool für Bürgerbeteiligung	langfristig	0,5	0,5	1	1	0,7
4.4.8	Umwelt-Ausgleichs-Sandbox	Zukunft	1	1	0,8	1	0,95
4.4.9	Google-3D-Trassierungsintegration	schnellstmöglich	1	0,9	1	1	0,97
4.4.10	Knotenpunkt-Prognose	mittelfristig	1	0,6	0,5	0,5	0,68
4.4.11	Batteriespeicher-Simulationsplattform	Zukunft	1	0,8	0,9	0,5	0,84
4.4.12	Cybersecurity-Szenariosimulation	Zukunft	0,6	0,6	0,5	1	0,84
4.4.13	Digital Twin Deutschland für den Übertragungsnetzausbau	Zukunft	1	0,3	1	0,5	0,715
4.4.14	Bundesweiter Behörden-Talentpool	schnellstmöglich	1	1	1	1	1
4.4.15	Förderungsinitiative für ÜNB-relevante Ausbildungsberufe	schnellstmöglich	1	0,6	0,7	1	0,805
4.4.16	„Green Fast Track“ – Ausbildungsinitiative für den Netzausbau	mittelfristig	1	0,6	0,7	1	0,805

Nr.	Lösungsname	Zeitraum	E	W	T	A	GE
4.5.1	KI-gestützte Bürgerprognosen	langfristig	1	1	0,7	0,7	0,88
4.5.2	Cyber-Kompetenzzentrum für Energieinfrastruktur	schnellstmöglich	1	0,3	1	1	0,79
4.5.3	Speicherpflicht bei Groß-PV- und Windparks	schnellstmöglich	0,5	1	0,5	1	0,725

7.2 Literaturverzeichnis

Ahmels, Peter/Bruns, Elke (o.J.):

Auswirkungen verschiedener Erdkabelsysteme auf Natur und Landschaft. URL: https://www.natur-und-erneuerbare.de/fileadmin/Daten/Download_Dokumente/02_Abschlussberichte_anderer_Form/BfN-Erdkabelsysteme-Natur-Landschaft-2016.pdf (03.07.2025).

Aktionsbündnis 89 (o.J.):

Hintergrundwissen zum Thema Wertminderung durch den Bau von Stromtrassen. URL: <https://www.aktionsbueundnis-89.de/mitreden/wertminderung> (03.07.2025).

amprion (2019):

Vogelschutz an Höchstspannungsfreileitungen. URL: https://www.amprion.net/Dokumente/Mensch-Umwelt/Vogelschutz/Amprion_Tagung_2018.pdf (03.07.2025).

amprion (o.J.):

Bundesbedarfsplan. URL: <https://www.amprion.net/Netzausbau/Die-Schritte-zum-Netzausbau/Bundesbedarfsplan/> (26.06.2025).

Bayika (2024):

VDI/IW-Ingenieurmonitor 2024/I: Massiver Fachkräftemangel in den Ingenieur- und Informatikberufen. URL: https://www.bayika.de/de/aktuelles/meldungen/2024-08-16_VDI-IW-Ingenieurmonitor-2024-I-Massiver-Fachkraeftemangel-in-den-Ingenieur-und-Informatikberufen.php (03.07.2025).

BMI (o.J.):

Das Onlinezugangsgesetz (OZG). URL: <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/moderne-verwaltung/verwaltungsmodernisierung/onlinezugangsgesetz/onlinezugangsgesetz-node.html> (03.07.2025).

BMWE (2025a):

Aktueller Stand des Netzausbaus (Übertragungsnetz). URL: https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/M-O/netzausbau-schreitet-voran.pdf?__blob=publicationFile&v=5.

BMWE (2025b):

Unser Strommarkt für die Energiewende. URL: <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Dossier/strommarkt-der-zukunft.html> (03.07.2025).

BMWE (o.J.):

One-Stop-Shop – Wasserstoff. URL: <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Wasserstoff/home.html> (03.07.2025).

BMWI (2012):

Netzausbau und Natura 2000/Artenschutz. URL: https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/netzausbau-und-natura-2000.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

Bošnjak, Ana/Jajac, Nikša (2023):

Determining Priorities in Infrastructure Management Using Multicriteria Decision Analysis. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/20/14953> (03.07.2025).

BSI (2025):

Positionspapier: Cybersicherheit im Energiesektor Deutschlands. URL: https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Cyber-Sicherheit/Positionspapier_Cybersicherheit_Energiesektor.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (03.07.2025).

Bundesamt für Justiz (2023):

Bundesfernstraßengesetz (FStrG). URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/fstrg/BJNR009030953.html>.

Bundesnetzagentur (2019):

Bündelung von Stromleitungen mit linienhaften Infrastrukturen. URL: https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Methodik/Buendelungspapier.pdf?__blob=publicationFile (03.07.2025).

Bundesnetzagentur (2023):

Feststellung des bedarfs an der Netzreserve für den Winter 2023/2024. URL: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Versorgungssicherheit/Netzreserve/DL/Feststellung_Netzreservebedarf_2023.pdf?__blob=publicationFile&v=1& (03.07.2025).

Bundesnetzagentur (o.J.-a):

Bundesfachplanung. URL: <https://www.netzausbau.de/Wissen/Trassenfindung/Bundesfachplanung/de.html> (26.06.2025).

Bundesnetzagentur (o.J.-b):

Monitoringbericht. URL: <https://www.netzausbau.de/Vorhaben/uebersicht/report/de.html> (03.07.2025).

Bundesregierung (2023):

Ausbau erneuerbarer Energien massiv beschleunigen. URL: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv-bundesregierung/novelle-eeg-gesetz-2023-2023972#> (26.06.2025).

Bundesverband Windenergie (2024): Finanzielle Beteiligung von Anwohner*innen und Gemeinden. URL: https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/themen/01-mensch-und-umwelt/01-windkraft-vor-ort/20240718_BWE-Informationspapier_Beteiligung_von_Anwohnern_und_Gemeinden.pdf (03.07.2025).

Cremer, Luca (2024): BSI-Lagebericht 2024: Cyberbedrohungen im Fokus. URL: <https://rz10.de/it-security/bsi-lagebericht-2024/> (03.07.2025).

de.digital-Redaktion (o.J.):
Stadtplanung in Augmented Reality mit cityscaper. URL: <https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Smart-City-Navigator/Projekte/stadtplanung-in-augmented-reality-mit-cityscaper.html> (03.07.2025).

Dempsey, Harry (2024):
World's largest transformer maker warns of supply crunch. URL: <https://www.ft.com/content/a0fa2e61-b684-42b7-bd12-6b9d7c28285c>.

Deuring, Florian (2024):
Digital-Twin-Technologie: Wie fertigende Unternehmen den passenden smarten Begleiter finden. URL: <https://www.handelsblatt.com/adv/firmen/digital-twin-technologie.html> (03.07.2025).

Deutscher Bundestag (2024):
Studienanalyse zur Stromversorgungssicherheit in Deutschland. URL: <https://www.bundestag.de/resource/blob/995232/83483e66a3513b98b868a02722e4f651/WD-5-026-24-pdf.pdf>.

Neumann, Werner (2016):
Stellungnahmen aus dem ersten Beteiligungsverfahren. URL: https://www.arl-ig.niedersachsen.de/download/131660/Synopse_der_Stellungnahmen_aus_dem_ersten_Beteiligungsverfahren_21.4.2017_30.06.2017_.pdf (03.07.2025).

Etscheid, Jan/von Lucke, Jörn/Stroh, Felix (2020):
Künstliche Intelligenz in der öffentlichen Verwaltung. URL: <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/d3d9f520-1fd4-4516-98d6-a3370c134155/content> (03.07.2024).

GDI.NRW (o.J.):
Aktivitäten in NRW. URL: <https://www.gdi.nrw/aktivitaeten-in-nrw> (03.07.2025).

Google (o.J.):
Put the globe to work. URL: https://mapsplatform.google.com/maps-products/earth/capabilities/?utm_source=google_earth&utm_medium=site&utm_campaign=next-25 (03.07.2025).

GOV.UK (2025):
Community funds for transmission infrastructure. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/electricity-transmission-network-infrastructure-community-funds-for-transmission-infrastructure-accessible-webpage> (03.07.2025).

Hartlik, Joachim (2006):
Leitlinien für eine gute UVP-Qualität. URL: https://www.hartlik.de/downloads/qm_leitlinien_1.1_2006.pdf (03.07.2025).

Hauptmann, Nicola (2024):
„Wir sitzen in Europa auf einem riesigen Innovationsschatz“. URL: <https://www.egovernment.de/wir-sitzen-in-europa-auf-einem-riesigen-innovationsschatz-a-bda9a98f7749080e03b-305d4e6979202/> (03.07.2025).

Hildt, Laura/Weyland, Raphael (2018):
Planung und Beteiligung im Verkehrsbereich, aber richtig. URL: <https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/verkehr/180717-nabu-infopapier-planbeschlg-langfassung.pdf> (03.07.2025).

HLRS (2022):
Virtuelle Realität unterstützt beim Umstieg auf erneuerbare Energie. URL: <https://www.hlrs.de/de/news/detail/virtuelle-realitaet-unterstuetzt-beim-umstieg-auf-erneuerbare-energie> (03.07.2025).

Hoef, Christoph/Messinger-Zimmer, Sören/Zilles, Julia (2017): Bürgerproteste in Zeiten der Energiewende. URL: <https://dokumen.pub/brgerproteste-in-zeiten-der-energiewende-lokale-konflikte-um-windkraft-stromtrassen-und-fracking-9783839438152.html> (03.07.2025).

IDEO U (2024):
What is a Systems Map? URL: https://www.ideo.com/blogs/inspiration/what-is-a-systems-map?srltid=AfmBOodkFmLLGWRFAC-w8TX-YTyEg32PAH-ul2-sbWtHjb2_hoS9HdJ (03.07.2025).

ITZBund (o.J.):
Bundesbots erleichtern die Kommunikation. URL: <https://www.itzbund.de/DE/itloesungen/standardloesungen/chatbots/chatbots.html> (03.07.2025).

Kandukuri, Ratna Prakarsha (2024):
Automated Contract Clause Understanding and Risk Assessment Chatbot with fine-tuned Legal-BERT and GPT-4o. URL: <https://medium.com/%40prakarsha/automated-contract-clause-understanding-and-risk-assessment-with-fine-tuned-legal-bert-and-gpt-4o-3a6f0423ace3> (03.07.2025).

Koch, Josef (2023): Netzausbau:
Habeck soll auf Erdkabel verzichten. URL: <https://www.wochenblatt-dlv.de/politik/netzausbau-habeck-erdkabel-verzichten-572994> (03.07.2025).

Matthes, Felix/Flachsbarth, Franziska/Vogel, Moritz (2018):
Dezentralität, Regionalisierung und Stromnetze. URL: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Meta-Studie-Dezentralitaet-Regionalisierung-und-Stromnetze.pdf> (03.07.2025).

NABU (2017):
Bis zu 2,8 Millionen Vögel sterben pro Jahr an Stromleitungen. URL: <https://www.nabu.de/news/2017/03/22059.html> (03.07.2025).

Netzentwicklungsplan (o.J.):
Stellungnahmen zu den NEP 2024. URL: <https://www.netzentwicklungsplan.de/archiv/stellungnahmen-2014> (03.07.2025).

OpenKRITIS (o.J.):

KRITIS-Verordnungen. URL: <https://www.openkritis.de/it-sicherheitsgesetz/kritis-verordnung-2-0.html> (03.07.2025).

Passpunkt (o.J.):

Wie können Drohnen in der Vermessung und Kartierung eingesetzt werden? URL: <https://www.passpunkt.de/wie-koennen-drohnen-in-der-vermessung-und-kartierung-eingesetzt-werden> (03.07.2025).

Projektstadt (o.J.):

Passgenaue Tools zur digitalen Bürgerbeteiligung. URL: <https://www.projektstadt.de/leistungen/digitale-buergerbeteiligung> (03.07.2025).

Rapoport, Alina (2025):

Kleine Netzbetreiber sind Zielgruppe chinesischer Trafo-Anbieter. URL: <https://background.tagesspiegel.de/energie-und-klima/briefing/kleine-netzbetreiber-sind-zielgruppe-chinesischer-trafo-anbieter> (03.07.2025).

RHEINPFALZ (2025):

Agentur für Arbeit fördert Ausbildung für Pflegeberufe. URL: https://www.rheinpfalz.de/lokal/pirmasens_artikel,-agentur-fuer-arbeit-foerdert-ausbildung-fuer-pflegeberufe-_arid,5755685.html (03.07.2025).

SMARD (2024):

Netzengpassmanagement im Jahr 2023. URL: <https://www.smard.de/page/home/topic-article/444/213590> (03.07.2025).

Smart City Dialog (2025):

Smarter werden: Wie URBAN.KI KI in Städte bringt. URL: <https://www.smart-city-dialog.de/aktuelles/news/smarter-werden-wie-urbanki-ki-staedte-bringt> (03.07.2025).

Steitz, Christoph (2025):

Siemens Energy targets US transformer production in 2027, can further expand factory. URL: <https://www.reuters.com/business/energy/siemens-energy-targets-us-transformer-production-2027-can-further-expand-factory-2025-06-26/>.

Storch, Lorenz (2024):

Mehr Hochspannungsleitungen statt Erdkabel: Söders neuer Kurs. URL: <https://www.br.de/nachrichten/bayern/mehr-hochspannungsleitungen-statt-erdkabel-soeders-neuer-kurs,UExp4RQ> (03.07.2025).

Tagesschau (2023):

Warum sich der Ausbau der SuedLink verzögert. URL: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/suedlink-stromtrassen-100.html> (03.07.2025).

TenneT (o.J.):

SuedLink – Entschädigung und Schadensregulierung. URL: <https://www.tennet.eu/de/suedlink-entschaedigung-und-schadensregulierung> (03.07.2025).

TransnetBW (2022):

Redispatch 3.0: Regulatorischer Rahmen, Markt- und Produktdesign. URL: https://www.transnetbw.de/Resources/Persistent/c/4/6/9/c469f1b0ef6bae7e7bf7260b0b22bdcdb29d83db0/221013_Bericht-Redispatch3.0_final1.pdf (03.07.2025).

Umweltbundesamt (2025):

Treibhausgasminderungsziele Deutschlands. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgasminderungsziele-deutschlands> (22.06.2025).

Wulfert, Katrin/Lau, Marcus/Widdig, Thomas/Müller-Pfannenstiel, Klaus/Mengel, Andreas (2015):

Standardisierungspotenzial im Bereich der arten- und gebietsschutzrechtlichen Prüfung. URL: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Forschungsdatenbank/fkz_3512_82_2100_arten_und_gebietsschutzrechtliche_pruefung_bf.pdf (03.07.2025).

7.3 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Rendering, eigene Darstellung

Abb. 2: alsen (2014): URL: <https://pixabay.com/de/photos/strommasten-stromautobahn-287345/> (03.07.2025)

Abb. 3: Rendering, eigene Darstellung

Abb. 4 – 13: Eigene Darstellung basierend auf:
amprion (o.J.-a): Bundesbedarfsplan. URL: <https://www.amprion.net/Netzausbau/Die-Schritte-zum-Netzausbau/Bundesbedarfsplan/> (26.06.2025).
amprion (o.J.-b): Bundesfachplanung & Raumordnung. URL: <https://www.amprion.net/Netzausbau/Die-Schritte-zum-Netzausbau/Bundesfachplanung-Raumordnung/> (03.07.2025).
amprion (o.J.-c): Netzentwicklungsplan und Flächenentwicklungsplan. URL: <https://www.amprion.net/Netzausbau/Die-Schritte-zum-Netzausbau/Netzentwicklungsplan/> (03.07.2025).
amprion (o.J.-d): Planfeststellung & Bundesimmissionsschutzgesetz. URL: <https://www.amprion.net/Netzausbau/Die-Schritte-zum-Netzausbau/Planfeststellung/> (03.07.2025).
amprion (o.J.-e): Szenarien zur Bedarfsermittlung. URL: <https://www.amprion.net/Netzausbau/Die-Schritte-zum-Netzausbau/Szenariorahmen/> (03.07.2025).
amprion (o.J.-f): Wie bleibt unser Stromnetz stabil. URL: <https://www.amprion.net/Netzjournal/Beiträge-2020/Wie-bleibt-unser-Stromnetz-stabil.html> (03.07.2025).
BMW (2025): Fragen und Antworten zum Netzausbau. URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/FAQ/Netzausbau/faq-netzausbau.html> (03.07.2025).
Bundesnetzagentur (2016): Netzausbau Netzentwicklungspläne. URL: https://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/Infomaterial/BroschuereNEP.pdf?__blob=publicationFile (03.07.2025).
Bundesnetzagentur (o.J.-a): Ausbaubedarf ermitteln. URL: <https://www.netzausbau.de/Ausbaubedarf/de.html> (03.07.2025).
Bundesnetzagentur (o.J.-b): Ausschreibungen für EE- und KWK-Anlagen. URL: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Ausschreibungen/start.html> (03.07.2025).
Bundesnetzagentur (o.J.-c): Bundesbedarfsplan. URL: <https://www.netzausbau.de/Ausbaubedarf/Bundesbedarfsplan/de.html> (03.07.2025).
Bundesnetzagentur (o.J.-d): Bundesfachplanung. URL: <https://www.netzausbau.de/Wissen/Trassenfindung/Bundesfachplanung/de.html> (03.07.2025).

Bundesnetzagentur (o.J.-e): Monitoringberichte. URL: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Monitoringberichte/start.html> (03.07.2025).
Bundesnetzagentur (o.J.-f): Netzentwicklungsplan. URL: <https://www.netzausbau.de/Ausbaubedarf/Netzentwicklungsplan/de.html> (03.07.2025).
Bundesnetzagentur (o.J.-g): Planfeststellung. URL: <https://www.netzausbau.de/Wissen/Trassenfindung/Planfeststellung/de.html> (26.06.2025).
Bundesnetzagentur (o.J.-h): Raumordnungsverfahren. URL: <https://www.netzausbau.de/Wissen/Trassenfindung/Raumordnungsverfahren/de.html> (03.07.2025).
Bundesnetzagentur (o.J.-i): Szenariorahmen. URL: <https://www.netzausbau.de/Ausbaubedarf/Szenariorahmen/de.html> (03.07.2025).
Bundesnetzagentur (o.J.-j): Umweltbericht. URL: <https://www.netzausbau.de/Ausbaubedarf/Umweltbericht/de.html> (03.07.2025).
EnBW (2024): Stromnetze: So kommt der Strom in die Steckdose. URL: <https://www.enbw.com/unternehmen/themen/netze/stromnetze-so-kommt-der-strom-in-die-steckdose.html> (03.07.2025).
juris (2021): Niedersächsisches Raumordnungsgesetz. URL: <https://tennet-drupal.s3.eu-central-1.amazonaws.com/default/2022-07/Ablauf%20Raumordnungsverfahren.pdf> (03.07.2025).
TenneT (2020): Freileitungen im Bau. URL: https://netztransparenz.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Our_Grid/Onshore_Germany/Conneforde-Cloppenburg-Merzen/PFA2/Downloads/A240_Broschüre_Freileitung_im_Bau.pdf (03.07.2025).

Abb. 14: Rendering, eigene Darstellung

Abb. 15: Rendering , eigene Darstellung

Abb. 16: Rendering , eigene Darstellung

Abb. 17: Rendering , eigene Darstellung

Abb. 18: Antenna (2018): URL: https://unsplash.com/de/fotos/people-meeting-in-room-cw-cj_nFa14 (01.06.2025)

Abb. 19: Rendering , eigene Darstellung

Abb. 20: Rendering , eigene Darstellung

Abb. 21: Rendering , eigene Darstellung

Abb. 22: Rendering , eigene Darstellung

Abb. 23: Rendering , eigene Darstellung

Abb. 24: Rendering , eigene Darstellung

Abb. 25: Rendering , eigene Darstellung

Abb. 26: Mockup, eigene Darstellung

Notizen und Anmerkungen