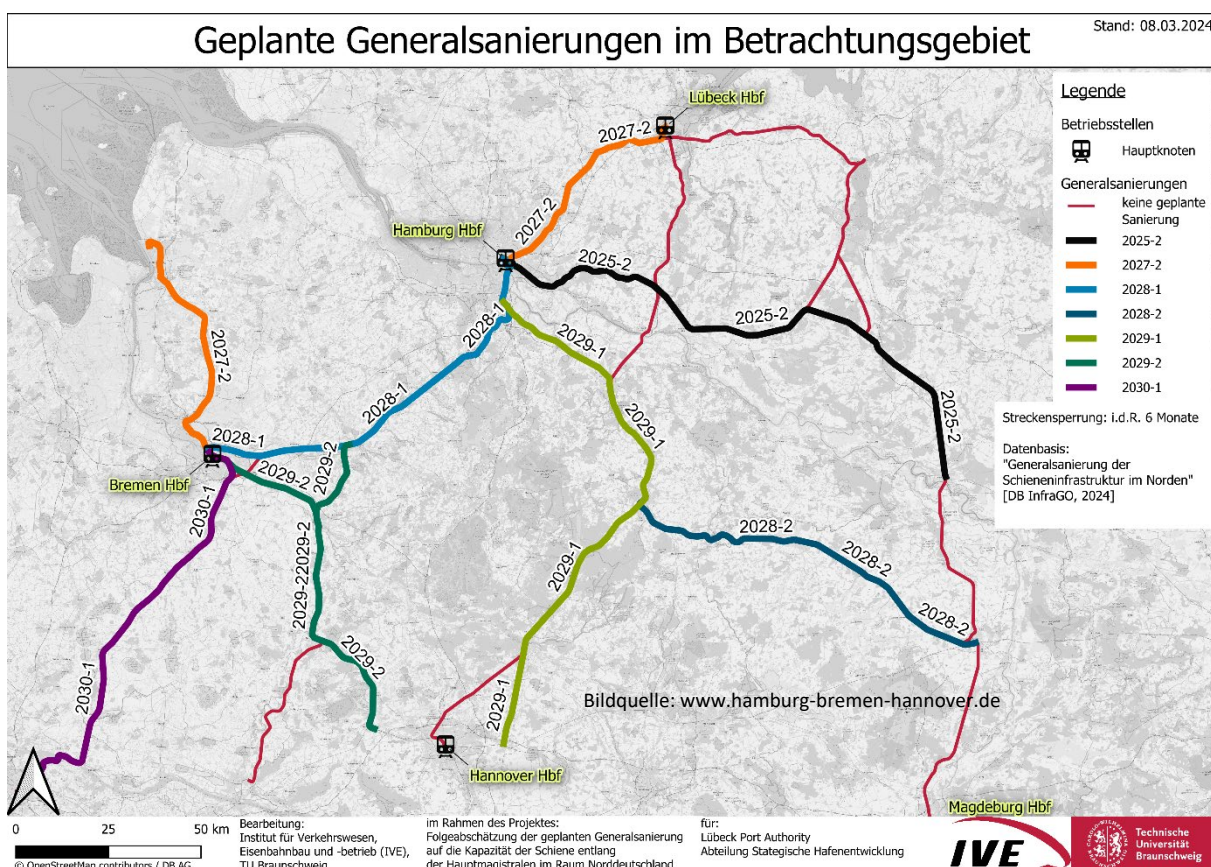


Projektbericht

Kapazitäts Betrachtung der Schienenwege in Norddeutschland



Auftraggeber:

Hansestadt Lübeck

Lübeck Port Authority

Abteilung Strategische Hafenenwicklung

Einsiedelstraße 6 | 96

23539 Lübeck

Auftragnehmer:

IVE, TU Braunschweig

Pockelsstraße 3

38106 Braunschweig

www.tu-braunschweig.de/ive

Braunschweig, Juli 2024



Technische
Universität
Braunschweig



Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb

Prof. Dr.-Ing. Thomas Siefer

Bearbeitende:

Bastian Ehrenholz, M. Sc.

Jonas Herrmann, M.Sc.

Inhalt

Tabellenverzeichnis.....	II
Abbildungsverzeichnis.....	III
Abkürzungsverzeichnis.....	V
1 Gegenstand der Untersuchung.....	1
2 AP 1: Kartografische Darstellung der überregionalen Auswirkungen von Generalsanierungsmaßnahmen in Norddeutschland.....	4
2.1 Methodik.....	4
2.2 Ergebnisse	6
2.2.1 Szenario 1 – Strecke 6100: Hamburg - Wittenberge	10
2.2.2 Szenario 2 – Strecke 1120: Hamburg - Lübeck.....	12
2.2.3 Szenario 3 – Strecke 1740: Bremerhaven – Bremen	16
2.2.4 Szenario 4 – Strecke 2200: Hamburg – Bremen	18
2.2.5 Szenario 5 – Strecke 6899: Uelzen – Stendal	20
2.2.6 Szenario 6 – Strecke 1720: Hamburg – Hannover	22
2.2.7 Szenario 7 – Strecke 1740: Bremen – Hannover.....	25
2.2.8 Szenario 8 – Strecke 2200: Bremen – Osnabrück	27
2.3 Fazit zum AP 1	29
3 AP 4: Abschätzung der Auswirkung von Einfädelungsvarianten der S4 (Ost) in Ahrensburg- Gartenholz auf die Kapazität der Strecke 1120	33
3.1 Methodik.....	33
3.2 Modellbildung.....	34
3.3 Analytische Betrachtung.....	39
3.4 Ergebnisse und kritische Einordnung.....	41
3.5 Widersprüche im Erläuterungsbericht zum PFA3.....	43
3.6 Skizzierung möglicher Auswege	44
3.7 Fazit zum AP 4	45
4 Zusammenfassung	47
Anhang	49



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Korridore im Untersuchungsraum.....	4
Tabelle 2: Gefährdete SGV-Trassen aufgrund der Korridorsanierungen	29
Tabelle 3: Modellzüge und Betriebsprogramme für die analytische Untersuchung	38
Tabelle 4: Betriebliche und technische Randbedingungen für die analytische Untersuchung.....	38
Tabelle 5: Zwischenergebnisse aus der analytischen Untersuchung	39
Tabelle 6: Knotenleistungsfähigkeit Ahrensburg-Gartenholz im analytischen Variantenvergleich.....	40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fehmarnbeltquerung als Bindeglied zwischen Norddeutschland und Skandinavien.....	2
Abbildung 2: Kartographische Darstellung der ausgewählten Korridore innerhalb des Betrachtungsraums	6
Abbildung 3: Kartographische Darstellung der Musterkapazitäten (Züge/Stunde) gem. mKoK 2024/25	7
Abbildung 4: Kartographische Darstellung der geplanten Generalsanierungen im Betrachtungsraum, eingefärbt nach Umsetzungszeitpunkt	9
Abbildung 5: Kartographische Darstellung Szenario 1 - Generalsanierung der Strecke 6100 (ab 2. Halbjahr 2025)	10
Abbildung 6: Kartographische Darstellung Szenario 2 - Generalsanierung der Strecke 1120 (2. Halbjahr 2027).....	12
Abbildung 7: Kartographische Darstellung Szenario 2 - Generalsanierung der Strecke 1120 (2. Halbjahr 2027) inkl. Konflikt Strecke 1122.....	13
Abbildung 8: Kartographische Darstellung Szenario 3 - Generalsanierung der Strecke 1740 (2. Halbjahr 2027).....	16
Abbildung 9: Kartographische Darstellung Szenario 4 - Generalsanierung der Strecke 2200 (1. Halbjahr 2028).....	18
Abbildung 10: Kartographische Darstellung Szenario 5 - Generalsanierung der Strecke 6899 (2. Halbjahr 2028).....	20
Abbildung 11: Kartographische Darstellung Szenario 6 - Generalsanierung der Strecke 1720 (1. Halbjahr 2029).....	22
Abbildung 12: Kartographische Darstellung Szenario 7 - Generalsanierung der Strecke 1740 (2. Halbjahr 2029).....	25
Abbildung 13: Kartographische Darstellung Szenario 8 - Generalsanierung der Strecke 2200 (1. Halbjahr 2030).....	27
Abbildung 14: Spurplan zur höhengleichen Infrastruktur-Variante	35
Abbildung 15: Spurplan zur höhenfreien Infrastruktur-Variante	35
Abbildung 16: Strecke 1120 – erweitertes Betriebsprogramm, unterteilt nach Streckenabschnitten ..	37
Abbildung 17: Kapazitätsnachfrage und Leistungsfähigkeit im Fahrstraßenknoten Ahrensburg-Gartenholz	41



Abbildung 18: Leistungsfähigkeit Fahrstraßenknoten Ahrensburg-Gartenholz – Ergebnis 42



Abkürzungsverzeichnis

Eisenbahnverkehrsunternehmen	<i>EVU</i>
Feste Fehmarnbeltquerung.....	<i>FFBQ</i>
Hochleistungskorridore	<i>HLK</i>
Schienenersatzverkehr	<i>SEV</i>
Schienengüterverkehr	<i>SGV</i>
Schienenpersonenfernverkehr	<i>SPFV</i>
Schienenpersonennahverkehr	<i>SPNV</i>
Trans-European Transport Network.....	<i>TEN-T</i>
mittelfristiges Konzept für eine optimierte Kapazitätsnutzung	<i>mKoK</i>

1 Gegenstand der Untersuchung

Für den Zeitraum bis 2030 sind Generalsanierungen auf den hochbelasteten Abschnitten des deutschen Eisenbahnnetzes geplant. Im Pilotprojekt der Riedbahn-Generalsanierung soll aktuell (ab Juli 2024) aus baubetrieblicher Perspektive die Effizienz einer Generalsanierung, also der Bündelung der Arbeiten diverser Gewerke innerhalb einer mehrmonatigen Vollsperrung der betroffenen Strecke gezeigt werden.

Für 2027 ist eine Generalsanierung der Strecke 1120 zwischen Hamburg und Lübeck angekündigt, um diese an die Anforderungen eines Trans-European Transport Network-Korridors anzupassen. Für den Zeitraum der Arbeiten soll die Strecke 1120 voll gesperrt werden. Darüber hinaus können auch im Regelbetrieb durch betriebliche Ereignisse Streckensperrungen auftreten.

Der Einfluss einer Generalsanierung auf den täglichen Betrieb ist allerdings nicht zu unterschätzen: Züge im Schienengüterverkehr (SGV) müssen großräumig umgeleitet werden. Fahrgäste im Schienenpersonennahverkehr (SPNV) erreichen ihr Ziel (teilweise) nur mittels Schienenersatzverkehr (SEV), wofür jeweils aufwendige Konzepte zu erstellen sind. Hier stellt sich zudem die Frage nach möglichen überregionalen Auswirkungen.

Die Strecke 1120 hat aktuell eine große Bedeutung für den SPNV. Essentiell ist sie außerdem für den SGV mit Start und Ziel im Lübecker Hafen, da sie hier die Haupt-Zu- und -Ablaufstrecke des Hinterlandverkehrs darstellt. Mit der Fertigstellung der Festen Fehmarnbeltquerung (FFBQ) als Teil des Trans-European Transport Network (TEN-T) im Korridor „Skandinavien – Mittelmeer“ ist zudem eine Verlagerung von Leistungen im SGV von der Jütlandlinie¹ auf die Vogelfluglinie² zu erwarten. Verbunden mit dem verkehrspolitischen Ziel, den Anteil der Schiene am Güterverkehr bis 2030 auf mindestens 25 Prozent zu erhöhen, ist für die Strecke 1120 daher eine deutliche Nachfragesteigerung zu erwarten.

Außerdem sind die Wiederaufnahme und Stärkung der Angebote im Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) zwischen Deutschland und Dänemark angekündigt. Das Ausbauprojekt der Hamburger S-Bahn-Strecke 1249 für die Linie S4 verspricht Entlastung im Hamburger Raum bis Ahrensburg-Gartenholz. Anschließend soll die S4 nach derzeitigem Planungsstand höhengleich auf die Strecke 1120 einfädeln. Auf dem nordöstlich von Ahrensburg-Gartenholz anschließenden Abschnitt der Strecke 1120 würde die Belastung mit zusätzlichen Fahrten dadurch signifikant ansteigen. Auch aus diesem Grund stellt sich die

¹ Hamburg-Neumünster-Flensburg-Fredericia-Kopenhagen

² Hamburg-Lübeck-Fehmarn-Rødby-Kopenhagen

Frage nach einer ausreichenden Leistungsfähigkeit des Schienennetzes in der Region und auf der Strecke 1120 – insbesondere für den SGV im Hinterlandverkehr.

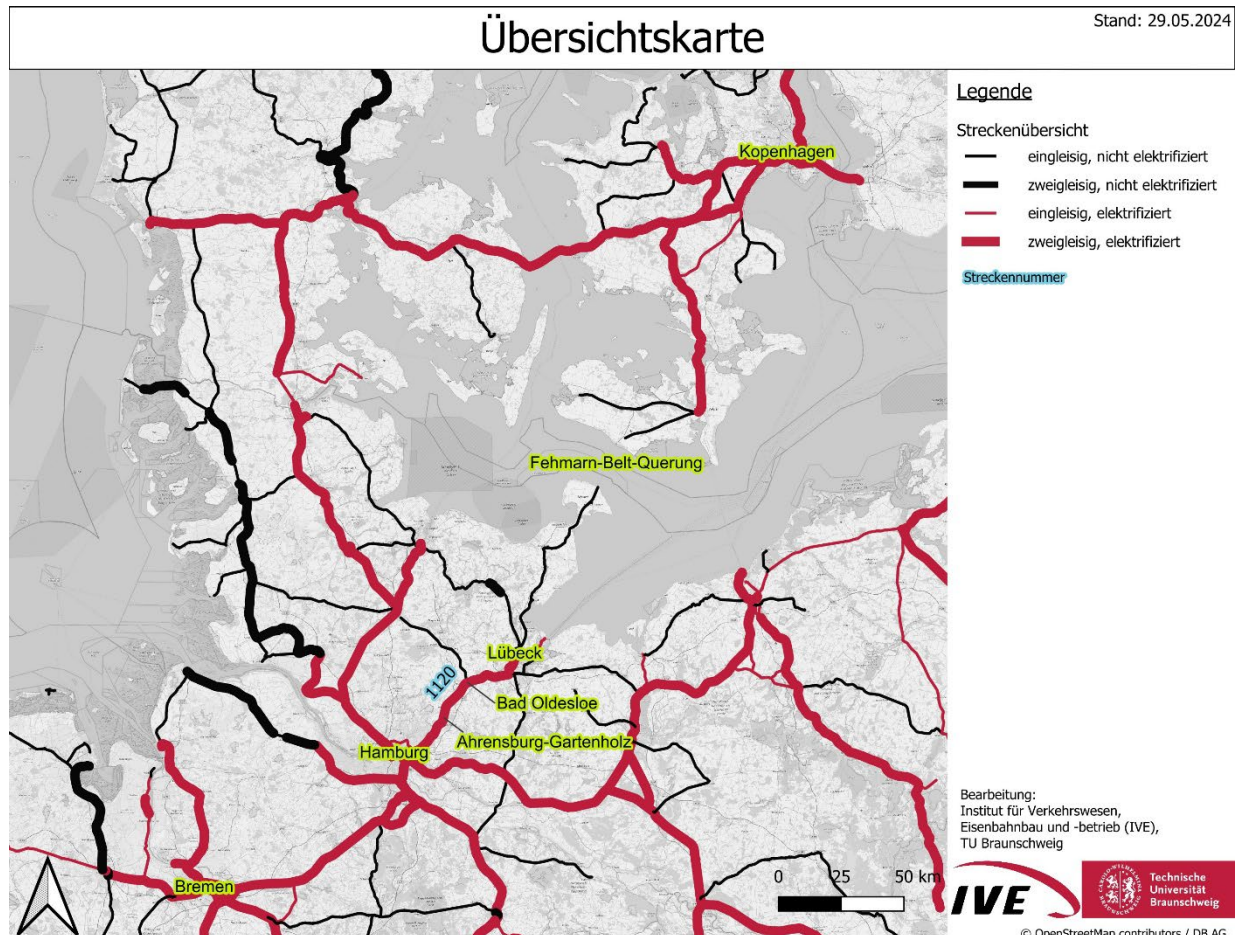


Abbildung 1: Fehmarnbeltquerung als Bindeglied zwischen Norddeutschland und Skandinavien

Abbildung 1 stellt den aktuellen Stand des Schienennetzes zwischen Hamburg und Kopenhagen dar. Vor dem beschriebenen Hintergrund kann bezweifelt werden, ob die FFBT sowie die generalsanierten Korridore langfristig eine ausreichende Leistungsfähigkeit zur Deckung der Nachfrage im SGV aufweisen werden.

Die vorliegende Studie nimmt die mittelfristig auftretenden, unmittelbaren Auswirkungen der Generalsanierungen insbesondere auf den SGV im Hinterlandverkehr des Lübecker Hafens in den Blick. Hierzu erfolgt anhand eines kartographischen Modells eine makroskopische Betrachtung verfügbarer Kapazitäten auf den potentiellen Umleitungstrecken der jeweils zu sanierenden Korridore. Auch andere wesentliche Baumaßnahmen, die zusätzlich zu den Generalsanierungen stattfinden, werden dabei berücksichtigt – von besonderer Relevanz ist hier der Ausbau der Strecke 1122 zwischen Lübeck und Bad Kleinen, welcher nach aktuellem Planungsstand zeitgleich mit der Generalsanierung der Strecke 1120 stattfinden würde.

Im Zusammenhang mit dem S-Bahn-Ausbauvorhaben wird für den Aspekt der Umgestaltung in Ahrensburg-Gartenholz eine analytische Untersuchung für die dort geplante Betriebsstelle durchgeführt. Die punktuelle Betrachtung der betrieblichen Leistungsfähigkeit soll einen besonderen Fokus auf die Konsequenzen der aktuellen Planungen für die Strecke 1120 legen.

Im Rahmen des Gutachtens werden dazu entsprechend der Beauftragung folgende Arbeitspakete bearbeitet:

- AP 1 – Kartografische Darstellung der überregionalen Auswirkungen von Generalsanierungsmaßnahmen in Norddeutschland
- AP 4 – Abschätzung der Auswirkung von Einfädelungsvarianten der S4 in Ahrensburg-Gartenholz auf die Kapazität der Strecke 1120

2 AP 1: Kartografische Darstellung der überregionalen Auswirkungen von Generalsanierungsmaßnahmen in Norddeutschland

Im Rahmen des AP 1 sollen Auswirkungen von Streckensperrungen im Zuge der Generalsanierung der Hochleistungskorridore (HLK) für die Jahre 2025 bis 2030 dargestellt werden. Betrachtet werden die in Tabelle 1 aufgeführten Korridore in Norddeutschland, wobei nicht alle davon einer Generalsanierung unterzogen werden. Auf Basis öffentlich verfügbarer Informationen und betrieblicher Erfahrungen wird die mögliche Verlagerung der betroffenen Verkehre abgeschätzt.

Tabelle 1: Korridore im Untersuchungsraum

Korridor		Streckennummer
A	Osnabrück-Bremen	2200
B	Minden-Bremen/Langwedel	1740, 1741
C	Bremen/Langwedel-Hamburg	1283, 1404, 1745, 2200
D	Hannover/Lehrte-Hamburg	1153, 1710, 1720
E	Magdeburg-Stendal	6402
F	Stendal-Uelzen	6899
G	Stendal-Wittenberge	6401
H	Wittenberge-Büchen-Hamburg	6100
I	Wittenberge-Schwerin-Lübeck	1122, 6441
J	Lüneburg-Lübeck	1121, 1150
K	Hamburg-Lübeck	1120

2.1 Methodik

Die Geodaten des Schienennetzes werden zunächst auf den Untersuchungsraum (Tabelle 1) beschränkt. Anschließend werden die Kapazitätsinformationen aus dem mittelfristigen Konzept für eine optimierte Kapazitätsnutzung (mKoK) sowie die Informationen zu den geplanten Generalsanierungen mit dem Geodatenmodell verknüpft. Die Strecken werden in Abschnitte mit (weitestgehend) gleichbleibendem Betriebsprogramm untergliedert. Auf dieser Basis werden die kartographischen Darstellungen erstellt.

Die zu untersuchenden Szenarien entsprechen der chronologischen Abfolge der einzelnen Sanierungskorridore im Untersuchungsraum. Für die Szenarien werden Informationen zu Baustellen

ergänzt, die im Untersuchungsraum zeitgleich mit der Generalsanierung geplant sind. Für jedes Szenario werden entsprechend der folgenden Prüfroutine mögliche Auswirkungen der Streckensperrung auf das Netz im Untersuchungsraum analysiert:

1. Können alle Verkehre von der gesperrten Strecke verlagert werden?
2. Welche Verkehre sind prioritär zu erhalten?
3. Bestehen Überlappungen mit weiteren bekannten Baumaßnahmen?
4. Fazit

Je Szenario werden die Ergebnisse kartographisch aufbereitet und mit einer kurzen schriftlichen Erläuterung ergänzt (vgl. 2.2.1 - 2.2.8). Folgende Daten wurden für die Bearbeitung des AP 1 verwendet:

- Das Schienennetz, reduziert auf den definierten Untersuchungsraum, verbunden mit den entsprechenden Haltestellen^{3 4}
- Informationen zu geplanten Generalsanierungen der Infrastruktur im Untersuchungsraum^{5 6}
- Musterkapazitäten der Streckenabschnitte im Untersuchungsraum⁷
- Langfristige Baustellen im Untersuchungsgebiet – zugeordnet den jeweiligen Szenarien

Die kartographischen Darstellungen enthalten jeweils auch in absoluten Zahlen dargestellt die aktuell verfügbaren bzw. befahrenen Trassen – unterteilt nach SPfV, SPNV und SGV. Da diese Fahrten im Zeitraum der Sanierung nicht stattfinden können, werden mögliche Umleitungsrouten identifiziert und in der jeweiligen Abbildung hervorgehoben. Ausgehend von den aktuell verfügbaren bzw. befahrenen Trassen wird ein Bedarf an Umleitungstrassen festgelegt, wobei der SGV grundsätzlich priorisiert und für den SPNV i.d.R. von einer vollständigen Umstellung auf einen SEV ausgegangen wird. Dieser Bedarf wird den verfügbaren freien Trassen entlang der gewählten Umleitungsrouten gegenübergestellt. Die Werte sind jeweils auch in der kartographischen Abbildung angegeben.

³ GeoNet.MRN.e.V. (2022, 13. März): Schienennetz Deutsche Bahn. <https://www.govdata.de> (abgerufen am: 05. Februar 2024)

⁴ GeoNet.MRN.e.V. (2022, 13. März): Haltestellen Deutsche Bahn. <https://www.govdata.de> (abgerufen am: 05. Februar 2024)

⁵ DB InfraGO AG (2024, 16. Januar). Generalsanierung der Infrastruktur im Norden. Vortragsreihe Bahntechnik. TU Braunschweig.

⁶ DB InfraGO AG: Generalsanierung Hochleistungsnetz. <https://bauprojekte.deutschebahn.com/p/generalsanierung-hochleistungsnetz> (abgerufen am 10. Februar 2024)

⁷ DB InfraGO AG (2022, 01. April): mKoK 2024/25. <https://www.dbinfrago.com/web/schienennetz/kazu-novum-11909200> (abgerufen am 10. Februar 2024)

2.2 Ergebnisse

Die Abbildung 2 zeigt die Schieneninfrastruktur in dem gewählten Betrachtungsraum in Norddeutschland (vgl. Tabelle 1) zum Zeitpunkt der Studie. Die Strecken sind untergliedert in Abschnitte mit (weitestgehend) gleichbleibendem Betriebsprogramm. Die Farbe der Strecke repräsentiert die Elektrifizierung (schwarz = nicht elektrifiziert / rot = elektrifiziert). Die Stärke der Strecke repräsentiert eine Ein- oder Mehrgleisigkeit. Parallellaufende Strecken wurden zwecks Übersichtlichkeit aggregiert – bspw. zwischen Harburg und Lüneburg über Stelle.

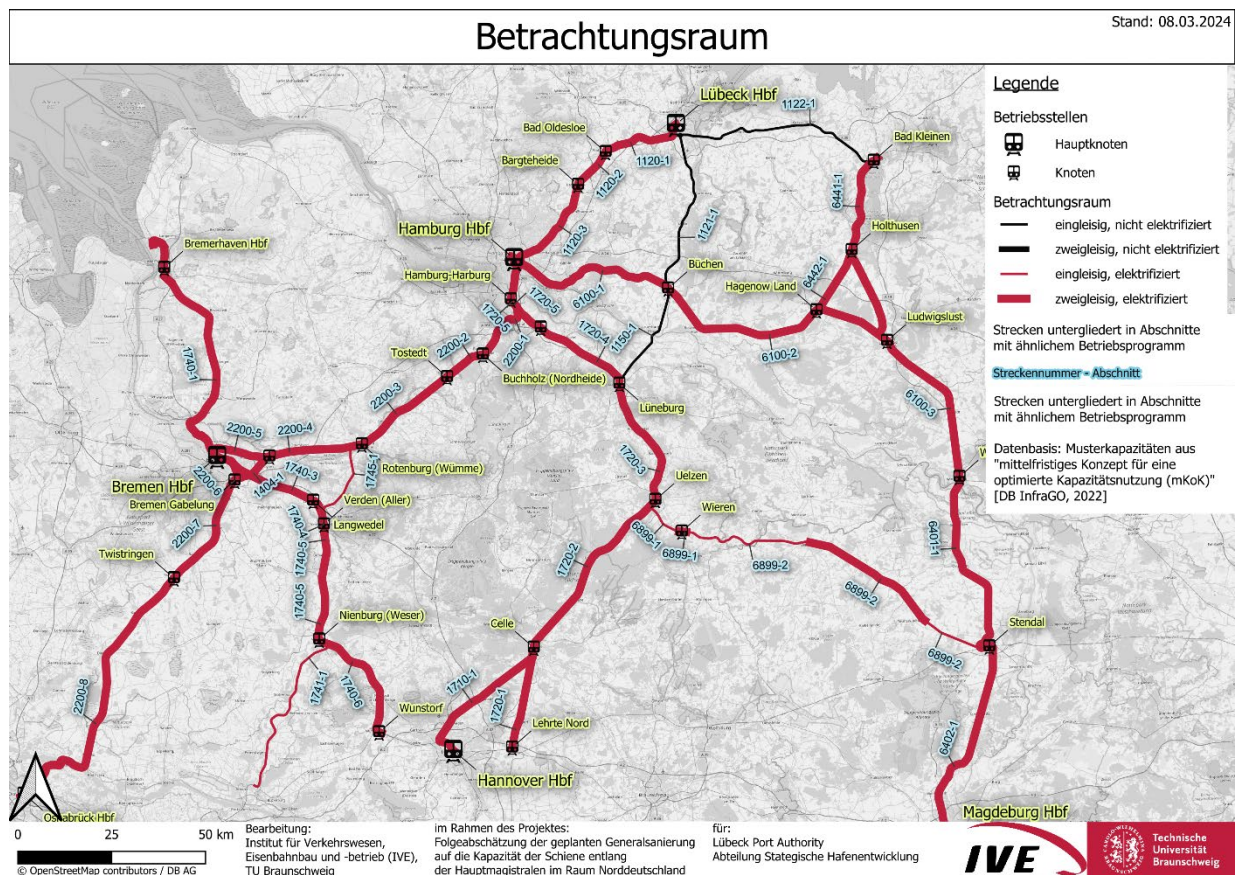


Abbildung 2: Kartographische Darstellung der ausgewählten Korridore innerhalb des Betrachtungsraums

Die Abbildung 3 zeigt die abschnittswise Zugzahlen je Stunde als Summe beider Richtungen. Die Linienstärke sowie die Größe der Kreisdiagramme repräsentieren die Gesamtzahl. Innerhalb des Kreisdiagrammes wird das Verhältnis der drei Verkehrsarten Güterverkehr (grün) / Nahverkehr (blau) / Fernverkehr (rot) abgebildet. Die Kapazitäten parallellaufender Strecken wurden zwecks Übersichtlichkeit aggregiert – bspw. zwischen Harburg und Lüneburg über Stelle.

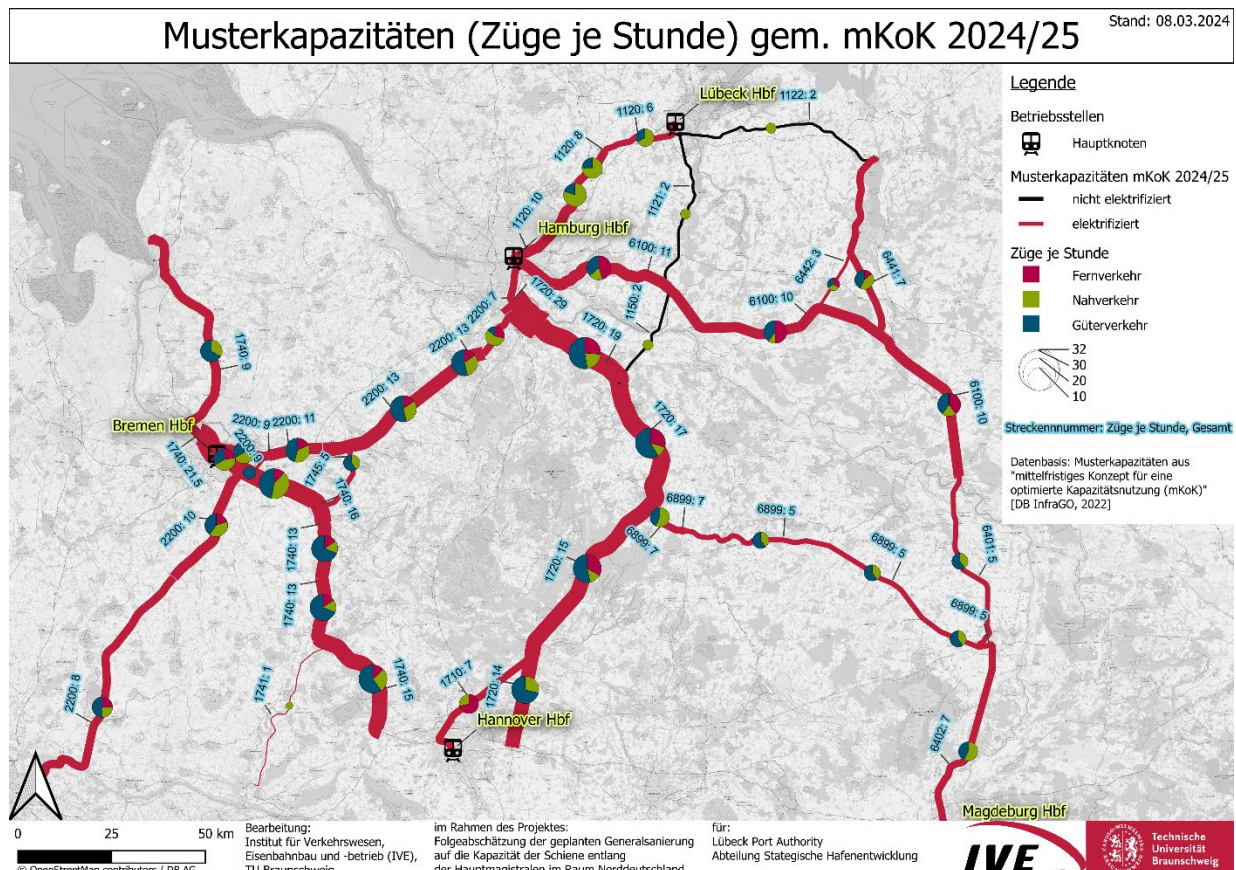


Abbildung 3: Kartographische Darstellung der Musterkapazitäten (Züge/Stunde) gem. mKoK 2024/25

Die Musterkapazitäten aus dem mittelfristigen Konzept für eine optimierte Kapazitätsnutzung entsprechen einer exemplarischen Fahrplanvariante außerhalb der Hauptverkehrszeit auf Basis systematisierter Musterzüge. Durch Fahrplanoptimierungen sind abschnitts- und zeitweise höhere Kapazitäten denkbar. In Abhängigkeit der vorhandenen Infrastruktur (also bspw. je nach Blocklänge, Stellwerkstechnik, Vorsignalabstand etc.) liegt die Kapazitätsgrenze einer zweigleisigen Strecke in etwa bei 12 bis 14 Zügen je Stunde (in der Spitze 16 bis 20).^{8 9}

⁸ Siefer, Prof. Dr. Ing. Thomas (2023). Schneller mehr Kapazität auf der Schiene. ETR. 2023, 3, S. 3.

⁹ Pirkopf, D. (2012). Kapazitätsanalyse von zweigleisigen Mischverkehrsstrecken - Parameteranalyse Geschwindigkeit. Graz: EBW TU Graz.

Die geplanten Sanierungskorridore sind in Abbildung 4 in unterschiedlichen Farben dargestellt. Im Norden beginnt die Phase der Generalsanierungen ab dem zweiten Halbjahr 2025 mit einer voraussichtlich 10-monatigen Sperrung der Strecke Hamburg – Berlin. Im Anschluss findet von Mai bis Juli 2026 die Qualitätsoffensive Hamburg – Hannover für die Strecke 1720 mit einer Totalsperrung über 12 Wochen statt.^{10 11} Anschließend geht es im zweiten Halbjahr 2027 weiter mit den Anbindungen der Häfen Lübeck und Bremerhaven, also den Strecken 1120 zwischen Hamburg und Lübeck und 1740 zwischen Bremen und Bremerhaven. Im Jahr 2028 werden die Sanierungen auf den Abschnitt Hamburg – Bremen und die Strecke Uelzen – Stendal fokussiert, ehe im Jahr 2029 zunächst die „Hauptschlagader“ des norddeutschen Bahnbetriebs (Hamburg – Hannover) und anschließend die Strecke Bremen – Hannover saniert werden. Abgeschlossen werden die Generalsanierungen im Jahr 2030 mit der Strecke Bremen – Osnabrück.

Nach Abschluss der Generalsanierungen ist ein reibungsloser Bahnbetrieb zumindest wahrscheinlicher und die Strecken sollen den neuesten technischen Standards entsprechen. Dazu zählen:

- Runderneuerte Infrastruktur (Schotter, Schwelle, Schiene, Signale, Sicherungstechnik, Stellwerke)
- Modernisierte Bahnhöfe
- Teilweise Digitalisierung des Streckenabschnittes
- Teilweise Errichtung neuer Überholgleise

Ob die geplanten Zeitkorridore von jeweils sechs Monaten eingehalten werden können, scheint unsicher. Die ersten Sondierungen mit der Industrie weisen auf bislang nicht ausreichende Baukapazitäten hin¹². Unsicherheiten gibt es auch bezüglich einer dauerhaft sichergestellten Projektfinanzierung sowie der Verfügbarkeit von Baumaterial und Fachkräften¹³. Aufgrund der straffen Taktung der einzelnen Maßnahmen besteht abhängig von der Gewerkeverfügbarkeit möglicherweise das Risiko einer Übertragung von Bauverzögerungen auf Folgeprojekte. Nicht nur für die Baubranche selbst, sondern auch für die Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) und deren Kunden insbesondere im SGV könnten sich durch mögliche Abweichungen vom Zeitplan schwerwiegende Probleme ergeben, da

¹⁰ DB InfraGO (2024, 18.April): Stellungnahmeverfahren zum PEK-Entwurf der TÜLS-Strecken der Sperrung Hannover – Hamburg. <https://www.dbinfrago.com/web/aktuelles/kund-inneninformationen/kund-inneninformationen/2024-KW16-Stellungnahmeverfahren-PEK-Entwurf-TUeLS-Strecken-12827058> (abgerufen am 29.07.2024)

¹¹ Hierbei handelt es sich nicht um eine Generalsanierung.

¹² DB-Watch (2024, 05.April): Erste Kostenschätzung und Verlängerung der Bauzeit Hamburg – Berlin 2025. <https://db-watch.de/erste-kostenschaetzung-und-verlaengerung-der-bauzeit-hamburg-berlin-2025/> (abgerufen am 22.05.2024)

¹³ NDR (2024, 30. April): Sperrungen und Umleitungen: Die Generalsanierung der Bahn. <https://www.ndr.de/nachrichten/info/Sperrungen-und-Umleitungen-bis-2030-Die-Generalsanierung-der-Bahn,bahn3350.html> (abgerufen am 19.07.2024)

strategisches Planen und Trassenmanagement somit nur eingeschränkt möglich wären. Umso wichtiger ist in dieser Situation das Bereithalten hochwertiger, wirtschaftlich sinnvoller und kapazitiv ausreichender Umleitungsstrecken als zeitweiliger Ersatz für die sanierungsbedürftigen Korridore.

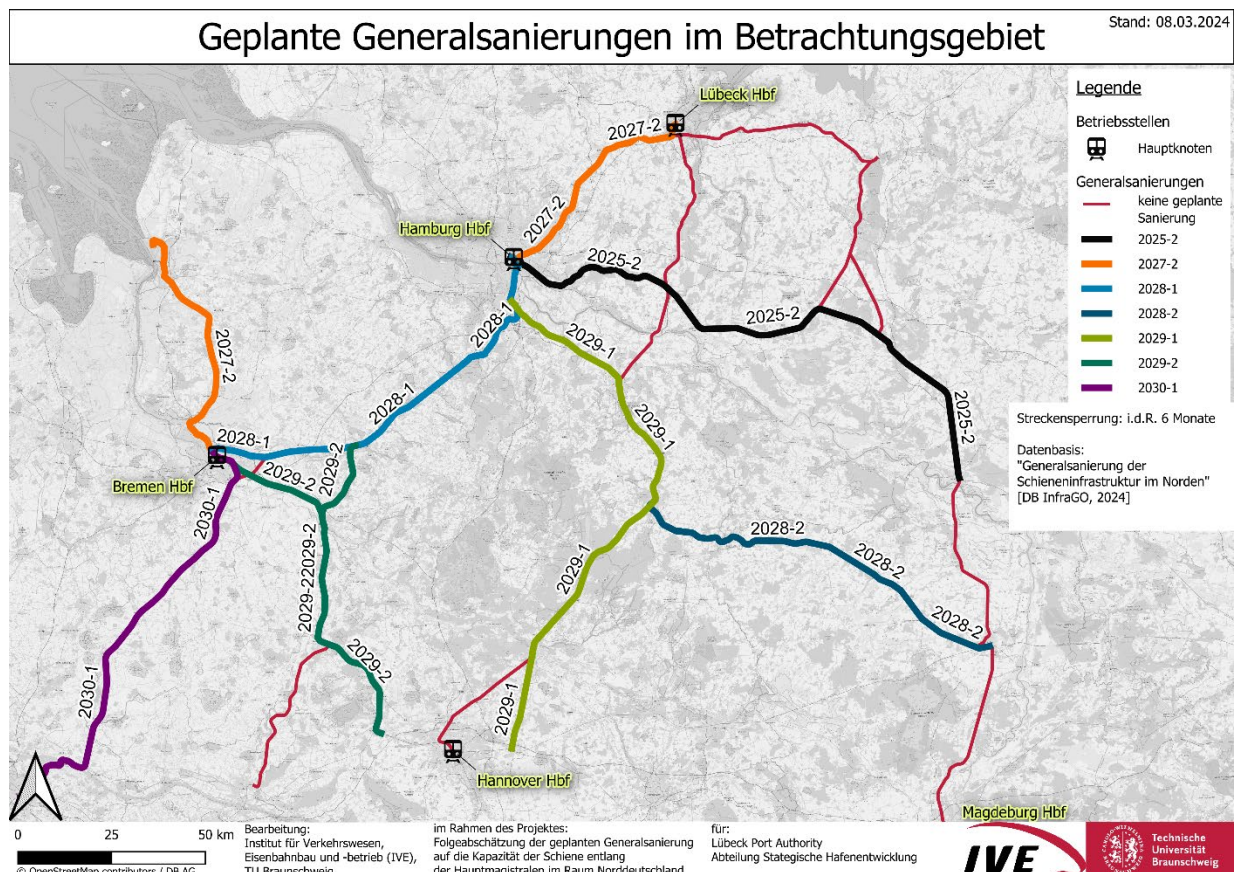


Abbildung 4: Kartographische Darstellung der geplanten Generalsanierungen im Betrachtungsraum, eingefärbt nach Umsetzungszeitpunkt

Im Folgenden werden die Auswirkungen der jeweiligen Streckensperrungen kapazitiv analysiert. Die grundsätzliche Strategie wird sein, den SPNV mit einem hochwertigen Schienenersatzverkehr (SEV) zu bedienen und SPfV sowie SGV über Umleitungsstrecken zu führen.¹⁴ Sämtliche Abbildungen finden sich zusätzlich in voller Seitengröße im Anhang.

¹⁴ Deutsche Bahn AG (2023, September): Pressemitteilung: Bund und DB legen 40 Streckenabschnitte für Generalsanierung bis 2030 fest

2.2.1 Szenario 1 – Strecke 6100: Hamburg - Wittenberge

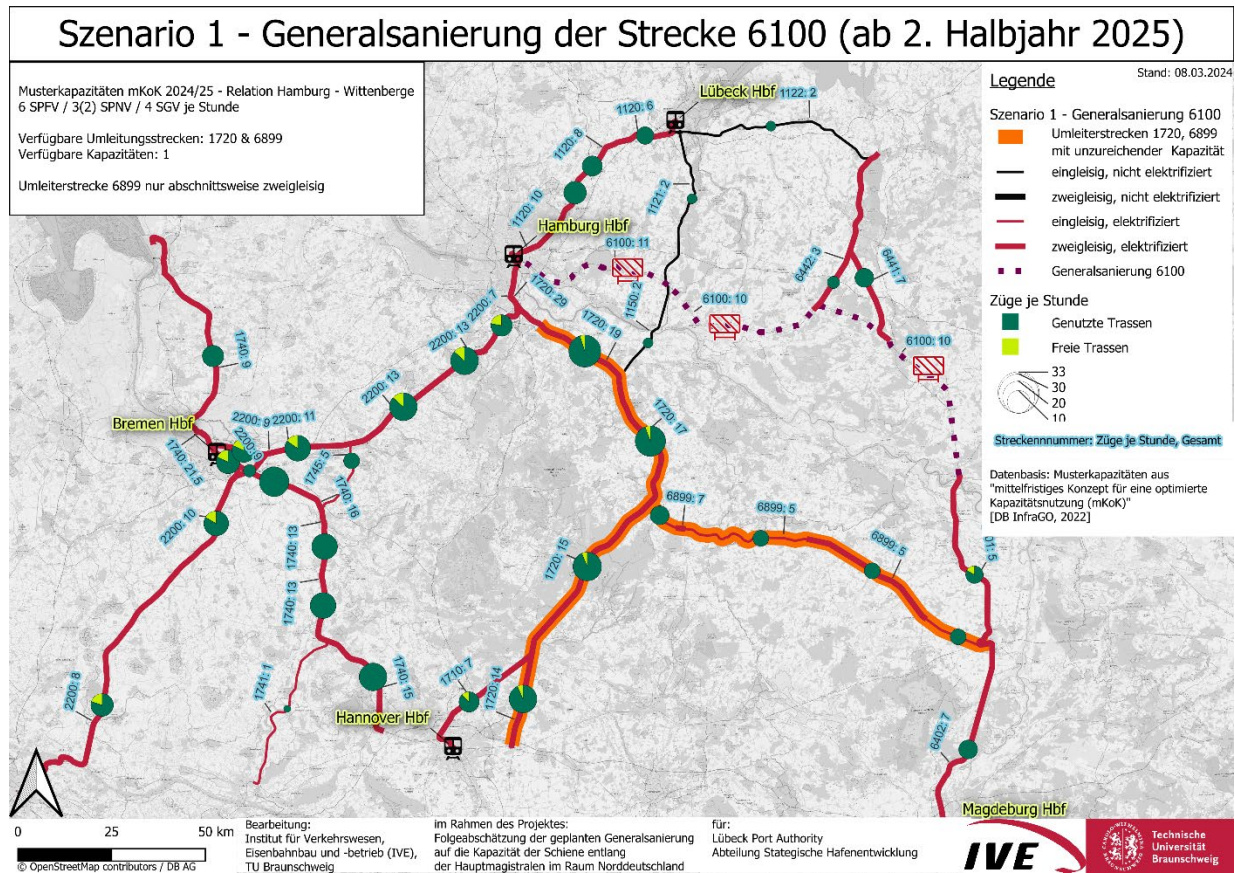


Abbildung 5: Kartographische Darstellung Szenario 1 - Generalsanierung der Strecke 6100 (ab 2. Halbjahr 2025)

Im Falle der Sperrung der Strecke 6100 zwischen Hamburg und Wittenberge wird angenommen, dass der SPNV mit Bussen im SEV bedient wird. Dadurch verbleibt für die Umleitungsstrecken 1720 (Hamburg – Uelzen – Celle – Lehrte) und 6899 (Uelzen – Stendal) ein theoretischer Kapazitätsbedarf von 6 SPFV- und 4 SGV-Trassen je Stunde. Diese Umleitungsstrecken befinden sich bereits im Grenzbereich der Leistungsfähigkeit.

Lediglich die Umleitungsstrecke 1720 könnte dem angewendeten Modell zufolge noch eine zusätzliche stündliche Trasse aufnehmen. Es würden demnach 75% der Fahrten im SGV entfallen, auch wenn dieser bei der Vergabe der Umleitungstrassen priorisiert wird.

Durch folgende Maßnahmen könnte der weitere Bedarf ggf. weitgehend gedeckt werden:

1. Umlegung einzelner SGV-Züge von der Achse Hannover – Uelzen – Hamburg auf die Achse Hannover – Verden – Rotenburg (Wümme) – Hamburg
2. Ersetzen des SPNV auf der Strecke 6899 durch ein SEV-Angebot
3. Harmonisierung der Geschwindigkeiten in der Fahrplankonstruktion auf den Umleitungsstrecken
4. Ggf. Verzicht auf ein SPFV-Zugpaar pro Stunde zwischen Hamburg und Hannover

Im Endeffekt würden aufgrund dieser zusätzlichen Maßnahmen im Betrachtungsraum schätzungsweise 4 stündliche Fahrten des SPNV (auf der Strecke 6899) sowie 4 stündliche Fahrten des SPFV (auf verschiedenen Relationen) entfallen (zusätzlich zu den ohnehin durch SEV ersetzten Fahrten des SPNV auf dem zu sanierenden Korridor). Außerdem wird das zugrunde liegende Fahrplan-Konstrukt auf allen hier betrachteten Strecken durch die Maßnahmen in einen Zustand dauerhaft großer Auslastung oder Überlastung versetzt, was die Betriebsqualität absehbar verschlechtern wird. Aufgrund der resultierenden extrem dichten Zugfolgen besteht ein stark erhöhtes Risiko für die Entstehung und Übertragung von Verspätungen bis hin zu Zugausfällen. Die großräumigen Umleitungen führen im SGV auch bei störungsfreiem Betrieb zu deutlich verlängerten Transportzeiten und damit verbunden zu steigenden Kosten.

Unmittelbar betroffen von den Trassenausfällen bzw. den Einbußen bei der Trassen- und Betriebsqualität ist in diesem Szenario v.a. der Knoten Hamburg als Start und Ziel der meisten von der Sanierung betroffenen Verkehre. Im SGV ist zu erwarten, dass auch die Verkehre vom und zum Hamburger Hafen stark beeinflusst werden. Ohne zusätzliche Maßnahmen, um weitere Umleitungsverkehre zu ermöglichen, würde voraussichtlich ein Großteil der SGV-Fahrten auf dem zu sanierenden Korridor wegfallen und müsste durch vermehrte Straßentransporte kompensiert werden.

Die erforderlichen Umleitungen und die ggf. zusätzlich zu treffenden Maßnahmen führen letztlich im gesamten Betrachtungsraum zu einer stark erhöhten Auslastung, Trassenknappheit und Störungen, wodurch auch für den SGV mit Start und Ziel in Lübeck deutliche Einschränkungen, Verspätungen und längere Laufwege zu erwarten sind.

Es wäre außerdem denkbar, die Relation Hamburg – Lübeck – Bad Kleinen (also die Strecken 1120 und 1122) als Umleitungsrouten für den zu sanierenden Korridor Hamburg – Wittenberge zu nutzen. Dies wurde im vorliegenden Modell bewusst nicht umgesetzt und sollte mit Blick auf die oben genannten Probleme vermieden werden, da es dadurch zur direkten Trassenkonkurrenz mit den Verkehren auf der Strecke 1120 als Hauptzulaufstrecke von und nach Lübeck kommen würde.

Überlappungen mit weiteren Baumaßnahmen existieren nach aktuellem Stand nicht.

2.2.2 Szenario 2 – Strecke 1120: Hamburg - Lübeck

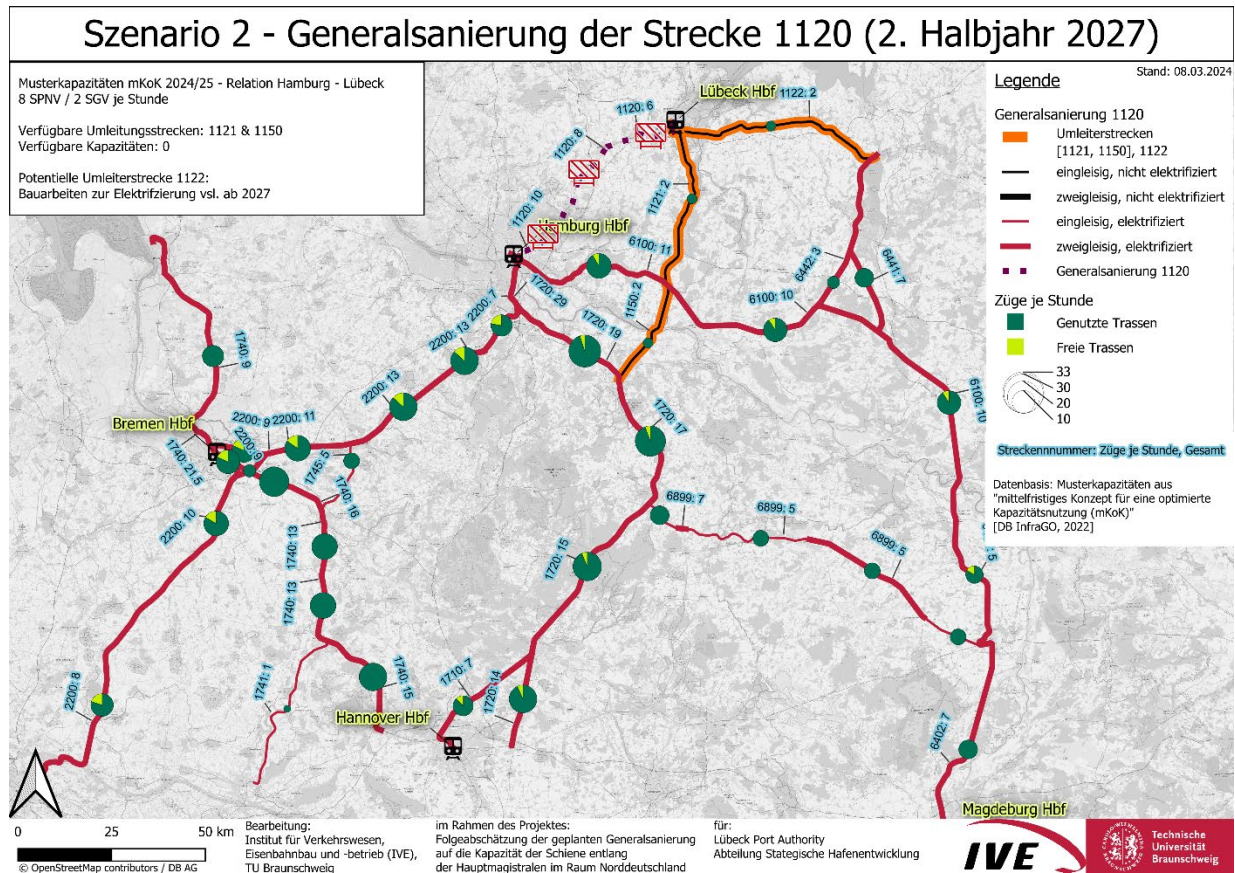


Abbildung 6: Kartographische Darstellung Szenario 2 - Generalsanierung der Strecke 1120 (2. Halbjahr 2027)

Im Folgenden wird zunächst angenommen, dass während der Generalsanierung der Strecke 1120 die Strecken 1121 und 1122 als Umleitungsoptionen zur Verfügung stehen. Diese sind jedoch derzeit nur eingleisig und nicht elektrifiziert, was im SGV einen Wechsel zwischen elektrischer und Dieseltraktion an einer geeigneten Stelle im Netz nötig macht.

Für die derzeitigen Verkehre auf der Strecke 1120 von 8 SPNV- und 2 SGV-Zügen pro Stunde wird im Rahmen der Studie angenommen, dass während der Bauarbeiten die Züge des SGV prioritär behandelt werden sollen.

Es ergeben sich grundsätzlich folgende Umleitungsmöglichkeiten:

1. Umlegung des SGV auf die Achse Magdeburg – Wittenberge – Schwerin mit Fahrtrichtungswechsel in Bad Kleinen (mit Befahrung der Strecke 1122).
2. Umlegung des SGV ab Lüneburg über Büchen (Strecke 1121) nach Lübeck. Erfordert Dieseltraktion und Rangierarbeiten bspw. in Lüneburg.

Beide Optionen erfordern abschnittsweise Dieseltraktion und Rangierarbeiten beim Lokwechsel, was zu einer Verlängerung der Transportzeit führt. In Bad Kleinen müsste zusätzlich die Fahrtrichtung gewechselt werden.

Außerdem könnte dem angewendeten Modell zufolge keine der beiden Umleitungsoptionen weitere Trassen aufnehmen. Es würden demnach im schlimmsten Fall 100% der Fahrten im SGV entfallen. Der Hinterlandverkehr des Lübecker Hafens könnte vollständig zusammenbrechen.

Um die SGV-Verkehre auf den Umleitungsstrecken zu ermöglichen, wäre daher ein Ersatz des SPNV-Angebots durch einen hochwertigen SEV auf der Strecke 1121 (Lübeck – Büchen) und der Strecke 1122 (Lübeck – Bad Kleinen) notwendig (zusätzlich zum ohnehin betroffenen SPNV auf dem zu sanierenden Korridor).

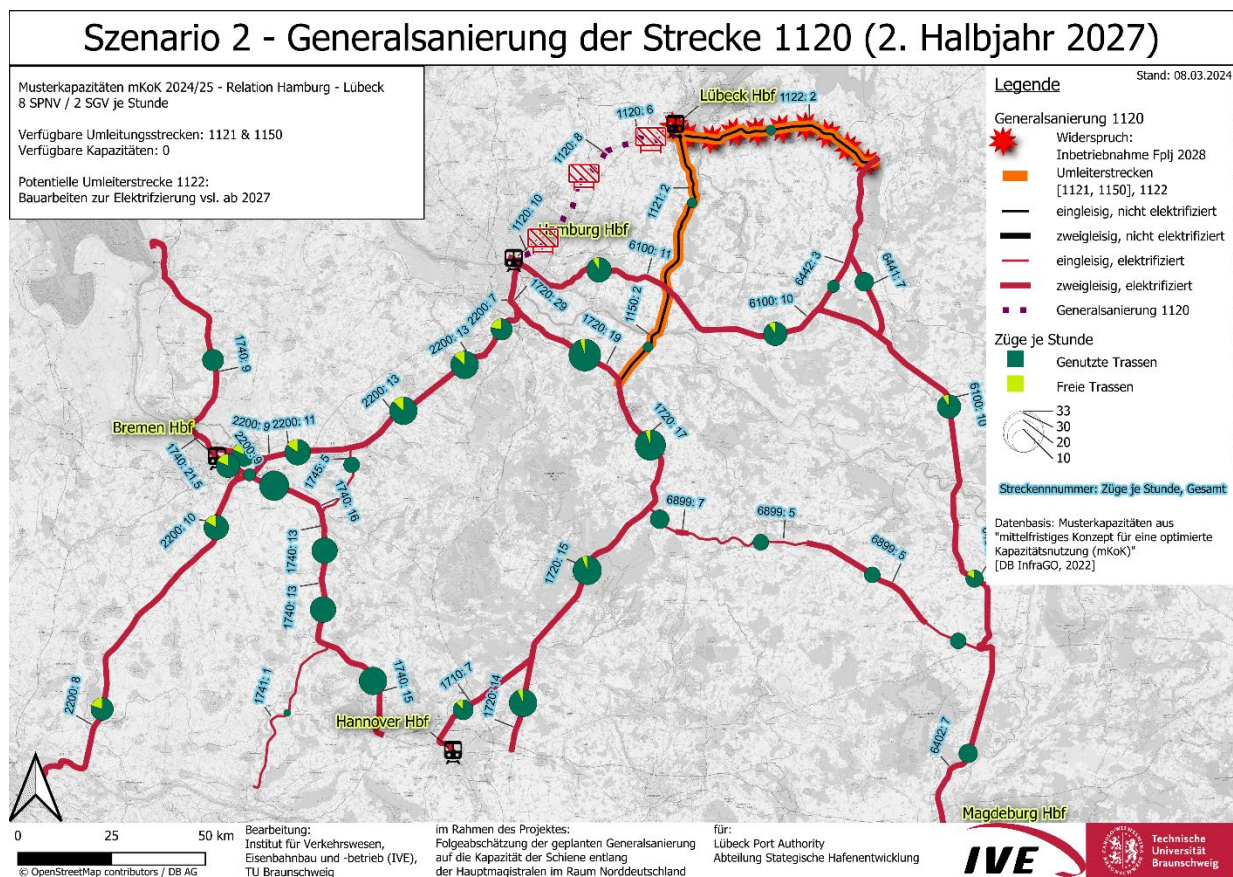


Abbildung 7: Kartographische Darstellung Szenario 2 - Generalsanierung der Strecke 1120 (2. Halbjahr 2027) inkl. Konflikt Strecke 1122

Im Jahr 2027 ergibt sich die besonders herausfordernde Situation, dass neben der Generalsanierung der Bahnstrecke 1120 auch die Modernisierung und Elektrifizierung der Strecke 1122 geplant ist. Diese soll unter Vollsperrung von Anfang 2026 bis Ende 2027 erfolgen. Die Maßnahme ist als solche grundsätzlich zu begrüßen, denn sie geht mit einer Ertüchtigung auch für den SGV einher und sieht außerdem eine neue Verbindungskurve bei Bad Kleinen vor, dank derer hier der ansonsten notwendige Richtungswechsel entfallen könnte. Es würde sich in Anbetracht wachsender Zugzahlen im SGV und SPNV ggf. auch lohnen, einen (zumindest abschnittsweise) zweigleisigen Ausbau zu prüfen. So könnte auch eine weitere resiliente Schienenanbindung für den Wirtschaftsstandort Lübeck geschaffen werden.

Insbesondere sollte jedoch dringend geprüft werden, ob die Arbeiten nicht auch nacheinander erfolgen können, um die extreme Belastungssituation zu entschärfen. So könnte die Generalsanierung der Strecke 1120 aufgeschoben werden bis zum Abschluss der Ausbaumaßnahme an der Strecke 1121. Wenn der aktuell geplante Ablauf umgesetzt wird, wären aufgrund der weiterhin bestehenden Eingleisigkeit auf der dann einzigen Umleitungsstrecke 1121 zwei Umleitungstrassen pro Stunde denkbar, welche dann prioritär für den SGV genutzt werden sollten. Somit wäre Lübeck aus südlicher Richtung nur noch über die nicht elektrifizierte Bahnstrecke 1121 angebunden. Dies hätte zur Folge:

1. Um Lübeck bzw. den Lübecker Hafen überhaupt mit Güterzügen aus dem Süden versorgen zu können, müsste auf der Bahnstrecke 1121 der gesamte SPNV, mindestens jedoch zwischen Lübeck und Büchen, eingestellt werden. Die Umsetzung eines hochwertigen SEV müsste erfolgen.
2. Im Schienengüterverkehr muss während des vorliegenden Zeitraums eine Umleitung über die Bahnstrecke 1121 erfolgen. Ein Wechsel der Traktionsart zwischen Diesel- und Elektrotraktion kann bspw. in Hagenow Land oder Ludwigslust oder ggf. in Lüneburg erfolgen.

Auf dieser Alternativroute über Büchen kommt jedoch hinzu, dass die zulässige Achslast der Strecke für schwere Güterzüge möglicherweise nicht ausreicht.

Das zugrunde liegende Fahrplan-Konstrukt wird auf den hier betrachteten Strecken durch die Maßnahmen voraussichtlich in einen Zustand dauerhaft großer Auslastung oder Überlastung versetzt, was die Betriebsqualität absehbar verschlechtern wird. Aufgrund der Eingleisigkeit, der notwendigen Lokwechsel und Rangiertätigkeiten besteht ein stark erhöhtes Risiko für die Entstehung und Übertragung von Verspätungen bis hin zu Zugausfällen. Die Maßnahmen führen im SGV auch bei störungsfreiem Betrieb zu deutlich verlängerten Transportzeiten und damit verbunden zu steigenden Kosten.

Unmittelbar betroffen von den Trassenausfällen bzw. den Einbußen bei der Trassen- und Betriebsqualität ist in diesem Szenario v.a. der Knoten Lübeck einschließlich des Lübecker Hafens. Der SGV ist insbesondere im Intermodalverkehr mit Ziel Lübeck-Skandinavienkai zudem auf die

Abfahrtzeiten der Schiffe nach Skandinavien getaktet, was die Trassenfindung zusätzlich erschweren könnte.

Ohne weitergehende Maßnahmen und mangels bereitstehender Umleitungsstrecken könnte der SGV auf dem zu sanierenden Korridor vollständig wegfallen und müsste durch vermehrte Straßentransporte kompensiert werden. Die langfristigen Konsequenzen für den SGV in der Region wären zunächst nicht absehbar. Es wäre zu prüfen, ob die verlängerten Laufwege und Transportzeiten sowie die Einbußen bei der Betriebsqualität während der Baumaßnahmen wirtschaftlich tragbar sind und wie sich der SGV deswegen zukünftig aufstellen kann.

2.2.3 Szenario 3 – Strecke 1740: Bremerhaven – Bremen

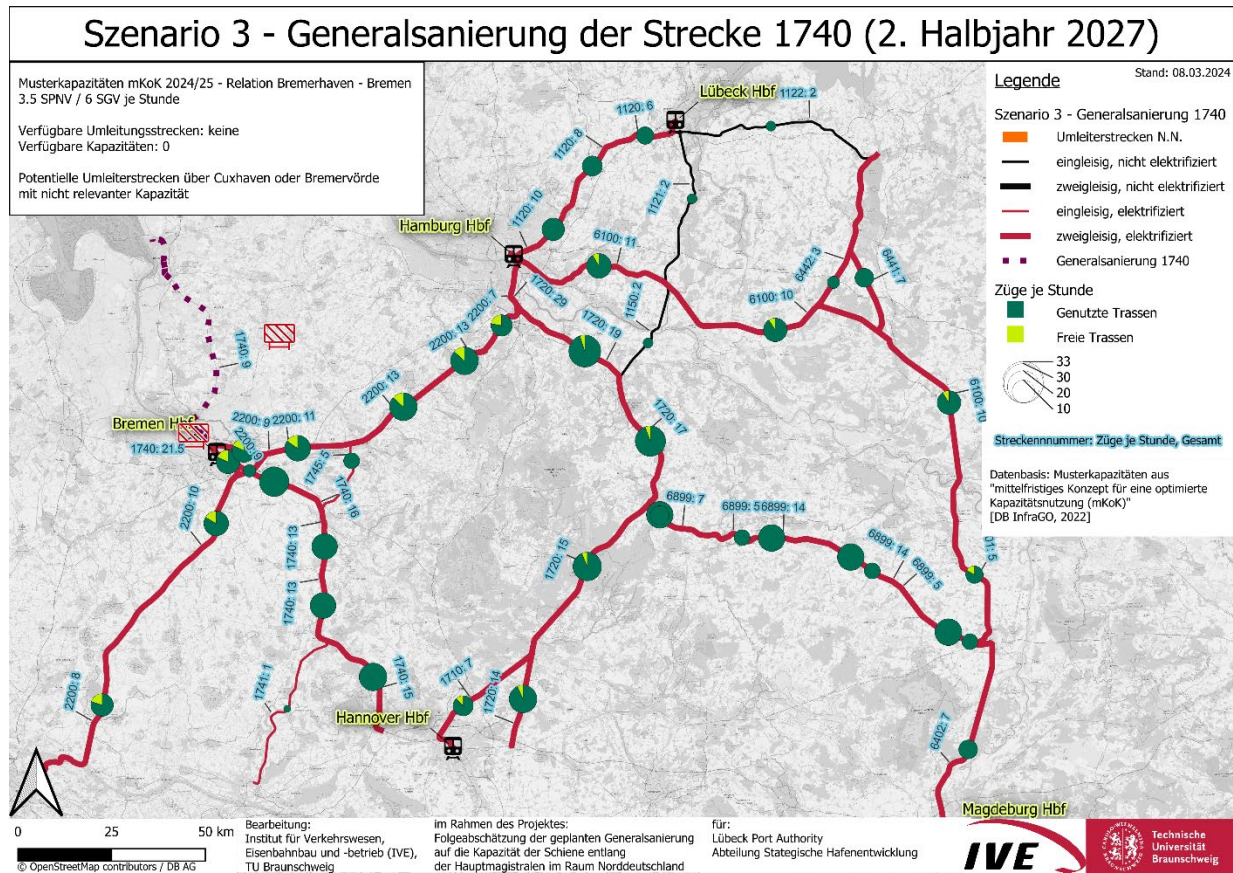


Abbildung 8: Kartographische Darstellung Szenario 3 - Generalsanierung der Strecke 1740 (2. Halbjahr 2027)

Die Generalsanierung der Strecke 1740 zwischen Bremen und Bremerhaven soll im 2. Halbjahr 2027 zeitgleich zu den Arbeiten an der Strecke 1120 (vgl. Szenario 2) stattfinden. Vereinfachend wird die Maßnahme an dieser Stelle trotzdem als eigenständiges Szenario behandelt, welches in Abbildung 8 dargestellt ist. Aufgrund der isolierten räumlichen Lage des Korridors und der im Folgenden erläuterten Überlegungen sind zwischen den beiden parallel stattfindenden Generalsanierungen keine betrieblichen Wechselwirkungen zu erwarten.¹⁵

Eine große planerische Herausforderung bei dieser Korridorsanierung ist, dass für den Zugverkehr praktisch keine Alternativrouten bestehen. Abweichend von den meisten Generalsanierungen ist auf

¹⁵ Nicht betrachtet wird (in diesem und in allen anderen Szenarien) die baubetriebliche Wechselwirkung zwischen mehreren gleichzeitigen Generalsanierungen. Es ist aber grundsätzlich denkbar, dass sich Probleme wie Materialknappheit, Personalmangel und begrenzte maschinelle Ressourcen dadurch verschärfen und Verzögerungen auf Parallel- und Folgeprojekte übertragen.

diesem Korridor deswegen geplant, anstelle einer Vollsperrung nur eine jeweils eingleisige Sperrung vorzunehmen. Der SPNV muss in dieser Zeit dennoch durch einen hochwertigen SEV ersetzt werden.¹⁶

Der SGV hingegen kann das verbleibende Streckengleis auch während der Baumaßnahme in beiden Richtungen befahren. Von entfallenden Verkehren im SGV ist daher mehrheitlich nicht auszugehen. Die Güterverkehre vom Hafen Bremerhaven könnten bei Bedarf außerdem teilweise über den „ROLAND Umschlag“ abgewickelt werden. Dieser Hub zum Umladen von Gütern zwischen LKW und Schiene wurde in der Nähe des Rangierbahnhofs Bremen errichtet und wäre hinterlandseitig auch während der Generalsanierung per Bahn erreichbar.

Das Szenario 3 liefert jedoch ein Beispiel eines möglichen Lösungsansatzes für die prinzipiell ähnliche Situation des Lübecker Hafens. Auch bei der Generalsanierung der Strecke 1120 zwischen Hamburg und Lübeck wäre die eingleisige Sperrung eine denkbare Option, um den Hinterlandverkehr aufrecht zu erhalten.

¹⁶ Bremische Bürgerschaft (2024, März): Schienenpersonennahverkehr im Land Bremen – 1. Bericht 2024, Seite 12f

2.2.4 Szenario 4 – Strecke 2200: Hamburg – Bremen

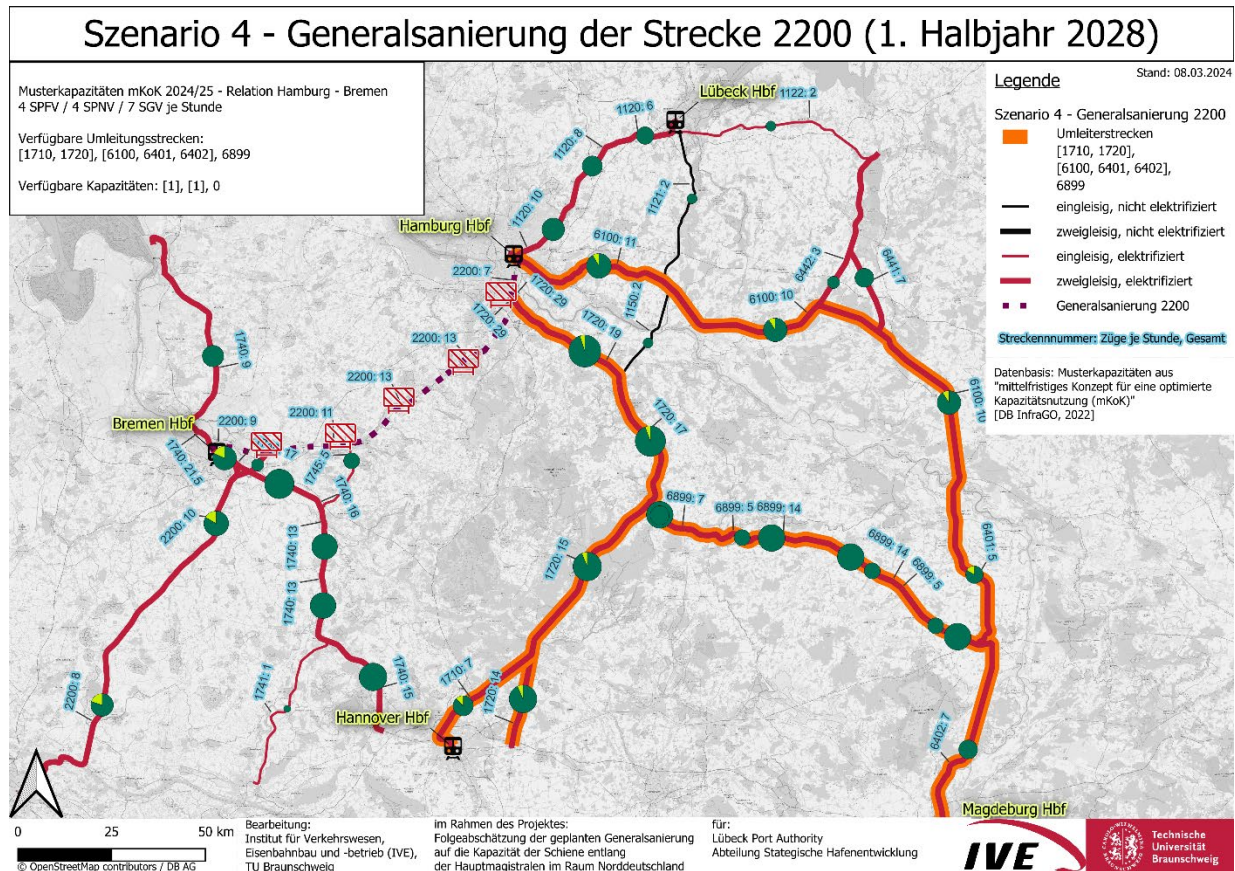


Abbildung 9: Kartographische Darstellung Szenario 4 - Generalsanierung der Strecke 2200 (1. Halbjahr 2028)

Die Bahnstrecke 2200 zwischen Hamburg und Bremen soll im 1. Halbjahr 2028 einer Generalsanierung unterzogen werden. Dabei könnten die Verkehre über die Bahnstrecken 1710/1720 (Hannover/ Lehrte – Hamburg), die Bahnstrecken 6402 und 6899 (Magdeburg – Stendal – Uelzen – Hamburg) sowie die Bahnstrecken 6402, 6401 und 6100 (Magdeburg – Stendal – Wittenberge – Büchen – Hamburg) umgeleitet werden. Diese Umleitungsstrecken befinden sich teilweise bereits im Grenzbereich der Leistungsfähigkeit. Es wird angenommen, dass der SPNV mit Bussen im SEV bedient wird. Dadurch verbleibt zunächst ein theoretischer Kapazitätsbedarf von 4 SPFV- und 7 SGV-Trassen je Stunde.

Auf den identifizierten Umleitungsstrecken könnten dem angewendeten Modell zufolge zwei zusätzliche stündliche Trassen konstruiert werden. Es würden demnach etwa 70% der betroffenen Fahrten im SGV entfallen, auch wenn dieser bei der Vergabe der Umleitungstrassen priorisiert wird.

Durch folgende Maßnahmen könnte der weitere Bedarf ggf. teilweise gedeckt werden:

1. Harmonisierung der Geschwindigkeiten in der Fahrplankonstruktion auf den Umleitungsstrecken
2. Ggf. Verzicht auf ein SPFV-Zugpaar pro Stunde zwischen Hamburg und Hannover

3. Ggf. Verzicht auf ein SPFV-Zugpaar pro Stunde zwischen Hamburg und Berlin sowie Umlegung von SGV-Trassen von der Achse Hannover – Uelzen – Hamburg auf die Achse Hamburg – Büchen – Wittenberge

Auf den Umleitungsstrecken müsste der Fahrplan auf maximale Kapazität optimiert werden. Bspw. könnten hier die vorgesehenen Geschwindigkeiten der Züge harmonisiert werden. Dies würde den SGV nicht unmittelbar betreffen, jedoch insbesondere im SPFV zu Fahrzeitverlängerungen durch reduzierte Höchstgeschwindigkeiten führen.

Im Endeffekt würden aufgrund dieser zusätzlichen Maßnahmen im Betrachtungsraum schätzungsweise 4 stündliche Fahrten des SPFV (auf den Umleitungsrouten) entfallen (zusätzlich zu den ohnehin durch SEV ersetzten Fahrten des SPNV und dem SPFV auf dem zu sanierenden Korridor). Außerdem wird das zugrunde liegende Fahrplan-Konstrukt auf allen hier betrachteten Strecken durch die Maßnahmen in einen Zustand dauerhaft großer Auslastung oder Überlastung versetzt, was die Betriebsqualität absehbar verschlechtern wird. Aufgrund der resultierenden extrem dichten Zugfolgen besteht ein stark erhöhtes Risiko für die Entstehung und Übertragung von Verspätungen bis hin zu Zugausfällen. Die großräumigen Umleitungen führen im SGV auch bei störungsfreiem Betrieb zu deutlich verlängerten Transportzeiten und damit verbunden zu steigenden Kosten.

Unmittelbar betroffen von den Trassenausfällen bzw. den Einbußen bei der Trassen- und Betriebsqualität sind in diesem Szenario sowohl der Knoten Hamburg als auch der Knoten Lübeck. Im SGV ist zu erwarten, dass die Verkehre vom und zum Hamburger Hafen sowie die Durchlaufverkehre mit Start und Ziel in Lübeck stark beeinflusst werden. Die erforderlichen Umleitungen und die ggf. zusätzlich zu treffenden Maßnahmen führen letztlich im gesamten Betrachtungsraum zu einer stark erhöhten Auslastung, Trassenknappheit und Störungen.

Ohne zusätzliche Maßnahmen, um weitere Umleitungsverkehre zu ermöglichen, würde voraussichtlich ein Großteil der SGV-Fahrten auf dem zu sanierenden Korridor wegfallen und müsste durch vermehrte Straßentransporte kompensiert werden. Der Hinterlandverkehr von und nach Lübeck und Hamburg wäre davon schwerwiegend betroffen, da ein Großteil der Verkehre in südwestlicher Richtung gefährdet wäre.

Es wäre in diesem Szenario außerdem denkbar, die Relation Lübeck – Bad Kleinen – Schwerin – Wittenberge (also die Strecken 1122, 6441 und 6100) als großräumige Umleitung für Verkehre von und nach Lübeck zu nutzen. Dies setzt voraus, dass die im Szenario 2 diskutierte Ausbaumaßnahme der Strecke 1122 einschließlich der neuen Verbindungskurve bei Bad Kleinen fertiggestellt ist. Die Problematiken des deutlich verlängerten Laufwegs und die ohnehin hohe Auslastung entlang der Umleitung bleiben jedoch auch hier bestehen.

Eine Überlappung mit weiteren Baumaßnahmen besteht aktuell nicht.

2.2.5 Szenario 5 – Strecke 6899: Uelzen – Stendal

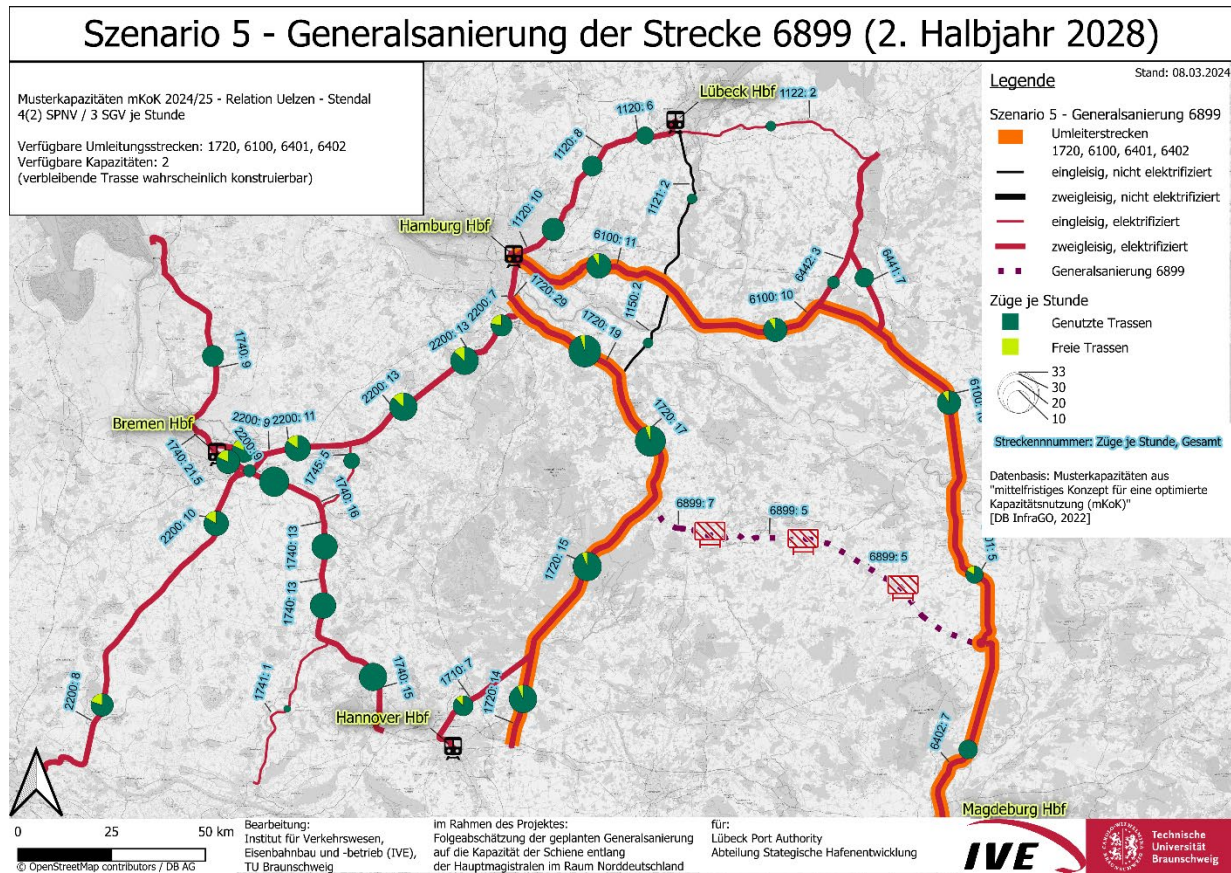


Abbildung 10: Kartographische Darstellung Szenario 5 - Generalsanierung der Strecke 6899 (2. Halbjahr 2028)

Im Szenario 5 wird die Generalsanierung der Bahnstrecke 6899 zwischen Stendal und Uelzen im 2. Halbjahr 2028 betrachtet. Währenddessen soll unter anderem die durchgehende Zweigleisigkeit fertiggestellt werden. Die Vollsperrung hat vor allem auf den SPNV große Auswirkungen, da dieser mangels alternativer Strecke während der gesamten Sperrung durch einen hochwertigen SEV ersetzt werden muss. Regelmäßiger Fernverkehr ist aktuell auf dieser Verbindung nicht vorgesehen.

Für die verbleibende Nachfrage von 3 Trassen je Stunde im SGV ergeben sich weiträumige Umleitungen. Der Verkehr muss entweder ab Magdeburg und Stendal über die Bahnstrecken 6402 und 6100 nach Wittenberge und Hamburg oder aber sehr weiträumig von Hannover/ Lehrte kommend gen Uelzen und Hamburg über die Strecke 1720 umgeleitet werden. Aufgrund der dann bereits abgeschlossenen Generalsanierung der Strecke 6100 und der kürzeren Streckenführung wird die prioritäre Führung auf diesem Korridor erwartet. Dem angewendeten Modell zufolge können die identifizierten Umleitungsrouten zwei weitere Trassen pro Stunde aufnehmen. Nur ein Drittel der betroffenen Fahrten im SGV würde demnach entfallen. Eine weitere stündliche Verbindung lässt sich wahrscheinlich durch eine Harmonisierung der Geschwindigkeiten in der Fahrplankonstruktion auf den Umleitungsstrecken realisieren.

Das zugrunde liegende Fahrplan-Konstrukt wird auf den hier betrachteten Strecken durch die Maßnahmen in einen Zustand dauerhaft großer Auslastung versetzt, was die Betriebsqualität wahrscheinlich verschlechtern wird. Aufgrund der resultierenden dichten Zugfolgen besteht ein erhöhtes Risiko für die Entstehung und Übertragung von Verspätungen. Die großräumigen Umleitungen führen im SGV auch bei störungsfreiem Betrieb zu deutlich verlängerten Transportzeiten und damit verbunden zu steigenden Kosten.

Die erforderlichen Umleitungen und die ggf. zusätzlich zu treffenden Maßnahmen könnten zu einer erhöhten Auslastung, Trassenknappheit und Störungen auf den umliegenden Strecken führen, wodurch auch für den SGV mit Start und Ziel in Hamburg und Lübeck Einschränkungen, Verspätungen und längere Laufwege zu erwarten sind.

Eine Überlappung mit weiteren Baumaßnahmen besteht aktuell nicht.

2.2.6 Szenario 6 – Strecke 1720: Hamburg – Hannover

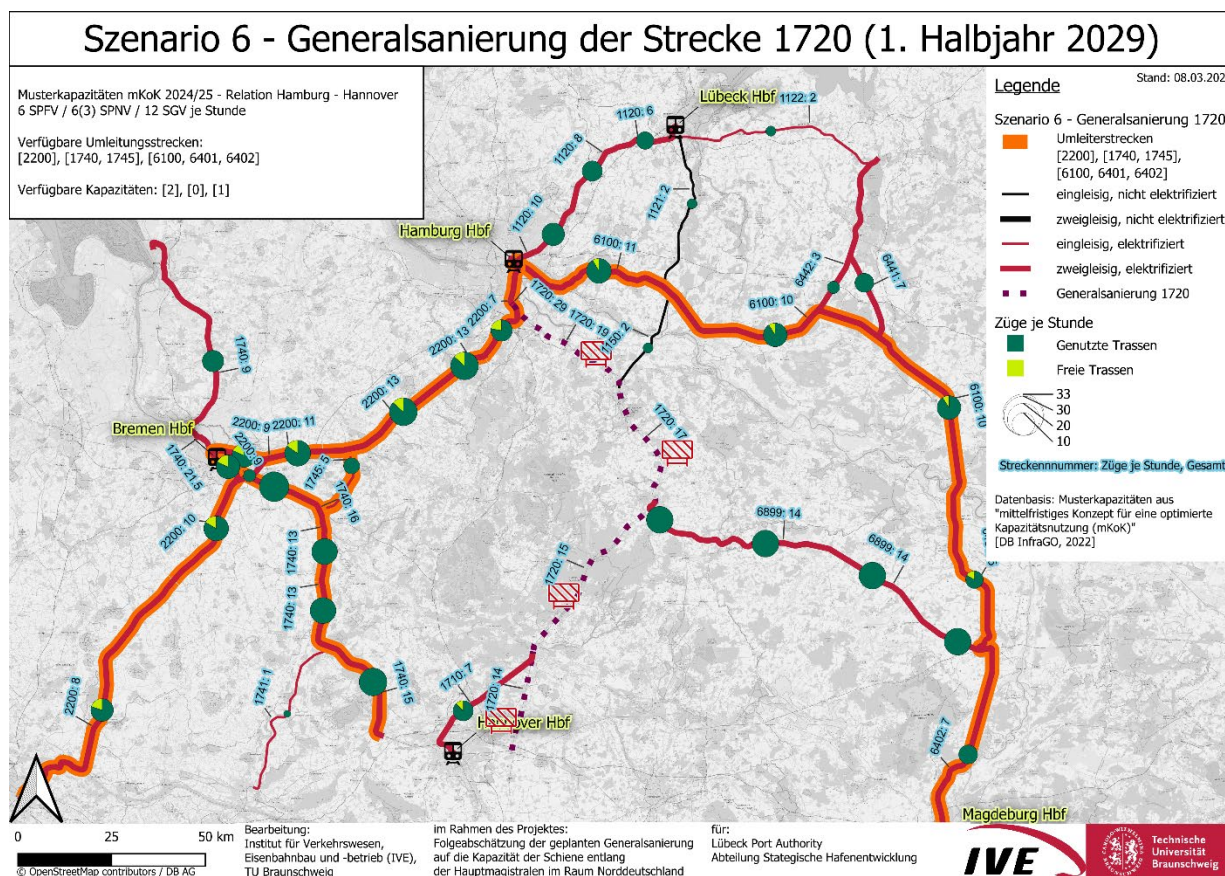


Abbildung 11: Kartographische Darstellung Szenario 6 - Generalsanierung der Strecke 1720 (1. Halbjahr 2029)

Im Szenario 6 steht die fürs 1. Halbjahr 2029 geplante Generalsanierung der Bahnstrecke 1720 im Abschnitt Hamburg – Hannover im Fokus. Im SPNV ist davon auszugehen, dass während der Sperrung ein hochwertiger SEV eingesetzt wird, um die Orte entlang der Bahnstrecke im Nahverkehr zu versorgen. Es wird daher angenommen, dass pro Stunde ein Umleitungsbedarf für 6 Züge im SPFV sowie 12 Züge im SGV besteht. Um die Versorgungssicherheit der Häfen sicherzustellen ist die Priorisierung des SGV vorzusehen. Als mögliche Umleitungsstrecken kommen in Betracht:

1. Nutzung der Strecke 2200 von Hamburg via Bremen in Richtung Osnabrück für großräumige Umleitung der Verkehre. Auf dieser Strecke sind aktuell maximal 2 Trassen pro Stunde verfügbar.
2. Von Bremen aus könnte abzweigend auch die Strecke 1740 nach Hannover genutzt werden, welche im derzeitigen Infrastrukturzustand keine verfügbaren Kapazitäten aufweisen kann.
3. Nutzung der Strecken 6100, 6401, 6402 von Hamburg über Wittenberge und Stendal nach Magdeburg für Umleitung der Verkehre. Auch hier stehen nur wenige freie Trassen zur Verfügung: eine Trasse pro Stunde und Richtung zwischen Hamburg und Wittenberge sowie im weiteren Verlauf 2 Trassen pro Stunde und Richtung zwischen Wittenberge und Stendal.

Die Umleitungsstrecken können dem angewendeten Modell zufolge maximal vier zusätzliche stündliche Trassen aufnehmen. Es würden demnach zwei Drittel der Fahrten im SGV entfallen, auch wenn dieser bei der Vergabe der Umleitungstrassen priorisiert wird.

Durch folgende Maßnahmen könnte der weitere Bedarf ggf. teilweise gedeckt werden:

1. (teilweises) Ersetzen des SPNV auf den Strecken 1740 und 2200 durch ein SEV-Angebot
2. Harmonisierung der Geschwindigkeiten in der Fahrplankonstruktion auf den Umleitungsstrecken
3. Ggf. Verzicht auf ein SPFV-Zugpaar pro Stunde zwischen Hamburg und Osnabrück
4. Ggf. Verzicht auf ein SPFV-Zugpaar pro Stunde zwischen Hamburg und Berlin

Im Endeffekt würden aufgrund dieser zusätzlichen Maßnahmen im Betrachtungsraum schätzungsweise 2 stündliche Fahrten des SPNV (jeweils auf den Strecken 1740 und 2200) sowie 8 stündliche Fahrten des SPFV (auf dem zu sanierenden Korridor und den Umleitungsstrecken) entfallen (zusätzlich zu den ohnehin durch SEV ersetzten Fahrten des SPNV auf dem zu sanierenden Korridor). Außerdem wird das zugrunde liegende Fahrplan-Konstrukt auf allen hier betrachteten Strecken durch die Maßnahmen in einen Zustand dauerhaft großer Auslastung oder Überlastung versetzt, was die Betriebsqualität absehbar verschlechtern wird. Aufgrund der resultierenden extrem dichten Zugfolgen besteht ein stark erhöhtes Risiko für die Entstehung und Übertragung von Verspätungen bis hin zu Zugausfällen. Die großräumigen Umleitungen führen im SGV auch bei störungsfreiem Betrieb zu teilweise deutlich verlängerten Transportzeiten und damit verbunden zu steigenden Kosten.

Unmittelbar betroffen von den Trassenausfällen bzw. den Einbußen bei der Trassen- und Betriebsqualität sind in diesem Szenario sowohl der Knoten Hamburg als auch der Knoten Lübeck. Im SGV ist zu erwarten, dass die Verkehre vom und zum Hamburger Hafen sowie die Durchlaufverkehre mit Start und Ziel in Lübeck stark beeinflusst werden. Die erforderlichen Umleitungen und die ggf. zusätzlich zu treffenden Maßnahmen führen letztlich im gesamten Betrachtungsraum zu einer stark erhöhten Auslastung, Trassenknappheit und Störungen.

Ohne zusätzliche Maßnahmen, um weitere Umleitungsverkehre zu ermöglichen, würde voraussichtlich ein Großteil der SGV-Fahrten auf dem zu sanierenden Korridor wegfallen und müsste durch vermehrte Straßentransporte kompensiert werden. Der Hinterlandverkehr von und nach Lübeck und Hamburg wäre davon schwerwiegend betroffen, da ein Großteil der Verkehre in südlicher Richtung gefährdet wäre. Dies betrifft auch die besonders wichtigen internationalen Relationen mit Italien, der Schweiz und Österreich.

Es wäre auch in diesem Szenario außerdem denkbar, die Relation Lübeck – Bad Kleinen – Schwerin – Wittenberge (also die Strecken 1122, 6441 und 6100) als großräumige Umleitung für Verkehre von und nach Lübeck zu nutzen. Dies setzt voraus, dass die im Szenario 2 diskutierte Ausbaumaßnahme der Strecke 1122 einschließlich der neuen Verbindungskurve bei Bad Kleinen fertiggestellt ist. Die

Problematiken des deutlich verlängerten Laufwegs und die ohnehin hohe Auslastung entlang der Umleitung bleiben jedoch auch hier bestehen.

Erwähnt werden muss an dieser Stelle außerdem, dass die hier betrachtete Generalsanierung nicht die erste Vollsperrung der Strecke 1720 während des Betrachtungszeitraums darstellen würde. Bereits von Mai bis Juli 2026 soll die Qualitätsoffensive Hamburg – Hannover stattfinden. In diesem Zeitraum treten bezüglich möglicher Umleitungskapazitäten prinzipiell dieselben Probleme auf. Es sollte ggf. geprüft werden, ob die Generalsanierung vorgezogen werden könnte, sodass es nur eine Phase mit Vollsperrung gäbe. Es zeigt sich, dass der seit 30 Jahren diskutierte, aber nicht durchgeführte Ausbau der Schieneninfrastruktur zwischen Hamburg, Bremen und Hannover, nun zu Zielkonflikten in der Trassenvergabe führt.

2.2.7 Szenario 7 – Strecke 1740: Bremen – Hannover

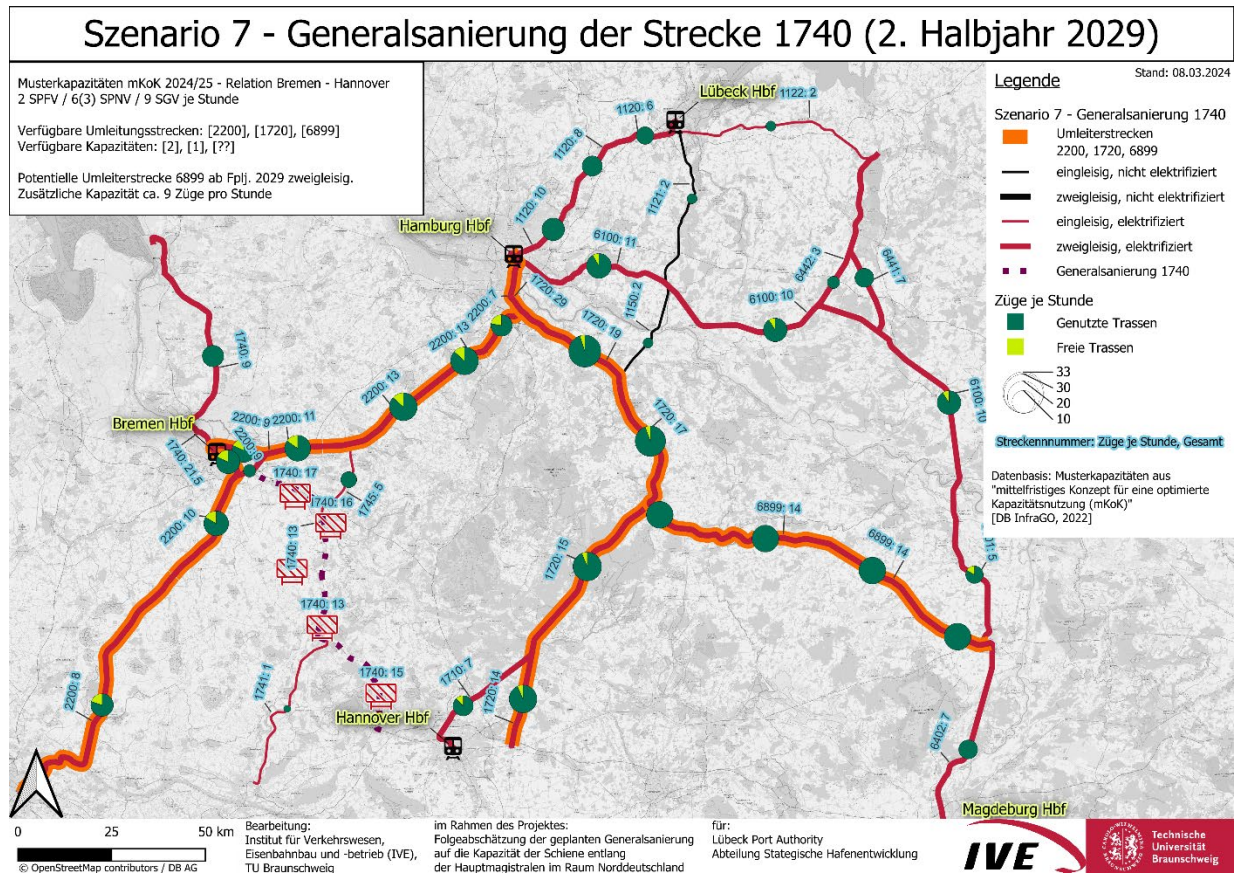


Abbildung 12: Kartographische Darstellung Szenario 7 - Generalsanierung der Strecke 1740 (2. Halbjahr 2029)

Im Szenario 7 steht die fürs 2. Halbjahr 2029 geplante Generalsanierung der Bahnstrecke 1740 im Abschnitt Bremen – Hannover im Fokus. Im SPNV ist davon auszugehen, dass während der Sperrung ein hochwertiger SEV eingesetzt wird, um die Orte entlang der Bahnstrecke im Nahverkehr zu versorgen. Es wird daher angenommen, dass pro Stunde ein Umleitungsbedarf für 9 Züge im SGV besteht und dass der SPFV auf der zu sanierenden Strecke entfällt.

Die Umleitungsstrecken 1720 sowie 2200 könnten dem angewendeten Modell zufolge grundsätzlich insgesamt drei zusätzliche stündliche Trassen aufnehmen. Es würden demnach zwei Drittel der Fahrten im SGV entfallen.

Durch folgende Maßnahmen könnte der weitere Bedarf ggf. weitgehend gedeckt werden:

1. Ggf. Verzicht auf ein SPFV-Zugpaar pro Stunde zwischen Hamburg und Berlin
2. Ggf. Verzicht auf ein SPFV-Zugpaar pro Stunde zwischen Hamburg und Hannover
3. Umleiten der südlichen Verkehre aus Hamburg über Uelzen (Strecken 1720 / 6899) oder Büchen (Strecke 6100) in Richtung Stendal, wodurch freie Trassen auf der Strecke 1720 geschaffen werden.

4. Umleiten der westlichen Verkehre aus Hamburg über Uelzen (Strecke 1720 / 1710) gen Hannover, wodurch freie Trassen auf der Strecke 2200 geschaffen werden.
5. Umleiten der südöstlichen Verkehre aus Bremen über Hamburg – Uelzen – Hannover bzw. Stendal.

Im Endeffekt würden aufgrund dieser zusätzlichen Maßnahmen im Betrachtungsraum schätzungsweise 6 stündliche Fahrten des SPFV (auf dem zu sanierenden Korridor und den Umleitungsstrecken) entfallen (zusätzlich zu den ohnehin durch SEV ersetzten Fahrten des SPNV auf dem zu sanierenden Korridor). Außerdem wird das zugrunde liegende Fahrplan-Konstrukt auf allen hier betrachteten Strecken durch die Maßnahmen in einen Zustand dauerhaft großer Auslastung oder Überlastung versetzt, was die Betriebsqualität absehbar verschlechtern wird. Aufgrund der resultierenden extrem dichten Zugfolgen besteht ein stark erhöhtes Risiko für die Entstehung und Übertragung von Verspätungen bis hin zu Zugausfällen. Die großräumigen Umleitungen führen im SGV auch bei störungsfreiem Betrieb zu deutlich verlängerten Transportzeiten und damit verbunden zu steigenden Kosten.

Die erforderlichen Umleitungen und die ggf. zusätzlich zu treffenden Maßnahmen führen letztlich im gesamten Betrachtungsraum zu einer stark erhöhten Auslastung, Trassenknappheit und Störungen, wodurch auch für den SGV mit Start und Ziel in Bremerhaven, Hamburg oder Lübeck deutliche Einschränkungen, Verspätungen und längere Laufwege zu erwarten sind.

Eine zusätzliche Entlastung der Umleitungsstrecke 1720 wäre in diesem Szenario denkbar, indem die Relation Lübeck – Bad Kleinen – Schwerin – Wittenberge (also die Strecken 1122, 6441 und 6100) als großräumige Umleitung für Verkehre von und nach Lübeck genutzt wird. Dies setzt voraus, dass die im Szenario 2 diskutierte Ausbaumaßnahme der Strecke 1122 einschließlich der neuen Verbindungskurve bei Bad Kleinen fertiggestellt ist. Die Problematiken des deutlich verlängerten Laufwegs und die ohnehin hohe Auslastung entlang der Umleitung bleiben jedoch auch hier bestehen.

Weitere Überlappungen mit anderen Baumaßnahmen bestehen zur aktuellen Zeit nicht.

2.2.8 Szenario 8 – Strecke 2200: Bremen – Osnabrück

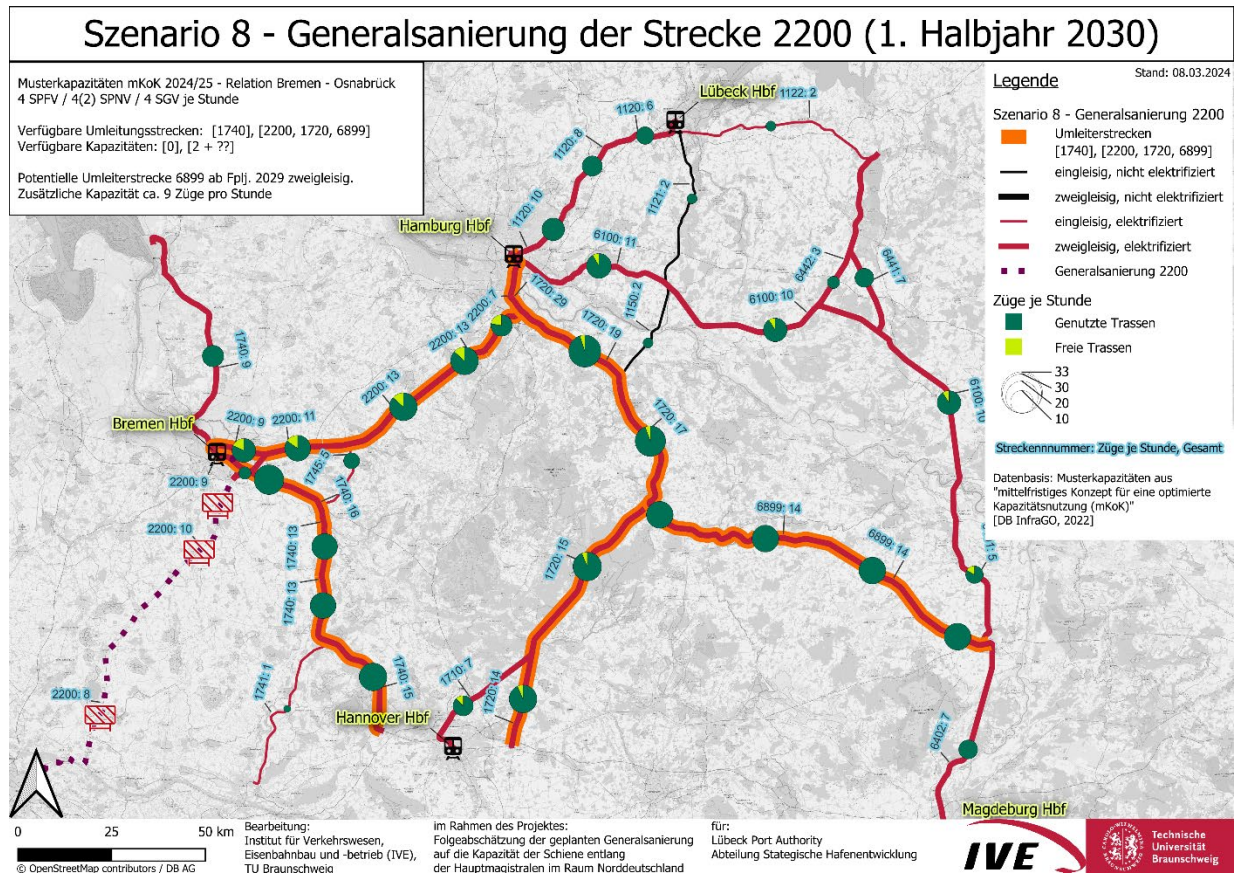


Abbildung 13: Kartographische Darstellung Szenario 8 - Generalsanierung der Strecke 2200 (1. Halbjahr 2030)

Die Bahnstrecke 2200 zwischen Bremen und Osnabrück soll im 1. Halbjahr 2030 einer Generalsanierung unterzogen werden. Dabei könnten die Verkehre über die Bahnstrecken 1710/1720 (Hannover/ Lehrte – Hamburg) umgeleitet werden. Diese Umleiterstrecke befindet sich teilweise bereits im Grenzbereich der Leistungsfähigkeit. Es wird angenommen, dass der SPNV mit Bussen im SEV bedient wird. Dadurch verbleibt zunächst ein theoretischer Kapazitätsbedarf von 4 SPFV- und 4 SGV-Trassen je Stunde.

Auf der identifizierten Umleiterstrecken könnte dem angewendeten Modell zufolge nur eine zusätzliche stündliche Trasse konstruiert werden. Es würden demnach 75% der betroffenen Fahrten im SGV entfallen, auch wenn dieser bei der Vergabe der Umleitungstrassen priorisiert wird.

Durch folgende Maßnahmen könnte der weitere Bedarf im SGV ggf. gedeckt werden:

1. Harmonisierung der Geschwindigkeiten in der Fahrplankonstruktion auf den Umleiterstrecken
2. Ggf. Verzicht auf ein SPFV-Zugpaar pro Stunde zwischen Hamburg und Hannover

Auf der Umleitungsstrecke müsste der Fahrplan auf maximale Kapazität optimiert werden. Bspw. könnten hier die vorgesehenen Geschwindigkeiten der Züge harmonisiert werden. Dies würde den SGV nicht unmittelbar betreffen, jedoch insbesondere im SPFV zu Fahrzeitverlängerungen durch reduzierte Höchstgeschwindigkeiten führen.

Im Endeffekt würden aufgrund dieser zusätzlichen Maßnahmen im Betrachtungsraum schätzungsweise 6 stündliche Fahrten des SPFV (auf dem zu sanierenden Korridor und der Umleitungsstrecke) entfallen (zusätzlich zu den ohnehin durch SEV ersetzten Fahrten des SPNV). Außerdem wird das zugrunde liegende Fahrplan-Konstrukt auf der Strecke 1720 durch die Maßnahmen in einen Zustand dauerhaft großer Auslastung oder Überlastung versetzt, was die Betriebsqualität absehbar verschlechtern wird. Aufgrund der resultierenden extrem dichten Zugfolgen besteht ein stark erhöhtes Risiko für die Entstehung und Übertragung von Verspätungen. Die Umleitungen führen im SGV auch bei störungsfreiem Betrieb zu verlängerten Transportzeiten und damit verbunden zu steigenden Kosten.

Unmittelbar betroffen von den Trassenausfällen bzw. den Einbußen bei der Trassen- und Betriebsqualität sind in diesem Szenario sowohl der Knoten Hamburg als auch der Knoten Lübeck. Im SGV ist zu erwarten, dass die Verkehre vom und zum Hamburger Hafen sowie die Durchlaufverkehre mit Start und Ziel in Lübeck stark beeinflusst werden. Die erforderlichen Umleitungen und die ggf. zusätzlich zu treffenden Maßnahmen führen letztlich im gesamten Betrachtungsraum zu einer stark erhöhten Auslastung, Trassenknappheit und Störungen.

Ohne zusätzliche Maßnahmen, um weitere Umleitungsverkehre zu ermöglichen, würde voraussichtlich ein Großteil der SGV-Fahrten auf dem zu sanierenden Korridor wegfallen und müsste durch vermehrte Straßentransporte kompensiert werden. Der Hinterlandverkehr von und nach Lübeck und Hamburg wäre davon betroffen, da ein Teil der Verkehre in südwestlicher Richtung gefährdet wäre.

2.3 Fazit zum AP 1

Aufgrund der notwendigen Generalsanierungen sollen die im Einzelnen betrachteten Korridore für jeweils mindestens 6 Monate voll gesperrt werden. Zusammen mit der ebenfalls geplanten mehrmonatigen Qualitätsoffensive Hamburg – Hannover und dem Ausbau der Strecke 1122 zwischen Lübeck und Bad Kleinen steht dem Betrachtungsraum in Norddeutschland damit ein (mit Unterbrechungen) etwa fünf Jahre dauernder Ausnahmezustand bevor.

Für die einzelnen Korridorsanierungen wurden jeweils die konkreten Konsequenzen mit besonderem Blick auf den betroffenen SGV untersucht und anhand eines makroskopischen Kapazitäts-Modells mögliche Umleitungsrouten identifiziert. Die unmittelbar verfügbaren Kapazitäten der Umleitungstrecken wurden zunächst prioritär dem SGV auf dem jeweils zu sanierenden Korridor zugewiesen. In den meisten Szenarien kann auf diese Weise nur ein geringer Teil des SGV umgeleitet werden. Der verbleibende Anteil des SGV, der demnach ersatzlos wegfallen würde, ist in der folgenden Tabelle 2 für die einzelnen Szenarien zusammengefasst und wird darin als Anteil gefährdeter Trassen bezeichnet.

Tabelle 2: Gefährdete SGV-Trassen aufgrund der Korridorsanierungen

Szenario	Korridorsanierung	Gesamtzahl SGV-Trassen [1/h]	Anteil gefährdeter SGV-Trassen [%]	geschätzte Auswirkungen
1	Hamburg – Wittenberge	4	75	stark
2	Hamburg – Lübeck	2	100	sehr stark
3	Bremerhaven – Bremen	6	/	/
4	Hamburg – Bremen	7	70	sehr stark
5	Uelzen – Stendal	3	33	gering
6	Hamburg – Hannover	12	67	sehr stark
7	Bremen – Hannover	9	67	mittel
8	Bremen – Osnabrück	4	75	stark

Wie schwerwiegend die dargestellte Gefährdung der Trassen sich tatsächlich auswirken würde, hängt sehr von der absoluten Zahl der betroffenen SGV-Trassen ab, welche ebenfalls in der Tabelle angegeben ist. Gemeint ist dabei die Gesamtzahl der SGV-Trassen, die auf dem jeweils zu sanierenden Korridor vorgesehen ist.

Für die Trassen, die dem Modell zufolge nicht ohne zusätzliche Maßnahmen umgeleitet werden können, wurden anschließend je Szenario Lösungsvorschläge erarbeitet, die in erster Linie auf eine Sicherung

des betroffenen SGV abzielen. Die Lösungsvorschläge beinhalten i.d.R. den Wegfall und räumliche Verlagerungen anderer Verkehre im SPFV und SPNV entlang der potentiellen Umleitungsstrecken sowie eine Harmonisierung der Geschwindigkeiten. Ob jedoch tatsächlich der SGV des jeweils zu sanierenden Korridors von diesen Lösungsvorschlägen profitiert, hängt stark von seiner Priorisierung gegenüber dem SPFV ab, dessen Trassen ohne die zusätzlichen Maßnahmen ebenfalls gefährdet sind. Die Lösungsvorschläge sind in den meisten Fällen nicht ausreichend, um sowohl den SGV als auch den SPFV vollständig umleiten zu können.

Außerdem gehen die Lösungsvorschläge zumeist zulasten des SPNV – auch auf den Umleitungsstrecken. Ohnehin sind im SPNV aufgrund der Generalsanierungen großflächige und langanhaltende Ausfälle (sowie ein hochwertiges SEV-Konzept) zu erwarten. Mindestens für die Zeit der jeweiligen Vollsperrungen ist mit einem starken Nachfragerückgang im Nahverkehr und einem Modal Shift zum Pkw zu rechnen.

Hingegen nicht explizit als Lösungsansatz verfolgt wurde die Verlagerung des SGV in die Nachtzeiten. Dies wäre sicherlich für einen gewissen Teil der Züge eine denkbare Option, sollte jedoch vor dem Hintergrund der Umlauf- und Personalplanung seitens der EVU, der Personalkosten und vor allem des Personalmangels nicht als Schlüsselement aufgefasst werden.

Auch bei einer Umsetzung der Lösungsvorschläge sowie einer konsequenten Priorisierung des SGV, sodass dieser weitgehend vollständig Umleitungstrassen nutzen könnte, haben die vorangegangenen Ausführungen gezeigt, dass dennoch mit starken Einschränkungen für die EVU und deren Kunden zu rechnen wäre. Die erarbeiteten Umleitungsoptionen haben meist eine deutlich erhöhte Auslastung der betreffenden Strecken zur Folge. Es ist daher mit einer verringerten Betriebsqualität, letztlich also mit Verspätungen und Zugausfällen zu rechnen, da das betrachtete Netz dauerhaft im Grenzbereich seiner Leistungsfähigkeit betrieben würde. Besonders jene Verkehre, die zeitlich auf die Schifffahrt abgestimmt sind, könnten dadurch zum Problem werden.

Die verlängerten Laufwege aufgrund der Umleitungen führen insgesamt zu längeren Transportzeiten. Teilweise kommen zusätzliche Zeitanteile für notwendige Lokwechsel und Rangiertätigkeiten hinzu. Gepaart mit der beschriebenen Verspätungsanfälligkeit besteht daher ein erhöhtes Risiko, dass die Umlaufpläne nicht eingehalten werden können. Auch fallen in Summe höhere Trassenentgelte an. Weiterhin werden bei abweichenden Ankunfts- und Abfahrtszeiten Anpassungen der Arbeitsabläufe in Häfen und angeschlossenen Betrieben notwendig sein.

Für die besonders vom SGV abhängigen Standorte wie die betroffenen Häfen in Hamburg, Lübeck sowie (mit Einschränkungen) Bremerhaven ergeben sich schwerwiegende Konsequenzen: je nach Szenario und je nach tatsächlicher Priorisierung der umzuleitenden Verkehre kann es zeitweise zum weitgehenden Zusammenbruch des jeweiligen Hinterlandverkehrs kommen – mindestens aber zu drastischen Einbußen bei der Verlässlichkeit und Planbarkeit des Bahnbetriebs. In gemeinsamen Gesprächen muss eine sinnvolle Priorisierung bei der Trassenvergabe erarbeitet werden. Der neue

Planungsansatz „Kapazitätsplanung und -zuweisung der Zukunft“ (KaZu Novum) der DB InfraGO AG kann dafür eine gute Grundlage bieten.

Mit Blick auf die betroffenen Hafenstandorte ist dabei für eine deutliche Priorisierung des SGV zu plädieren. Andernfalls wird es während der Phase der Generalsanierungen und ggf. darüber hinaus zu einer drastischen Verlagerung von Güterverkehren auf die Straße kommen.

Es ist zu beachten, dass die beschriebenen Einschränkungen sich über einen Zeitraum von insgesamt etwa fünf Jahren erstrecken werden und dass sie die Standorte Hamburg und Lübeck daher nachhaltig schädigen können, sollte es zu einem Einbruch der SGV-Leistungen oder der Qualität kommen. In diesem Zusammenhang ist außerdem eine Verlängerung der Gesamtdauer der Generalsanierungen nicht auszuschließen, da aktuell nicht absehbar ist, inwieweit die bauwirtschaftlichen Kapazitäten, Finanz-, Material- sowie Personalverfügbarkeit ausreichen werden. Dadurch kann weitere Verunsicherung entstehen und die sinnvolle strategische Verkehrs- und Trassenplanung wird weiter erschwert.

Ein Ansatz, der die Auswirkungen der Streckensperrungen zumindest leicht abmildern könnte und der bereits in einigen der vorgestellten Szenarien angedeutet wurde, wäre eine Anpassung der Reihenfolge einzelner Generalsanierungs-Maßnahmen:

1. Die Betrachtung der Szenarien 6 – 8 zeigt, dass bei der Generalsanierung in Szenario 6 – Strecke 1720: Hamburg – Hannover zahlreiche Trassen entfallen könnten, da auf der Umleitungsstrecke über Bremen nach Hannover zu wenig Kapazität zur Verfügung steht. Würden zunächst die Strecken 2200 (vollständig, also auch zwischen Bremen und Osnabrück) sowie 1740 (zwischen Bremen und Hannover) generalsaniert, könnte im Rahmen der Generalsanierung der Strecke 1720 ein größerer Teil der Trassen erhalten bleiben.
2. Alternativ zu 1. könnte auch eine vorgezogene Generalsanierung der Strecke 1720 zwischen Hamburg und Hannover zu einer etwas entspannteren Situation während der Arbeiten an der Strecke 2200 (zwischen Bremen und Hamburg, vgl. Szenario 4 sowie zwischen Bremen und Osnabrück, vgl. Szenario 8) führen. Möglicherweise könnte dann auch die zusätzlich für 2026 geplante Qualitätsoffensive Hamburg – Hannover und die damit einhergehende Vollsperrung entfallen.
3. Die Generalsanierung der Strecke 1120 (vgl. Szenario 2) fällt zeitlich nach aktuellem Planungsstand zusammen mit dem Ausbau der Strecke 1122 zwischen Lübeck und Bad Kleinen. Es sollte insofern dringend geprüft werden, ob die Generalsanierung aufgeschoben werden kann bis zu deren Fertigstellung. Andernfalls droht der Standort Lübeck, fast vollständig vom Bahnnetz entkoppelt zu werden. Dabei übernimmt der Lübecker Hafen eine elementare Rolle im skandinavischen Warenverkehr.

Inwiefern bautechnische Gründe für die aktuell vorgeschlagene Reihung sprechen, ist nicht bekannt.

Der in Punkt 3 benannte Ausbau der Strecke 1122 sollte seinerseits mit Nachdruck verfolgt werden, denn dadurch könnte auch für den SGV eine resiliente Anbindung von und nach Lübeck entstehen. Die dabei geplante Verbindungskurve bei Bad Kleinen könnte während der folgenden Generalsanierungen zu einer Entspannung beitragen, wenn sie bspw. großräumig umgeleitete Verkehre von und nach Lübeck aufnimmt (vgl. Szenarien 2, 4, 6 und 7). Es sollte zudem geprüft werden, während der Ausbaumaßnahme auch eine durchgehende Zweigleisigkeit herzustellen.

Alternativ (oder zusätzlich) zum obigen Punkt 3 wäre während der Generalsanierung der Strecke 1120 auch eine nur eingleisige Sperrung denkbar, wie sie für die Maßnahme an der Strecke 1740 zwischen Bremen und Bremerhaven geplant wird (vgl. Szenario 3). Auch dies könnte dazu beitragen, die Anbindung Lübecks an den Hinterlandverkehr sicherzustellen.

Auch die Strecke 1121 zwischen Lübeck und Büchen sollte mittelfristig einem schon seit längerem diskutierten Ausbau unterzogen werden, um eine weitere resiliente Anbindung Lübecks zu schaffen und auch schweren SGV auf dieser Route abwickeln zu können.

Zur verwendeten Methodik und insbesondere zum zugrunde liegenden Modell muss einschränkend angemerkt werden, dass vorübergehende Überschreitungen der darin angegebenen Nennwerte der Leistungsfähigkeit wahrscheinlich möglich wären, ohne das System schwerwiegend zu stören. Auch lässt sich während der Belastungsspitzen ggf. durch geschickte Fahrplankonstruktion und Betriebsführung eine geringfügig größere Menge an Fahrten durchführen. Die in dieser Untersuchung verfolgten Lösungsmöglichkeiten hätten allerdings (je nach Szenario) eine dauerhaft stark erhöhte Auslastung auf den Umleitungsstrecken zur Folge, was im tatsächlichen Betrieb zu weitreichenden und nicht mehr kompensierbaren Störungen führen könnte.

Zudem muss auch mit Blick auf die klima- und verkehrspolitischen Ziele die angesetzte Trassennachfrage im SGV hinterfragt werden. Diese könnte durchaus noch deutlich höher ausfallen, sollte es mittelfristig zu einem größeren Anteil des SGV an der Transportleistung kommen. Im Raum Lübeck und besonders auf der Strecke 1120 ist zusätzlicher Mehrverkehr auch aufgrund der Eröffnung der FFBQ (voraussichtlich in 2029) zu erwarten. Diese Zuwächse werden die geschilderten Probleme noch zusätzlich verschärfen.

3 AP 4: Abschätzung der Auswirkung von Einfädelungsvarianten der S4 (Ost) in Ahrensburg-Gartenholz auf die Kapazität der Strecke 1120

Im Folgenden wird eine analytische Untersuchung für die Betriebsstelle Ahrensburg-Gartenholz als markanten Knotenpunkt im Verlauf der Strecken 1120 und 1249 durchgeführt. Die Betrachtung erfolgt punktuell, wobei jedoch die Ergebnisse im Kontext der umgebenden Infrastruktur eingeordnet werden. Ahrensburg-Gartenholz ist als Teil der Ausbauplanungen zur S4 im Fokus und stellt im aktuellen Planungsstand die Verknüpfung der bis hierhin parallel geführten Strecken dar. Die S-Bahn-Züge, die zwischen Hamburg und Ahrensburg-Gartenholz auf eigener Infrastruktur verkehren sollen, würden hier in den bzw. aus dem Bestand ein- bzw. ausfädeln und auch im weiteren Verlauf von und nach Bad Oldesloe fahren.

Anlass für die analytische Untersuchung der theoretischen Knotenleistungsfähigkeit in dieser Betriebsstelle ist die Hypothese, dass sich aufgrund des Spurplanentwurfs und des zu erwartenden Betriebsprogramms ein besonderer Engpass ergeben könnte. Die Planungen sehen eine höhengleiche Ein- und Ausfädelung der S-Bahn-Strecke über eine Weichenverbindung vor. Diese Ein- und Ausfädelung wird im Rahmen der folgenden Berechnungen betrieblich als Abzweigstelle aufgefasst, an die sich unmittelbar südwestlich der neu zu errichtende S-Bahnhof Ahrensburg-Gartenholz anschließt. Dieser erhält demnach einen Mittelbahnsteig und zwei Hauptgleise sowie eine (für die weiteren Betrachtungen nicht relevante) mehrgleisige Abstellanlage (vgl. Abbildung 14). Es wird davon ausgegangen, dass im Verlauf der Streckengleise der Strecke 1120 betrieblich kein neuer Bahnhof entsteht. Diese Annahme hat einen gewissen Einfluss auf die exakten Signalstandorte und die sich daraus ergebenden Längen der zu befahrenden Teilfahrstraßen. Insgesamt ergibt sich in diesem Modell also eine kombinierte Betriebsstelle, die sich je nach Laufweg der Züge wie ein Bahnhof (im Verlauf der S-Bahn-Strecke) bzw. wie eine Abzweigstelle (im reinen Verlauf der Strecke 1120) verhält.

3.1 Methodik

Die analytische Untersuchung erfolgt anhand des Mittelwertverfahrens nach Wulf Schwanhäußer (vgl. DB-Richtlinie 405¹⁷). Dieses eignet sich für Abschätzungen der Leistungsfähigkeit von Strecken und Fahrstraßenknoten im Rahmen von mittel- und langfristigen Planungen. Es wird für die Durchführung kein konkreter Fahrplan, sondern lediglich ein Betriebsprogramm mit vorgegebenen Zugzahlen je Zeitintervall benötigt. Die unterschiedlichen auftretenden oder zu erwartenden Zugcharakteristiken werden zu homogenen Gruppen von Modellzügen (MZ) zusammengefasst, welche jeweils durch wenige Parameter beschrieben werden. So gehen die Modellzüge zunächst in eine fahrdynamische Betrachtung

¹⁷ DB InfraGO AG, Richtlinie 405 Fahrwegkapazität, 405.0105A05 Analytische Berechnung von Wartevorgängen im Betrieb, gültig ab 02.01.2019

ein, wofür wiederum ein Modell des betrachteten Infrastrukturelements erforderlich ist. Dieses Modell der Infrastruktur basiert auf einem Spurplan, den Standorten von Signalen und Halteplätzen sowie der Kenntnis der Längen aller Fahrwegabschnitte.

Um zu überprüfen, ob die aktuell vorgesehene Infrastruktur in Ahrensburg-Gartenholz tatsächlich einen Engpass darstellen würde, wird ihr im Verlauf der Untersuchung eine modifizierte Infrastrukturvariante mit betrieblich optimierter Einfädung in die Bestandsstrecke gegenübergestellt. Diese enthält anders als der aktuelle Planungsstand eine höhenfreie Kreuzung.

In die Berechnung geht außerdem eins von zwei Betriebsprogrammen ein, die jeweils den aktuellen Stand der Planungen und Verkehrsprognosen berücksichtigen. Es gibt Unterschiede hinsichtlich der konkret angenommenen verkehrlichen Entwicklungen in den verschiedenen Verkehrssegmenten.

Anhand der Ergebnisse der einzelnen Betrachtungen, ihres Vergleiches und ihrer kritischen Einordnung werden letztlich der aktuelle Planungsstand für den Ausbau der S4 entlang des betrachteten Streckenabschnitts bewertet und Handlungsempfehlungen formuliert.

3.2 Modellbildung

Die im Folgenden unterschiedenen und einzeln berechneten Varianten unterscheiden sich voneinander durch das jeweilige Betriebsprogramm und/oder die jeweils anzunehmende Infrastruktur als wesentliche Eingangsgrößen. Die Leistungsfähigkeit wird für folgende vier Varianten ermittelt und gegenübergestellt:

- V1: Die aktuell geplante Infrastruktur mit höhengleicher Kreuzung sowie das aktuell prognostizierte Basis-Betriebsprogramm,
- V2: Die aktuell geplante Infrastruktur mit höhengleicher Kreuzung sowie das perspektivisch erweiterte Betriebsprogramm,
- V3: Die optimierte Infrastruktur mit höhenfreier Kreuzung sowie das aktuell prognostizierte Basis-Betriebsprogramm,
- V4: Die optimierte Infrastruktur mit höhenfreier Kreuzung sowie das perspektivisch erweiterte Betriebsprogramm

Angenommene Infrastruktur-Varianten

Die eingangs beschriebene höhengleiche Ein- und Ausfädelungs-Variante entspricht dem aktuellen Planungsstand seitens DB InfraGO¹⁸ für die zugrunde zu legende Infrastruktur und ist in der Spurplanskizze in Abbildung 14 dargestellt. Darauf aufbauend wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung die in Abbildung 15 dargestellte höhenfreie Variante entwickelt, in der für die Fahrten

¹⁸ DB InfraGo AG, Neubau S-Bahnlinie S4 (Ost) Hamburg – Bad Oldesloe Planfeststellungsabschnitt 3, Lagepläne, 13.07.2022

aus dem S-Bahnhof in nordöstlicher Richtung ein Überwerfungsbauwerk anstelle der Weichenverbindung über das Gegengleis angenommen wird. Aufgrund der erforderlichen Entwicklungslängen für die Rampen des Überwerfungsbauwerks verschieben sich in der höhenfreien Variante die nordöstlich gelegenen Weichen und die Betriebsstelle wird insgesamt länger¹⁹. Daher wurde innerhalb der höhenfreien gegenüber der höhengleichen Variante ein zusätzliches Zwischensignal zwischen dem Ausfahrtsignal des S-Bahnhofs und der Einfädelung in die Strecke 1120 in Richtung Lübeck angeordnet. Dieses Zwischensignal würde es den S-Bahn-Zügen nach Lübeck erlauben, frühzeitig in Richtung der Einfädelung nachzurücken und verkürzt hier insgesamt die maßgebende Mindestzugfolgezeit. Die Grenze des für die Berechnung betrachteten Fahrstraßenknotens liegt für den entsprechenden Fahrweg in der höhengleichen Variante beim Ausfahrtsignal am Bahnsteig; in der höhenfreien Variante wird diese für die Berechnung maßgebende Grenze verschoben – die zugehörigen Fahrten, die in die Ermittlung der Mindestzugfolgezeit eingehen, beginnen rechnerisch am genannten Zwischensignal.

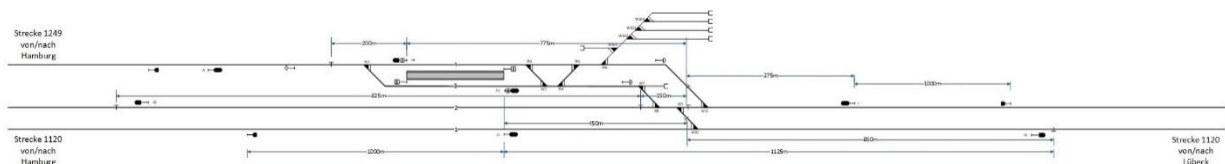


Abbildung 14: Spurplan zur höhengleichen Infrastruktur-Variante

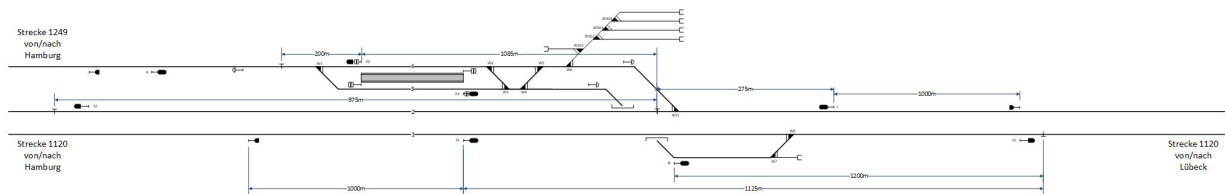


Abbildung 15: Spurplan zur höhenfreien Infrastruktur-Variante

Angenommene Betriebsprogramme

Im aktuellen Fahrplanjahr verkehren auf der Strecke 1120 zwischen Hamburg Hbf und Lübeck Hbf nahezu ausschließlich Züge des SPNV sowie des SGV. Im SPNV besteht das Angebot aus einem Halbstundentakt der Linien RE8/RE80 zwischen Hamburg und Lübeck sowie einem Halbstundentakt der Linie RB81 bis Bargtheide bzw. stündlich bis Bad Oldesloe. In der HVZ fahren Verstärkerzüge bis Ahrensburg. Für den Güterverkehr wird aktuell eine Trasse pro Stunde und Richtung angenommen.²⁰

¹⁹ Es erfolgte keine Überprüfung, ob die topografischen und raumordnerischen Gegebenheiten in Ahrensburg-Gartenholz eine entsprechende veränderte Trassierung zulassen würden.

²⁰ DB InfraGO (2021, 08. Juli): Projekt Kazu Novum: Erste Informationsveranstaltung und Verkehrsbedarfsabfrage für 2024-2025. https://www.dbinfrago.com/web/aktuelles/kund-inneninformationen/kund-inneninformationen/2021_KW27_Projekt-Kazu-Novum-11889346 (abgerufen am 08. Mai 2024)

Von den etwa 24 täglichen SGV-Trassen werden bis zu 15 aus dem Lübecker Hafen bedient.²¹ Die SPFV-Anbindung Lübecks ist seit der Umlegung der Verbindung Hamburg-Kopenhagen auf die Jütlandlinie zum Fahrplanwechsel 2019/2020²² auf wenige Einzelzüge reduziert²³.

Bis 2030 stehen rund um die Strecke 1120 diverse Infrastrukturmaßnahmen an, die zu einer Steigerung des Schienenverkehrs auf der Strecke 1120 führen werden. Seit 2021 erfolgt der Bau der „S4 (Ost)“ zwischen Hamburg und Bad Oldesloe.²⁴ Diese soll in Ahrensburg-Gartenholz in die Strecke 1120 einfädeln und im Abschnitt bis Bad Oldesloe im Mischverkehr fahren.²⁵ Im SPNV plant die NAH.SH den zweigleisigen, elektrifizierten Ausbau Neumünster - Bad Oldesloe.²⁶ Mit Fertigstellung der FFBQ im Jahr 2029 sind in der Region zudem die attraktive Wiederaufnahme des SPFV sowie ein Anstieg im SGV durch Verlagerungen von der Jütlandlinie und den deutschen Ostseehäfen auf die Vogelfluglinie zu erwarten. Zudem erwartet der Port of Lübeck einen Anstieg des intermodalen Verkehrs. Hierbei geht es insbesondere um Verkehre in Richtung Dänemark, Schweden und Norwegen. Aufgrund seiner doppelten HuB-Position (Schiene/Häfen) am Südausgang des neuen Korridors, bereitet sich der Port of Lübeck zudem auf einen deutlichen Anstieg seiner intermodalen Verkehre mit den Destinationen Finnland und Baltikum vor²⁷. Sämtliche Verkehre treffen auf der Strecke 1120 zwischen Lübeck und Hamburg aufeinander.

Daher wurde in dieser Studie die Verkehrsnachfrage für den Zeitraum nach (voraussichtlicher) Fertigstellung dieser Infrastrukturmaßnahmen betrachtet. Dazu zählen:

- Bau der S4 (Ost) bis Ahrensburg
- Eröffnung der FFBQ zwischen Fehmarn (DE) und Røedby (DK)
- Zweigleisiger, elektrifizierter Ausbau Neumünster – Bad Oldesloe

Um mittels analytischen Verfahrens die Leistungsfähigkeit des Knotens Ahrensburg-Gartenholz abschätzen zu können, berücksichtigt das Basis-Betriebsprogramm folgende Bausteine:

- Die Angebotsplanung für die S4 (Ost) sieht einen 10-Minuten-Takt zwischen Hamburg Hbf und Ahrensburg, einen 20-Minuten-Takt auf dem hier betrachteten Abschnitt bis Bargteheide und einen 60-Minuten-Takt bis Bad Oldesloe vor.

²¹ Auszug aus der Fahrplantabelle des Lübecker Hafens für das Jahr 2023

²² Fehmarnsches Tageblatt (2019, 11. Dezember): Sang- und klanglos <https://www.fehmarn24.de/fehmarn/sang-klanglos-13287282.html> (abgerufen am 08. Mai 2024)

²³ Deutsche Bahn (2023, 24. November): Kursbuch der Deutschen Bahn 2024

²⁴ Deutsche Bahn AG (2021, 10. Mai): Pressemitteilung: 250.000 Reisende profitieren: Baustart bei der S4 in Hamburg

²⁵ DB Engineering und Consulting GmbH (2023, 30. August): Erläuterungsbericht Neubau S-Bahnlinie S4 (Ost) Hamburg – Bad Oldesloe

²⁶ Schleswig-Holsteinischer Landtag (2021, 30. November): Landesweiter Nahverkehrsplan bis 2027

²⁷ In der Vergangenheit war auch Russland eine wichtige Destination. Hier bleibt langfristig die Entwicklung der geopolitischen Situation infolge des russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine abzuwarten.

- In diesem Zusammenhang fällt im Gegenzug die Linie RB81 weg. Der Halbstundentakt der Linien RE8/RE80 bleibt erhalten und wird ergänzt durch die Einführung eines stündlichen RE von Ahrensburg nach Kiel.²⁸
- Im SGV ergeben sich Verlagerungen von der Jütlandlinie aufgrund der Eröffnung der FFBQ. Dies führt zu einer Mehrbelastung von 48 Güterzügen pro Tag ab 2030.²⁹
- Der Port of Lübeck erwartet – trotz Eröffnung der FFBQ – Steigerungen im intermodalen Verkehr und damit der Seehafenverkehre und plant in Zukunft mit 40-50 Zügen pro Tag.

Je Stunde und Richtung werden deshalb im Basis-Betriebsprogramm drei Fahrten der S-Bahn, drei Fahrten des SPNV (mit RE-Zügen) sowie drei Fahrten des SGV angenommen.

Im erweiterten Betriebsprogramm werden je Stunde und Richtung darüber hinaus zwei SPFV-Züge berücksichtigt, da hier ein Halbstundentakt im SPFV nach Dänemark aufgrund der Eröffnung der FFBQ erwartet wird.

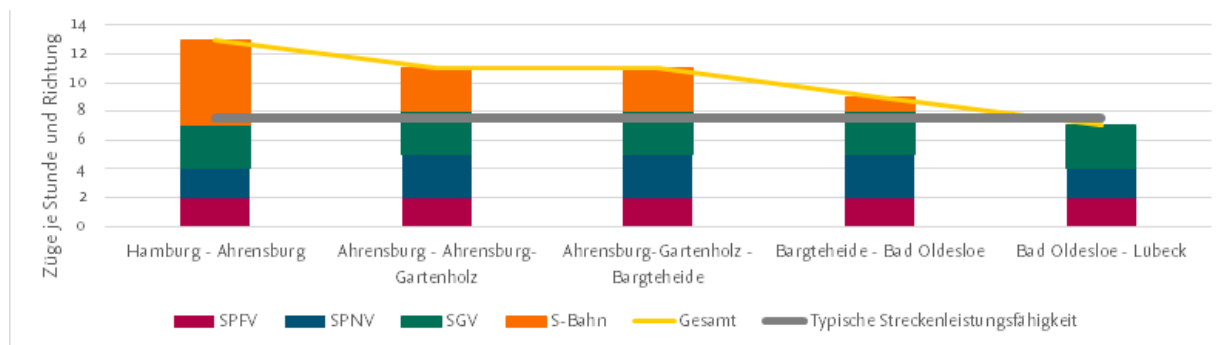


Abbildung 16: Strecke 1120 – erweitertes Betriebsprogramm, unterteilt nach Streckenabschnitten

Modellzüge und Randbedingungen

Bei der Bildung von Modellzügen wurden RE- und SPFV-Züge vereinfachend einem gemeinsamen Modellzug zugeordnet, da diese den Knoten Ahrensburg-Gartenholz in Beharrungsfahrt mit ähnlicher Geschwindigkeit und Zuglänge durchfahren. Die wesentlichen Eigenschaften (und zusätzlich die vom Betriebsprogramm abhängige Fahrten-Anzahl) der Modellzüge sind in der folgenden Tabelle 3 aufgeführt.

²⁸ Schleswig-Holsteinischer Landtag (2021, 30. November): Landesweiter Nahverkehrsplan bis 2027

²⁹ Projektinformationssystem zum Bundesverkehrswegeplan 2030: 2-011-V01 ABS/NBS Hamburg – Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FFBQ). <https://www.bvwp-projekte.de/schiene/2-011-V01/2-011-V01.html> (abgerufen am 08. Mai 2024)

Tabelle 3: Modellzüge und Betriebsprogramme für die analytische Untersuchung

Modellzüge		MZ1	MZ2	MZ3
Parameter	Einheit	(S-Bahn)	(SPFV / RE)	(SGV)
Höchstgeschwindigkeit	km/h	100	160	100
Beschleunigungsvermögen	m/s ²	1	0,8	0,4
Bremsvermögen	m/s ²	0,9	0,8	0,6
Länge	m	132	350	740
Haltezeit	s	60	0	0
Anzahl Fahrten je Stunde und Richtung...				
...im Basis-Betriebsprogramm	1/h	3	3	3
...im erweiterten Betriebsprogramm	1/h	3	5	3

Tabelle 4: Betriebliche und technische Randbedingungen für die analytische Untersuchung

Allgemeine Randbedingungen	Einheit	Wert
Weichenabzweiggeschwindigkeit	km/h	80
Fahrstraßenbildezeit	s	10
Sichtzeit / Reaktionszeit	s	10
Fahrstraßenauflösezeit	s	3
Zulässige Streckengeschwindigkeit	km/h	160
Betrachtungszeitraum	min	60

Die Werte der mittleren Einbruchsverspätung der verspäteten Züge sowie die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Verspätungen wurden entsprechend den üblichen Näherungswerten aus der Richtlinie 405 gewählt. Als weitere Randbedingungen, die in die Berechnung einfließen, wurden die in Tabelle 4 aufgeführten Werte festgelegt, die sich vorwiegend auf die infrastrukturellen und sicherungstechnischen Gegebenheiten in Ahrensburg-Gartenholz beziehen. Sie basieren auf den einschlägigen Richtlinien, öffentlichen Informationen und betrieblichen Erfahrungen.

3.3 Analytische Betrachtung

Die analytische Untersuchung wird für die unterschiedlichen Varianten parallel durchgeführt und abschließend zu einem Vergleich der Ergebnisse zusammengeführt. In Abhängigkeit von der jeweils betrachteten Infrastruktur werden zunächst diejenigen Zugfolgefälle bestimmt, die miteinander aufgrund gegenseitiger Ausschlüsse verkettet sind. Jede mögliche Kombination aus einem zuerst fahrenden Modellzug (auf einem bestimmten Fahrweg) mit einem als zweites fahrenden anderen oder gleichartigen Modellzug (auf einem anderen oder identischen) Fahrweg stellt einen Zugfolgefall dar. Aufgrund der voneinander entkoppelten Fahrwege innerhalb des Überwerfungsbauwerks ist die Verkettung in den Varianten mit höhenfreier Infrastruktur insgesamt geringer als bei höhengleicher Kreuzung.

Für alle verketteten Zugfolgefälle wird – wiederum v.a. infrastrukturabhängig – die Mindestzugfolgezeit bestimmt. Matrizen-basiert erfolgt anschließend die Belegungs- und Behinderungszeitrechnung, wobei auch das variantenspezifische Betriebsprogramm aufgrund der relativen Häufigkeiten der einzelnen möglichen Fahrten einfließt.

Ausgewählte Zwischenergebnisse der analytischen Untersuchung sind für die einzelnen Varianten in Tabelle 5 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 5: Zwischenergebnisse aus der analytischen Untersuchung

Zwischenergebnisse	Einheit	V1	V2	V3	V4
Verkettungszahl	-	0,61	0,60	0,50	0,50
Belegungsgrad	-	0,29	0,34	0,25	0,31
vorhandene mittlere Pufferzeit	min	3,85	3,01	4,97	3,77
Behinderungszeit	min	4,73	6,29	4,33	6,25
mittlere erforderliche Pufferzeit	min	3,78	3,74	3,27	3,19

Tabelle 6: Knotenleistungsfähigkeit Ahrensburg-Gartenholz im analytischen Variantenvergleich

Variante			Zugzahlen [1/h]				Knotenleistungs- fähigkeit [1/h]
Nr.	Infrastruktur	Betriebsprogramm	S-Bahn	SPFV/RE	SGV	Gesamt	
V1	höhengleich	Basis- Betriebsprogramm	6	6	6	18	18,2
V2	höhengleich	Erweitertes Betriebsprogramm	6	10	6	22	18,9
V3	höhenfrei	Basis- Betriebsprogramm	6	6	6	18	24,2
V4	höhenfrei	Erweitertes Betriebsprogramm	6	10	6	22	24,6

Ausgehend von den bisher erzielten Zwischenergebnissen wird schließlich die Knotenleistungsfähigkeit als Nennleistung in Fahrten pro Stunde ermittelt. Die Ergebnisse sind für die vier betrachteten Varianten in der Tabelle 6 aufgeführt, in der sich auch der direkte Vergleich mit den angesetzten Zugzahlen aus dem jeweils zugrundeliegenden Betriebsprogramm ablesen lässt. Die Angaben verstehen sich als Zugzahlen ohne Richtungsbezug, gelten also für beide Fahrtrichtungen.

Aus den Varianten V1 und V2 wird deutlich, dass die aktuell geplante Infrastruktur mit höhengleicher Kreuzung nach dieser rechnerischen Betrachtung keine ausreichende Leistungsfähigkeit bietet: Für das Basis-Betriebsprogramm erreicht der rechnerische Nennwert mit 18,2 gerade die geforderten 18 Fahrten; damit wäre diese Variante im Realbetrieb bereits störungsanfällig. Noch deutlicher ist das Ergebnis in V2 mit erweitertem Betriebsprogramm, wo rechnerisch nur 18,9 von 22 Fahrten abgewickelt werden können.

Die in V3 und V4 angenommene Infrastruktur mit höhenfreier Kreuzung ist in beiden Fällen mit einer analytisch bestimmten Leistungsfähigkeit von 24,2 bzw. 24,6 hinreichend für das jeweils angesetzte Betriebsprogramm mit 18 bzw. 22 Fahrten.

3.4 Ergebnisse und kritische Einordnung

Für die aktuell geplante Infrastruktur-Variante mit höhengleicher Einfädung konnte eine Knotenleistungsfähigkeit von etwa 18 Zügen pro Stunde, also 9 Zügen je Stunde und Richtung ermittelt werden. Wird mittels Überwerfungsbauwerk die Kreuzung aufgelöst, führt dies zu einer rechnerischen Leistungsfähigkeit von etwa 24 Zügen pro Stunde, also 12 Züge je Stunde und Richtung. Die ermittelte Kapazitätsnachfrage von 22 Zügen je Stunde im erweiterten Betriebsprogramm könnte rechnerisch nur mit einer höhenfreien Kreuzung bedient werden (vgl. Abbildung 17).

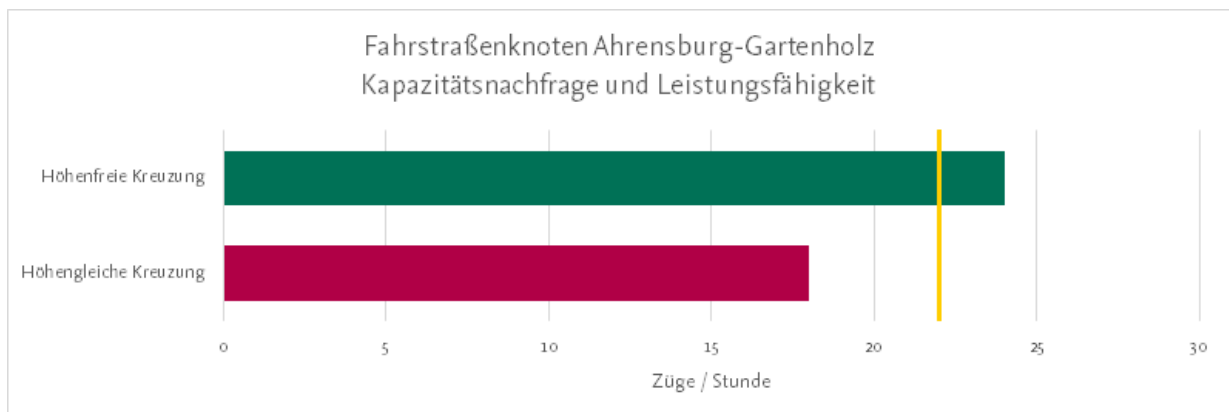


Abbildung 17: Kapazitätsnachfrage und Leistungsfähigkeit im Fahrstraßenknoten Ahrensburg-Gartenholz

Durch die höhenfreie Kreuzung steigt die Knotenleistungsfähigkeit in Ahrensburg-Gartenholz durchaus beachtlich. Zu bedenken ist aber:

1. Die ermittelte Knotenleistungsfähigkeit liegt nur geringfügig über der ermittelten Kapazitätsnachfrage – eine Angebotsausweitung wäre kaum umsetzbar.
2. Das analytische Verfahren ist mit Unsicherheiten behaftet und kann insbesondere zur Robustheit eines Fahrplans keine Aussagen treffen.
3. Je nach tatsächlicher verkehrlicher Entwicklung könnten sich die im erweiterten Betriebsprogramm angenommenen Zugzahlen – insbesondere im SGV – als konservativ erweisen. Eine noch höhere Nachfrage nach SGV-Trassen auf dem untersuchten Abschnitt erscheint durchaus denkbar, wäre aber (analog zu 1.) nur begrenzt bedienbar.

Die Streckenleistungsfähigkeit liegt – insbesondere bei Mischverkehrsstrecken – u. a. aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Zuggattungen in der Regel deutlich unter den hier ermittelten Werten der Knotenleistungsfähigkeit. Als Beispiel dient hier die Riedbahn, die nach ihrer Sanierung die ca. 300 am Tag verkehrenden Züge zuverlässig befördern kann.³⁰ Dies entspricht tagsüber einer Leistungsfähigkeit von ca. 14 Zügen je Stunde bzw. 7 Zügen je Stunde und Richtung. Auch die Forschung hält auf einer normalen zweigleisigen Bahnstrecke im Mischbetrieb mit Zügen unterschiedlicher

³⁰ DB InfraGO: Wir erneuern die Riedbahn. <https://www.riedbahn.de/home.html> (abgerufen am 08. Mai 2024)

Geschwindigkeitsprofile eine Zahl von ca. 7 bis 8 Zügen je Richtung und Stunde für realistisch.^{31,32} Darüberhinausgehende Belastungen können im Einzelfall aufgenommen werden, sind jedoch im Regelbetrieb unter der Maßgabe der Störungsresilienz durchaus kritisch zu sehen.

Die ermittelte und oben eingeordnete Knotenleistungsfähigkeit der Betriebsstelle Ahrensburg-Gartenholz ist letztlich aufgrund dieser Zusammenhänge voraussichtlich nicht der maßgebende Aspekt: Auch wenn sich bei einer höhengleichen Einfädelung (wie sie aktuell vorgesehen ist) ein punktueller Engpass rechnerisch nachweisen lässt, kann zugleich der gesamten Strecke eine wahrscheinlich unzureichende Leistungsfähigkeit attestiert werden. Die aktuellen Planungen zur S4 (Ost) hätten nach Fertigstellung einen bereits jetzt absehbaren weiteren Engpass zur Folge (vgl. Abbildung 16).

Die höhenfreie Ausbildung der hier untersuchten Betriebsstelle würde den punktuell auftretenden Flaschenhals voraussichtlich beheben und ist insofern zu empfehlen. Im Gesamtkontext und besonders für den Fall, dass die zukünftigen Zugzahlen noch höher ausfallen als hier angenommen, würde diese Maßnahme die Problematik aber nur verlagern (vgl. Abbildung 18). Ein streckenseitiger Ausbau auch über Ahrensburg-Gartenholz hinaus – beispielsweise durch eine weiterhin separat geführte zweigleisige S-Bahn-Trasse ist perspektivisch erforderlich.

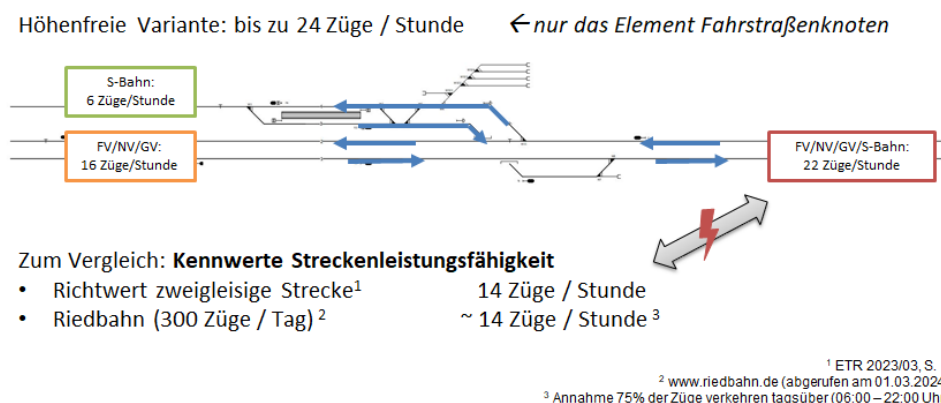


Abbildung 18: Leistungsfähigkeit Fahrstraßenknoten Ahrensburg-Gartenholz – Ergebnis

³¹ Siefer, Prof. Dr. Ing. Thomas (2023). Schneller mehr Kapazität auf der Schiene. ETR. 2023, 3, S. 3

³² Pirkopf, D. (2012). Kapazitätsanalyse von zweigleisigen Mischverkehrsstrecken - Parameteranalyse Geschwindigkeit. Graz: EBW TU Graz.

3.5 Widersprüche im Erläuterungsbericht zum PFA3

Ein Blick auf die Entwicklung des Projektes offenbart Widersprüche, die zu dem aktuellen, mangelhaften Ergebnis führen. Zu den Planungen der S4 (Ost) heißt es im Regionalplan für den Planungsraum I Schleswig-Holstein Süd (Fortschreibung 1998):

Auf der Achse nach Bad Oldesloe sind die Flächen für einen viergleisigen Ausbau der Strecke der Deutschen Bahn AG vorzusehen [...] Eine Verlängerung der S-Bahn über Ahrensburg hinaus mit einer verbesserten Bedienung von Bargteheide und Bad Oldesloe wird angestrebt.

Im Rahmen einer eisenbahnbetriebswissenschaftlichen Untersuchung im Jahr 2015 folgte die Prüfung des tatsächlich notwendigen Infrastrukturbedarfes. Die Basis für das Betriebsprogramm war die Verkehrsprognose 2025 – inkl. der Annahme eines Ausbaus der Strecke 1121/1150 von Lübeck über Büchen nach Lüneburg. Das Ergebnis dieser Untersuchung hat bis heute Bestand. So heißt es zum aktuellen Planungsstand der Infrastruktur im Erläuterungsbericht zum PFA3 unter 3.6.1 „Varianten Spurplan“:

Die Vorentwurfsplanung hatte noch den Bau eines separaten S-Bahngleises über Ahrensburg-Gartenholz hinaus bis nach Bargteheide zum Inhalt. Als Ergebnis weiterer eisenbahnbetriebswissenschaftlicher Untersuchungen zur Optimierung der Infrastruktur (siehe Anhang I zum Erläuterungsbericht) konnte auf das separate S-Bahngleis von Ahrensburg-Gartenholz nach Bargteheide verzichtet werden, ohne den geplanten S-Bahn-Takt zwischen Ahrensburg und Bargteheide einzuschränken.

Seitdem wurde mit dem Masterplan Schiene die Verkehrswende eingeleitet. Die aus dem Masterplan Schiene resultierenden steigenden Zugzahlen im Güterverkehr finden jedoch innerhalb des Erläuterungsberichtes zum PFA3 scheinbar keine Berücksichtigung. Im Gegenteil: die korrekterweise nun angewandte (vgl. Abschnitt 2.5) Verkehrsprognose 2030 verringert die Güterverkehre auf der Achse auf 91 Züge gegenüber 121 Zügen in der Verkehrsprognose 2025 (Abschnitt 2.5.6.3). Gründe dafür sind zum einen die berücksichtigten Auswirkungen der Finanzkrise und zum anderen die Annahme reduzierter Leerfahrten. Weiterhin wird der gesunkene Trassenbedarf begründet durch die Annahme des Einsatzes von 835m-Zügen, die im Rangierbahnhof Maschen weiter behandelt werden sollen (Abschnitt 2.5.6.3 und Abschnitt 3.3). Aber: nur etwa 1/3 aller Züge aus/über Lübeck haben Maschen als Ziel (Abschnitt 3.3).

Bereits heute erreichen oder verlassen pro Tag 30 Züge den Lübecker Hafen, davon 26 Züge mit Zielen jenseits von Maschen. Der Port of Lübeck erwartet trotz Eröffnung der FFBQ insbesondere im KV eine Steigerung und plant in Zukunft mit 40 – 50 Zügen pro Tag. Demzufolge würde bereits aus dem Lübecker Hafen die Hälfte der angenommenen SGV-Trassen benötigt. Von den verbliebenen Trassen würden nur 15% der Züge als Direktverbindungen in Richtung Mittel-, Süd- und Süd-Ost-Europa fahren. Alle anderen müssten aufgrund ihrer Länge zwangsläufig nach Maschen fahren.

Hinzu kommt, dass der Ausbau Lübeck – Büchen – Lüneburg, der einen Großteil der FBQ-Verkehre aufnehmen sollte, durch die Bundesregierung infrage gestellt und mindestens verschoben wurde - worauf ebenfalls innerhalb des Erläuterungsberichtes in Abschnitt 2.5.6.1 hingewiesen wird:

Der Verzicht auf die Umsetzung der „ABS Lübeck – Büchen – Lüneburg“ wird zur Folge haben, dass die zwischen Lübeck und Lüneburg geführten 34 Güterzüge auch über die Strecke Hamburg – Lübeck geführt werden, [..].

Es liegen also folgende Widersprüche vor:

- Die derzeitige Infrastrukturplanung ohne separat geführte S-Bahn zwischen Ahrensburg und Bad Oldesloe erfolgte auf Basis der Annahme eines Ausbaus zwischen Lübeck – Büchen – Lüneburg. Dieser wurde gestrichen. Die trotzdem abzuwickelnden Verkehre können derzeit ausschließlich zusätzlich über die Strecke 1120 laufen.
- Insgesamt wird aufgrund einer zu hinterfragenden Argumentation mit gesunkenen Zugzahlen im Güterverkehr geplant. Die Eingangsdaten der Prognosestammen aus der Zeit vor dem Masterplan Schiene. Der Port of Lübeck geht von deutlich steigenden Verkehren auf der Schiene aus.

Diese im Erläuterungsbericht zum PFA 3 der S4 (Ost) erwähnten Veränderungen der Verkehrsströme sowie die Mehrverkehre wurden bei der Infrastrukturbemessung bislang nicht berücksichtigt. Auf Basis der aktuellen Planungen wäre der Abschnitt Ahrensburg-Gartenholz – Bad Oldesloe unmittelbar in die Kategorie höchstbelasteter Streckenabschnitte einzuordnen (vgl. Abbildung 18).

Weiterhin scheint auch der Abschnitt Hamburg – Ahrensburg-Gartenholz bereits im Grenzbereich der Streckenleistungsfähigkeit zu liegen (8 Züge je Stunde und Richtung). Daraus ergibt sich zwingend, die umgebenden Bahnstrecken in die Betrachtung mit aufzunehmen.

3.6 Skizzierung möglicher Auswege

Ausweg – S4 parallel weitergeführt bis Bad Oldesloe

Es empfiehlt sich dringend, nicht nur die parallele Führung der S-Bahn bis Bad Oldesloe zu prüfen, sondern auch deren Zweigleisigkeit, um den zusätzlichen RE von Ahrensburg nach Kiel sowie denkbare Angebotsausweitungen im S-Bahn-Verkehr (vgl. neue S5 nach Buxtehude) aufnehmen zu können. Damit könnte auf der vorhandenen Strecke Kapazität für künftige europäische Verbindungen im Güter- und Personenfernverkehr geschaffen werden.

Ausweg – Ausbau Lübeck – Lüneburg

Im Sinne der Störungsresilienz und aufgrund der genannten Schwierigkeiten ist vorrangig der Ausbau der Strecken zwischen Lübeck, Büchen und Lüneburg erforderlich, um Züge mit Ziel Süd- und Südosteuropa am Knoten Hamburg vorbeiführen zu können. So kann dringend benötigter Platz auf der Strecke 1120 geschaffen werden, um mehr Züge über Hamburg nach Westeuropa zu führen. Herausfordernd wird die Kreuzungssituation in Büchen sowie die Elbquerung bei Lauenburg.

Ausweg – Ausbau Lübeck – Bad Kleinen

Bis 2027 ist die Elektrifizierung der Bahnstrecke Lübeck – Bad Kleinen und der Bau einer Verbindungskurve bei Bad Kleinen in der Relation Lübeck - Schwerin vorgesehen. Entsprechend kann im SGV diese Verbindung zusätzlich als Entlastungsstrecke für den Knoten Hamburg genutzt werden. Seehafenhinterlandverkehre von und nach Lübeck sowie Skandinavienverkehre über die Feste Fehmarnbeltquerung können dann auch über Schwerin in Richtung Stendal geführt werden. Problematisch ist hier die weiterhin bestehende eingleisige Streckenführung. Um die Skandinavienverkehre zuverlässig verteilen zu können, sollte unverzüglich der zweigleisige Ausbau geprüft werden.

3.7 Fazit zum AP 4

Ausgangspunkt der Studie war die Frage nach der Leistungsfähigkeit einer höhengleichen Kreuzung in Ahrensburg-Gartenholz. Eine analytische Betrachtung des Knotens verdeutlicht, dass die Leistungsfähigkeit der höhengleichen Variante nicht ausreichend sein wird. Eine höhenfreie Kreuzung läge theoretisch im Grenzbereich der Leistungsfähigkeit. Wird die Leistungsfähigkeit einer zweigleisigen Strecke berücksichtigt, so wird deutlich, dass die Diskussion über eine höhengleiche oder höhenfreie Einfädelung müßig ist: die Analyse der Kapazitätsnachfrage für die Bahnstrecke 1120, insbesondere im Abschnitt zwischen Hamburg und Bad Oldesloe, zeigt eine bevorstehende Überlastung aufgrund prognostizierter Zunahmen im Güter- und Personenverkehr. Aktuelle Planungen für den Ausbau berücksichtigen die erwartbaren Zugzahlen nicht ausreichend.

Um die erwartbaren Zugzahlen im Netz aufnehmen zu können, werden mögliche Auswege skizziert. Dabei sind die skizzierten Maßnahmen nicht als exklusive Projekte, sondern als sich ergänzende Puzzlestücke zu verstehen, die auf dem TEN-T Korridor „Skandinavien – Mittelmeer“ redundante Laufwege für einen insgesamt robusten europäischen Güterverkehr auf der Schiene ermöglichen.

Die absehbar zu geringe Streckenkapazität im Verlauf der Strecke 1120 und die zusätzlich vorgesehene Einfädelung der S-Bahn-Strecke in Ahrensburg-Gartenholz, die im Verlauf in Richtung Bad Oldesloe nicht parallel weitergeführt würde, führt zur Überlastung der Strecke und letztlich zu einer verschlechterten Betriebsqualität. Die Konsequenzen hieraus werden sich nicht auf den betroffenen Streckenabschnitt beschränken, sondern den gesamten Korridor und die angrenzenden Knoten in Lübeck und Hamburg deutlich beeinflussen. Entlang der Strecke auftretende Verspätungen können in die Knotenpunkte übertragen werden und dort zu weiteren Störungen führen. Derartige Verspätungsübertragungen wirken sowohl mit als auch entgegen der Fahrtrichtung eines ursprünglich verspäteten Zuges: Nachfolgende Züge erfahren aufgrund der Belegung der vorausliegenden Streckenabschnitte Störungen und in anschließenden Knotenpunkten führen Warte- und Umsteigebeziehungen zur Verspätungsübertragung. Es ist also zu erwarten, dass sich auf der Strecke auftretende Störungen auch in Hamburg und Lübeck in Form von Verspätungen und überlasteten Bahnhofsgleisen auswirken. Dies

gilt trotz der teilweise vorgesehenen Paralleltrassierung für das S4-(Ost)-Projekt – beziehungsweise gerade weil diese Paralleltrassierung nicht für den gesamten Streckenverlauf geplant ist.

Die aktuellen Planungen zur S-Bahn-Einfädung und die Nachfrageentwicklung werden außerdem zu einer verschärften Trassenkonkurrenz zwischen SGV, SPNV und SPFV führen. Dies ist verbunden mit der politischen Frage der Priorisierung: Mit Blick auf die Anbindung des Standorts Lübeck an den Hinterlandverkehr sowie die Anbindung der Standorte Hamburg und Lübeck an die FFBQ sollte auch vor diesem Hintergrund eine klare Priorisierung des SGV erfolgen. Dieser muss abgewogen werden bspw. gegen Pendler/innen- und Tourismusverkehre zwischen Hamburg und Lübeck und die attraktiven europäischen Reisemöglichkeiten im SPFV, sollte letztlich aber auch aufgrund der klima- und verkehrspolitischen Ziele sowie der notwendigen Resilienz der Wirtschaftsstandorte Vorrang genießen. Die Alternativen zum SGV wären ein Einbruch der Transportleistung und/oder eine zunehmende Verlagerung des Güterverkehrs auf die Straße.

Diese Priorisierungsnotwendigkeit ist Ausdruck der vorhandenen Nachfrage sowie gleichzeitig fehlender Schieneninfrastruktur und sollte nach einer Neubaumaßnahme nicht gestellt werden müssen.

4 Zusammenfassung

Im ersten Teil der Studie wurden die Auswirkungen von Streckensperrungen auf den Sanierungskorridoren für die Jahre 2025 – 2030 kartographisch dargestellt. Es kann festgestellt werden, dass während der jeweiligen Generalsanierungen zunächst insbesondere der SPNV ein deutlich reduziertes Angebot auf den Strecken fahren wird, da die Quelle-Ziel-Verbindungen nicht sinnvoll mit Umleitungsverkehren abgebildet werden können. Stattdessen wird ein hochwertiges SEV-Ersatzkonzept erwartet. Die in den einzelnen Szenarien erarbeiteten Lösungsvorschläge würden in vielen Fällen zusätzlich zulasten des SPNV, aber auch zulasten des SPFV gehen – zumindest, wenn wie gefordert eine konsequente Priorisierung des SGV bei der Organisation der Umleitungsverkehre erfolgt.

Im SGV resultieren alternative Transportwege in einem erhöhten Zeitaufwand für die neu zu planenden Fahrzeugumläufe auf Seiten der Eisenbahnverkehrsunternehmen. Aufgrund wahrscheinlich längerer Laufwege sind insgesamt höhere Trassenentgelte zu erwarten. Zudem besteht ein erhöhtes Risiko, dass die Umlaufpläne nicht eingehalten werden können. Weiterhin können bei abweichenden Ankunfts- und Abfahrtszeiten Anpassungen der Arbeitsabläufe in Häfen und angeschlossenen Betrieben notwendig sein. Insbesondere für den Hafen Lübeck besteht nach aktuellem Planungsstand das Risiko, aufgrund der Generalsanierung in Szenario 2 – Strecke 1120: Hamburg - Lübeck nahezu vollständig vom Bahnnetz entkoppelt zu werden. Auch die betrieblichen Einschränkungen und die verringerte Verlässlichkeit des Bahnbetriebs während der insgesamt mindestens fünfjährigen Sanierungsphase stellt den SGV und die davon abhängigen Standorte v.a. in Hamburg und Lübeck absehbar vor schwerwiegende Probleme. Dies ist als existenzielle Bedrohung für die ansässigen Häfen und deren Hinterlandanbindung zu verstehen.

Eine Priorisierung des SGV bei der Vergabe der verbleibenden Trassen ist vor diesem Hintergrund zu empfehlen. Außerdem sollten alle Planungen zu den Baumaßnahmen und zum Vorgehen bei den Umleitungsverkehren frühzeitig und offen kommuniziert werden.

Im zweiten Teil der Studie wurde über einen Vergleich der analytisch ermittelten Knotenleistungsfähigkeit mit Kennwerten für die Leistungsfähigkeit einer zweigleisigen Strecke gezeigt, dass weder eine höhengleiche noch eine höhenfreie Einfädelung der S4 in Ahrensburg-Gartenholz den entstehenden kapazitiven Engpass aufgrund der Leistungsfähigkeit der Strecke 1120 auflösen könnte. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass aktuelle Planungen für den Ausbau der Strecke 1120 die erwartbaren Zugzahlen nicht berücksichtigen und somit die Infrastruktur systematisch unterdimensionieren.

Als Handlungsempfehlungen der vorangegangenen Untersuchungen lassen sich insbesondere folgende Einzelmaßnahmen anführen:

- Die schnelle Fertigstellung des Ausbaus der Strecke 1122 zwischen Lübeck und Bad Kleinen einschließlich der neuen Verbindungskurve nach Schwerin, der Elektrifizierung und einer durchgehenden Zweigleisigkeit

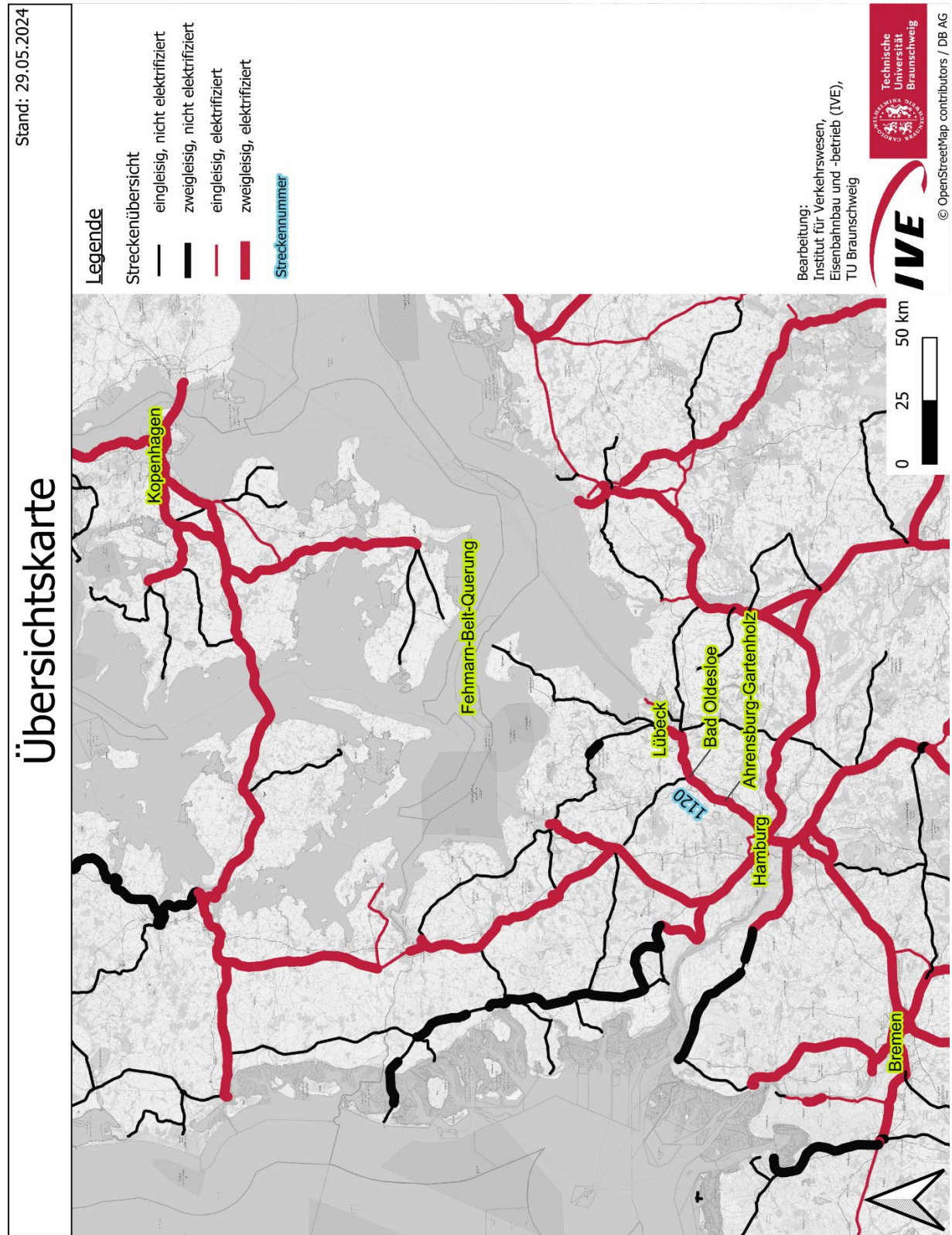
- Die Verschiebung der Generalsanierung der Strecke 1120 bis zur vollständigen Fertigstellung der o.g. Ausbaustrecke oder alternativ die Durchführung der Generalsanierung ohne Vollsperrung (analog zur Generalsanierung des Korridors Bremen – Bremerhaven)
- Den durchgehenden zweigleisigen Neubau der Trasse für die S4 Ost von Hamburg bis Bad Oldesloe, um eine Überlastung der Strecke 1120 zu vermeiden
- Die erneute Prüfung eines Ausbaus der Strecke 1121 zwischen Lübeck und Büchen als resiliente Anbindung des Standorts Lübeck sowie der FFBQ

Die Umsetzung dieser Maßnahmen erfordert eine ganzheitliche und – vor dem Hintergrund der Klimakrise – rasche Planung und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren im Bahnsektor.

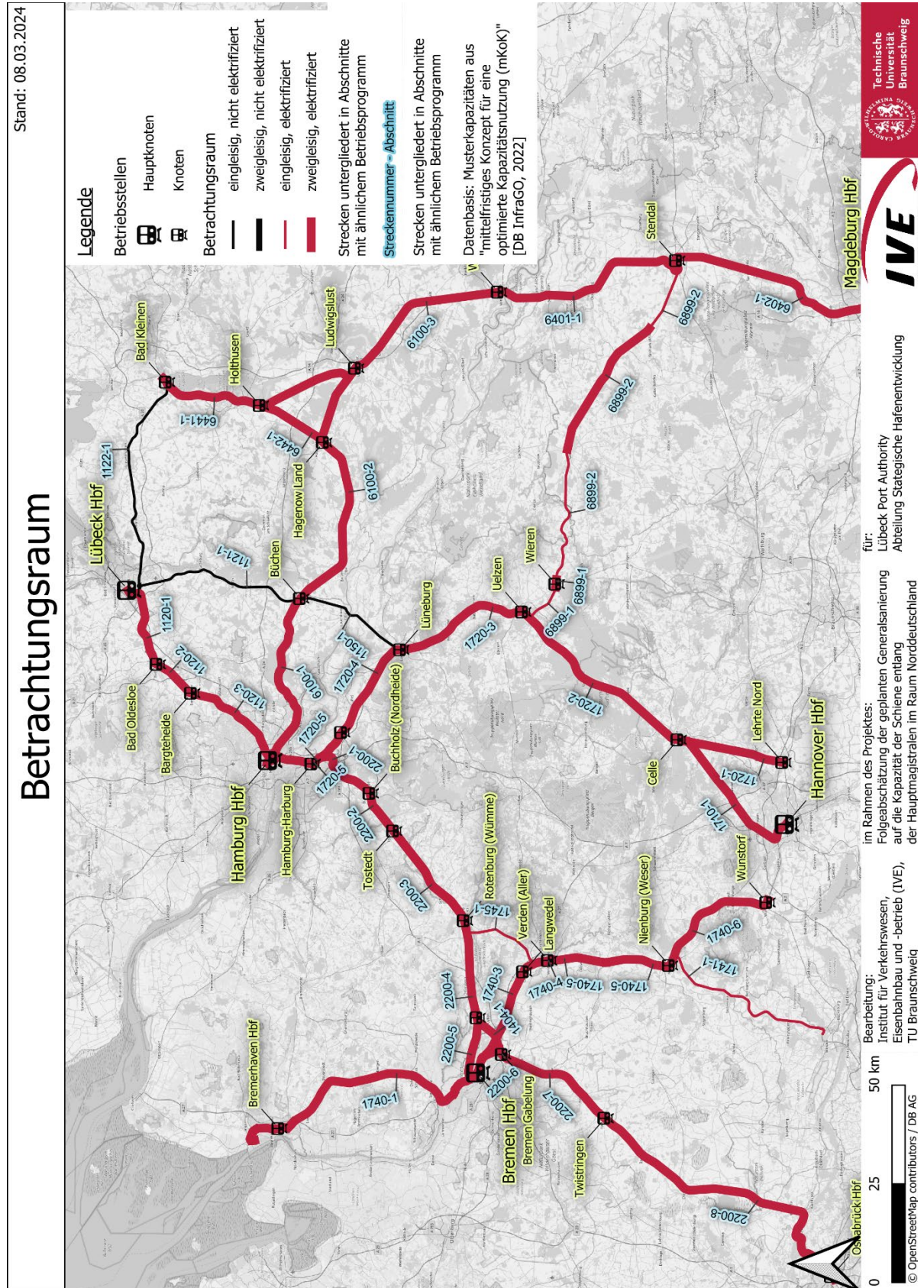
Anhang

Anlagenverzeichnis

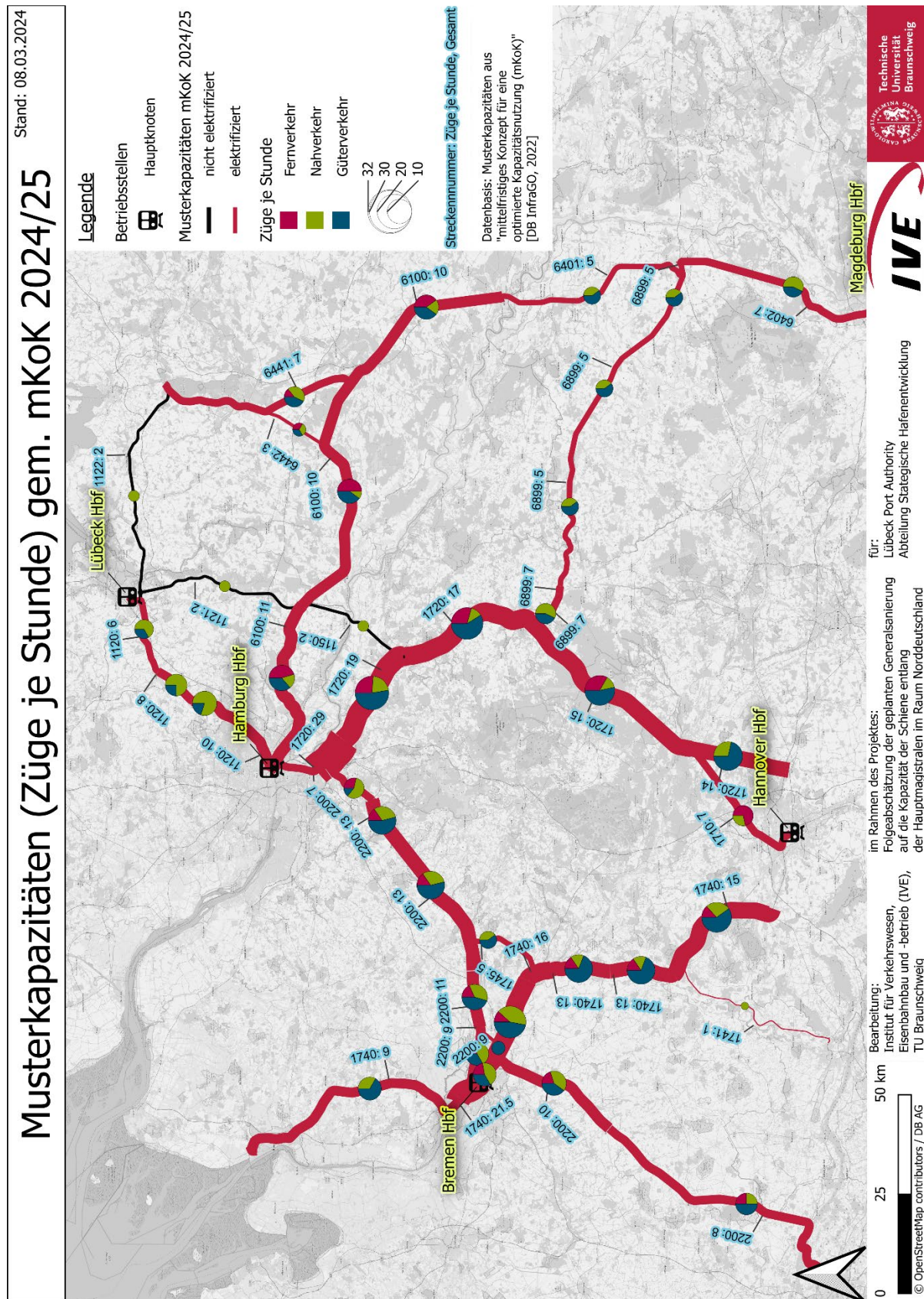
Anhang 1: Fehmarnbeltquerung als Bindeglied zwischen Norddeutschland und Skandinavien.....	50
Anhang 2: Kartographische Darstellung der ausgewählten Korridore innerhalb des Betrachtungsraums	51
Anhang 3: Kartographische Darstellung der Musterkapazitäten (Züge/Stunde) gem. mKoK 2024/25..	52
Anhang 4: Kartographische Darstellung der geplanten Generalsanierungen im Betrachtungsraum, eingefärbt nach Umsetzungszeitpunkt	53
Anhang 5: Kartographische Darstellung Szenario 1 - Generalsanierung der Strecke 6100 (ab 2. Halbjahr 2025).....	54
Anhang 6: Kartographische Darstellung Szenario 2 - Generalsanierung der Strecke 1120 (2. Halbjahr 2027).....	55
Anhang 7: Kartographische Darstellung Szenario 2 - Generalsanierung der Strecke 1120 inkl. Konflikt Strecke 1122.....	56
Anhang 8: Kartographische Darstellung Szenario 3 - Generalsanierung der Strecke 1740 (2. Halbjahr 2027).....	57
Anhang 9: Kartographische Darstellung Szenario 4 - Generalsanierung der Strecke 2200 (1. Halbjahr 2028).....	58
Anhang 10: Kartographische Darstellung Szenario 5 - Generalsanierung der Strecke 6899 (2. Halbjahr 2028).....	59
Anhang 11: Kartographische Darstellung Szenario 6 - Generalsanierung der Strecke 1720 (1. Halbjahr 2029).....	60
Anhang 12: Kartographische Darstellung Szenario 7 - Generalsanierung der Strecke 1740 (2. Halbjahr 2029).....	61
Anhang 13: Kartographische Darstellung Szenario 8 - Generalsanierung der Strecke 2200 (1. Halbjahr 2030).....	62



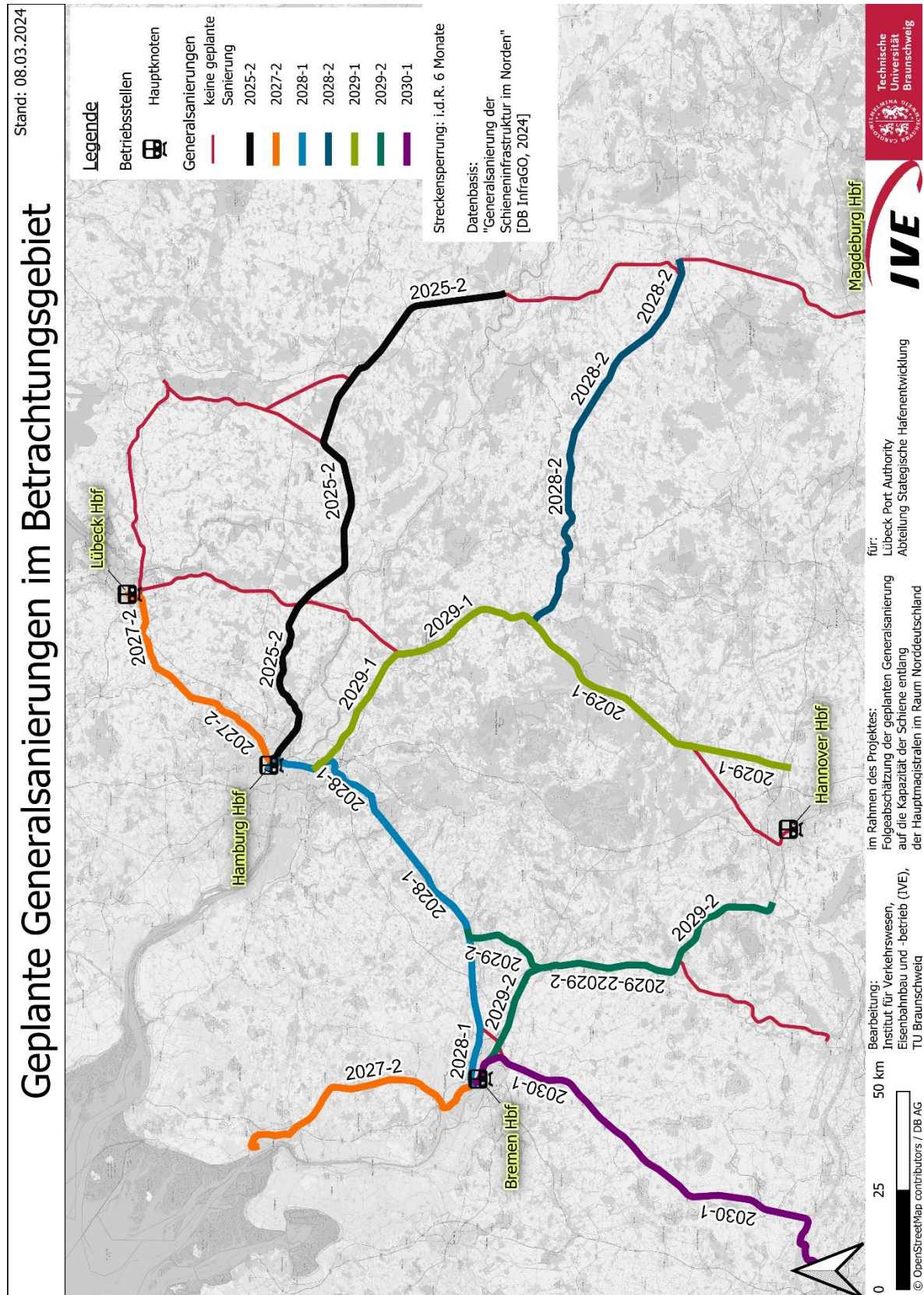
Anhang 1: Fehmarnbeltquerung als Bindeglied zwischen Norddeutschland und Skandinavien



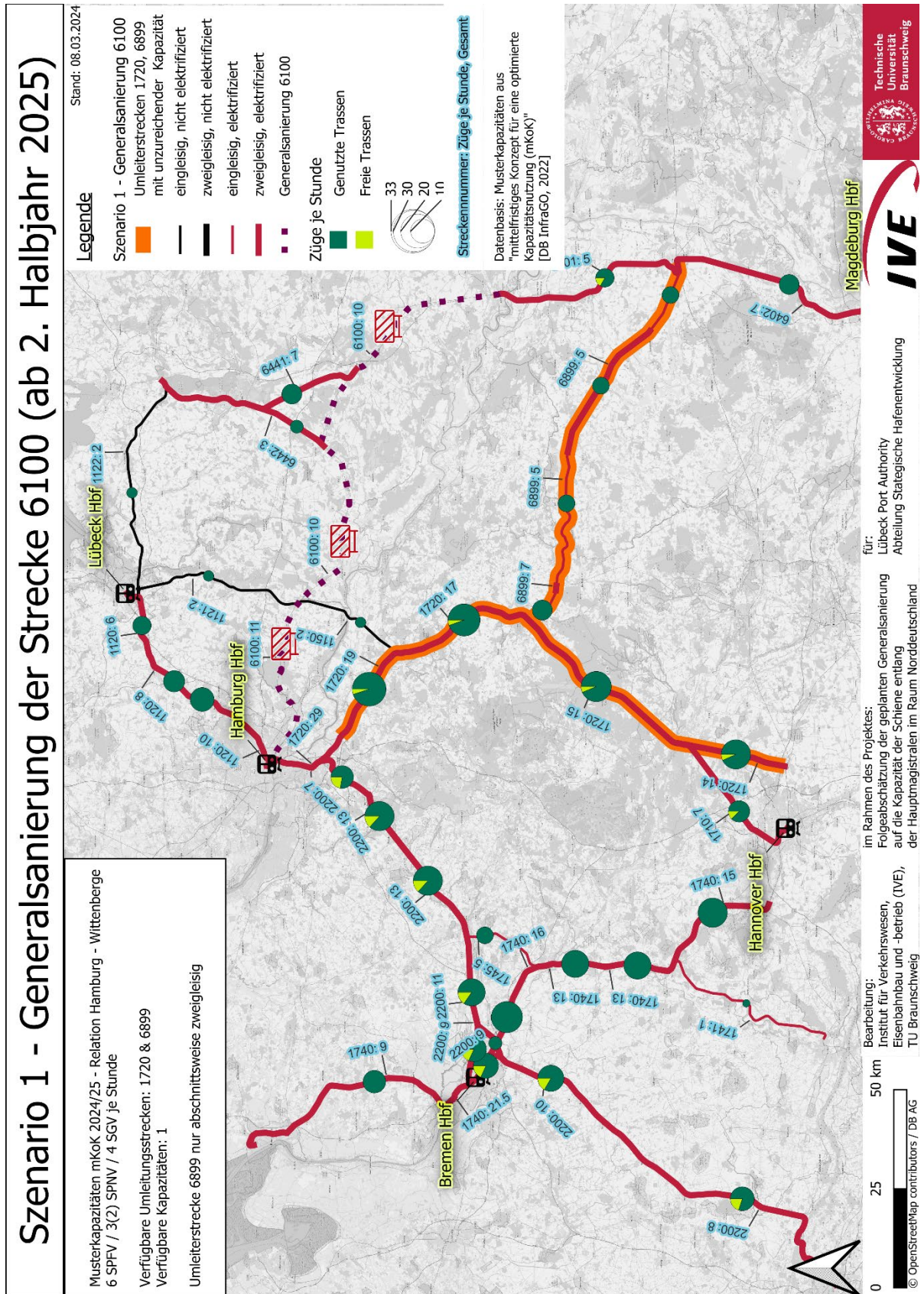
Anhang 2: Kartographische Darstellung der ausgewählten Korridore innerhalb des Betrachtungsraums



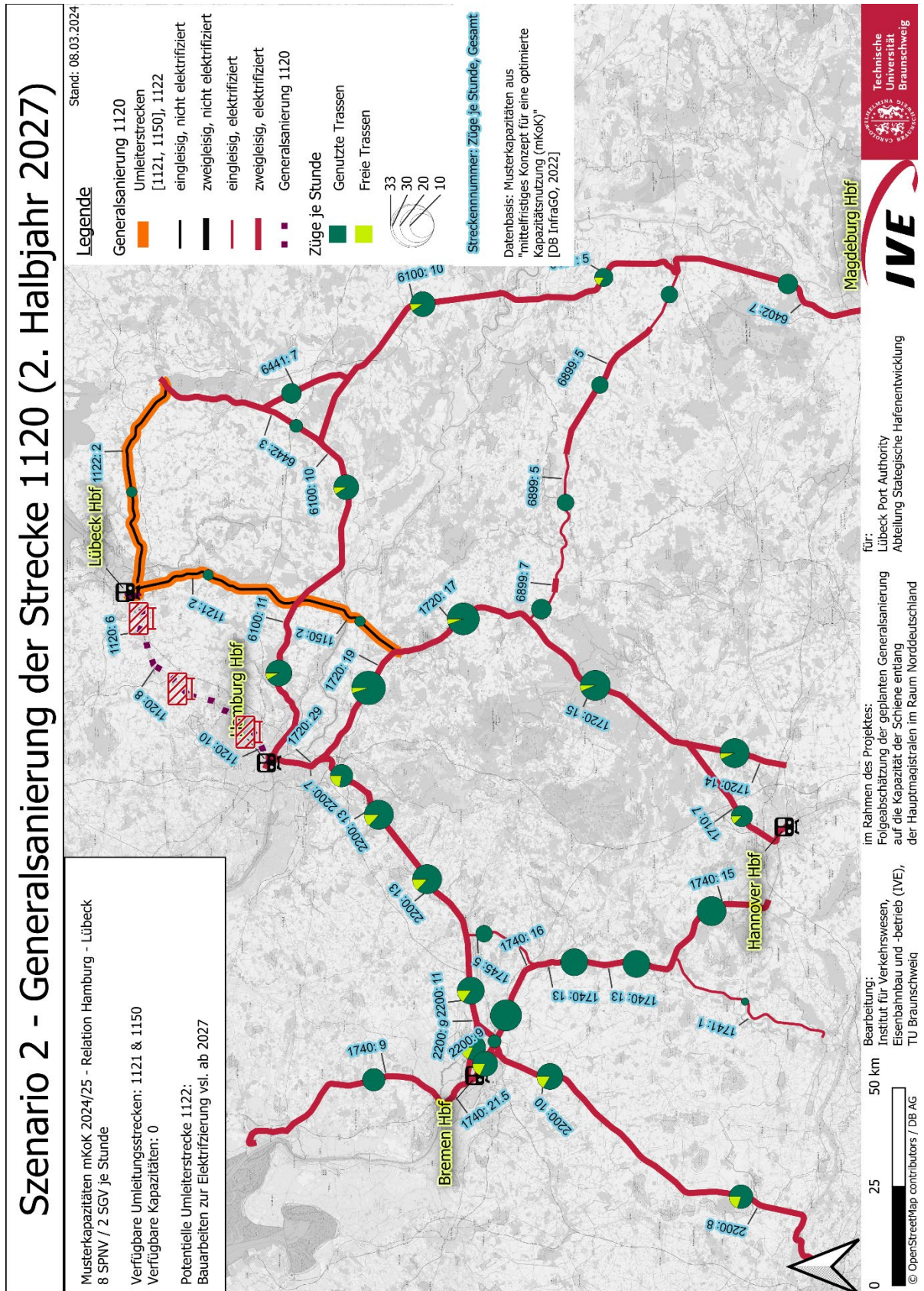
Anhang 3: Kartographische Darstellung der Musterkapazitäten (Züge/Stunde) gem. mKok 2024/25



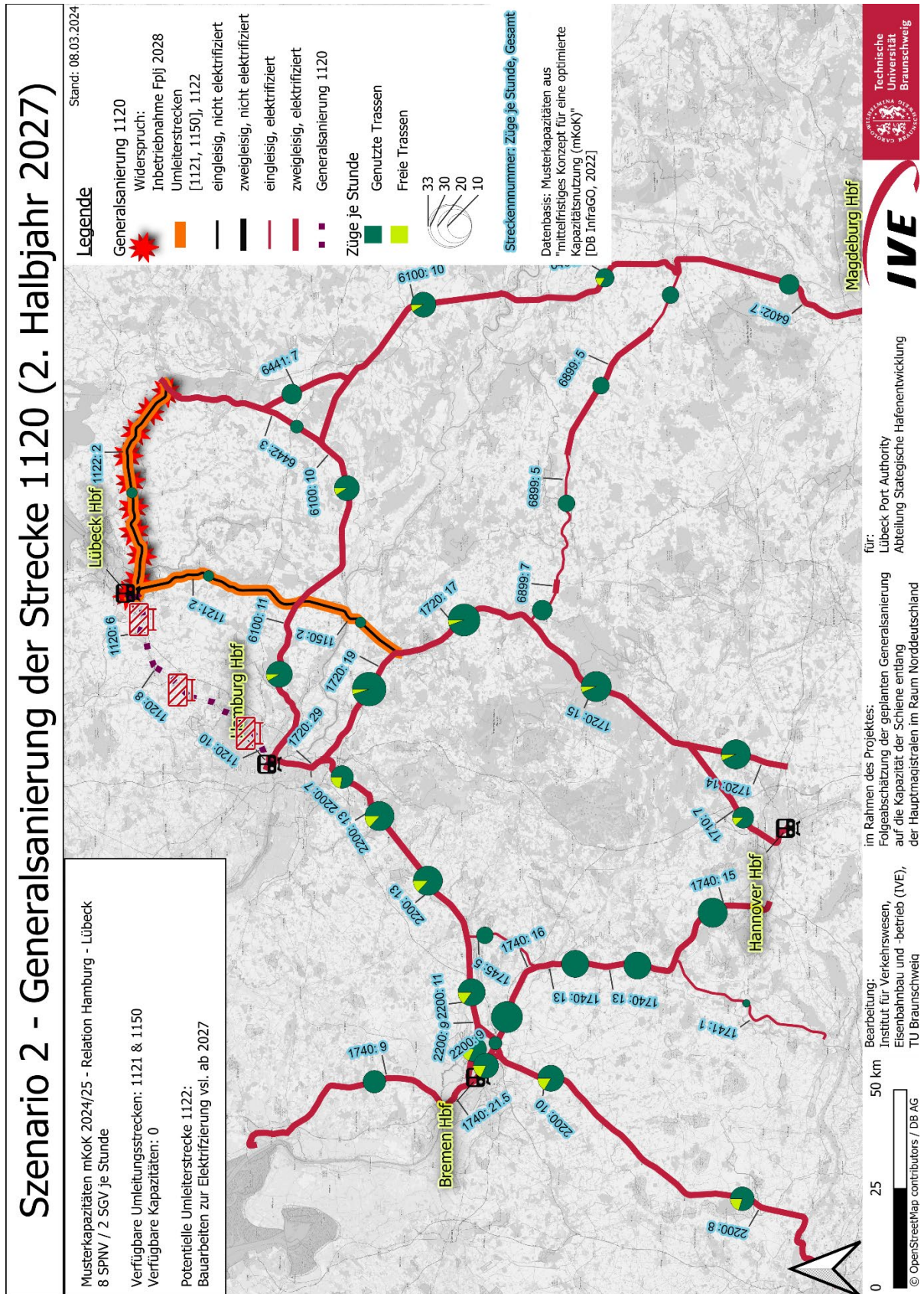
Anhang 4: Kartographische Darstellung der geplanten Generalsanierungen im Betrachtungsraum, eingefärbt nach Umsetzungszeitpunkt



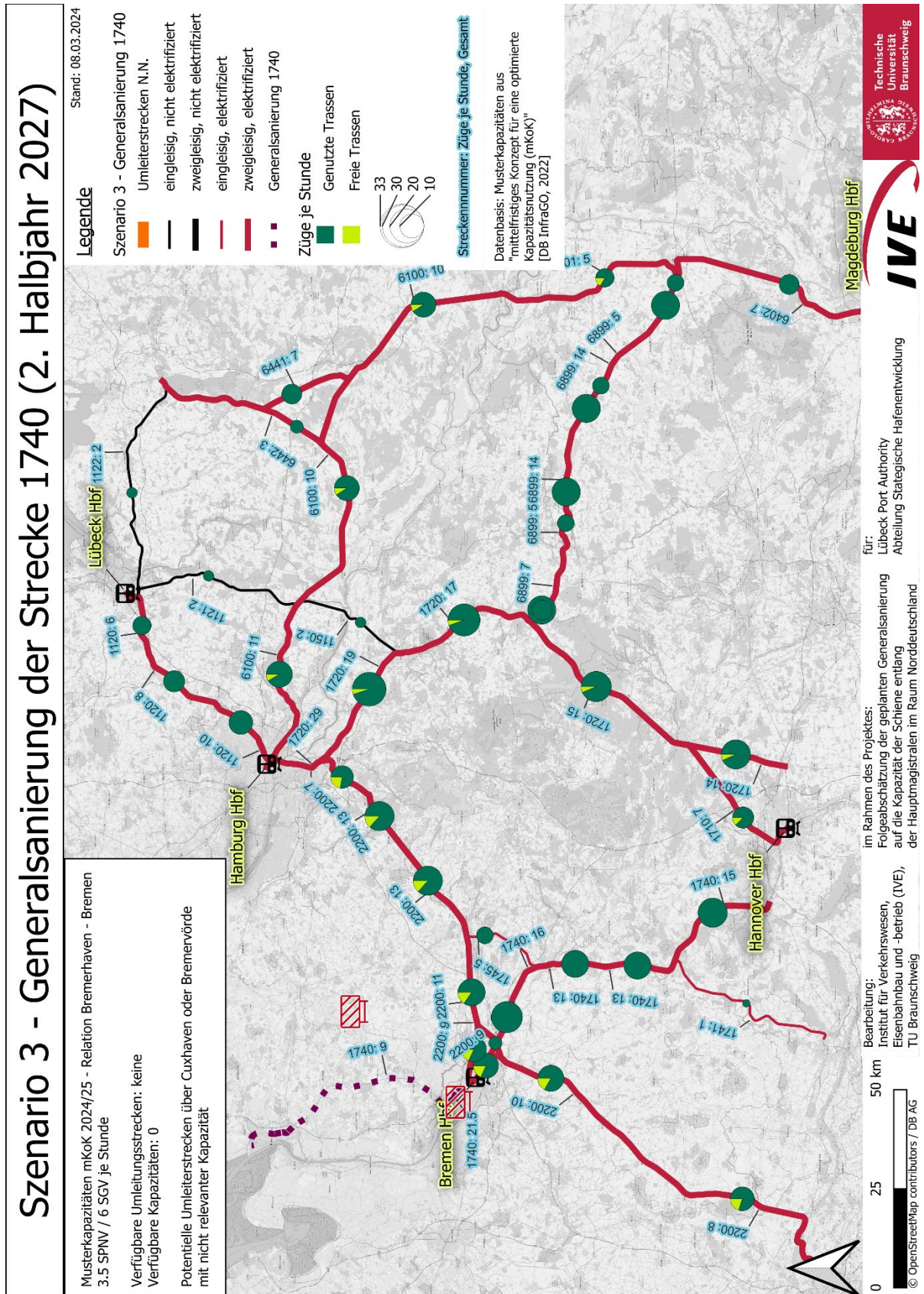
Anhang 5: Kartographische Darstellung Szenario 1 - Generalsanierung der Strecke 6100 (ab 2. Halbjahr 2025)



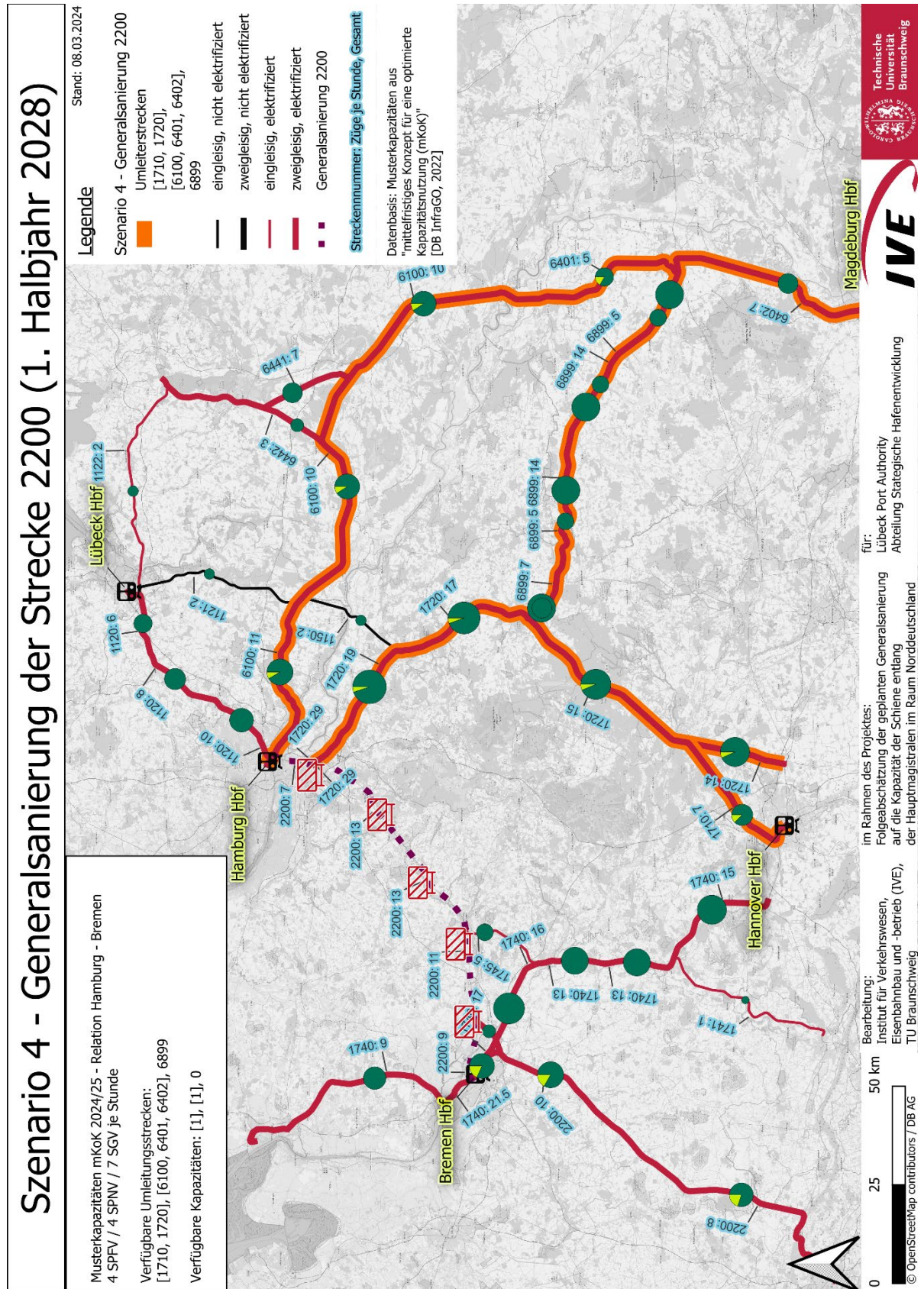
Anhang 6: Kartographische Darstellung Szenario 2 - Generalsanierung der Strecke 1120 (2. Halbjahr 2027)



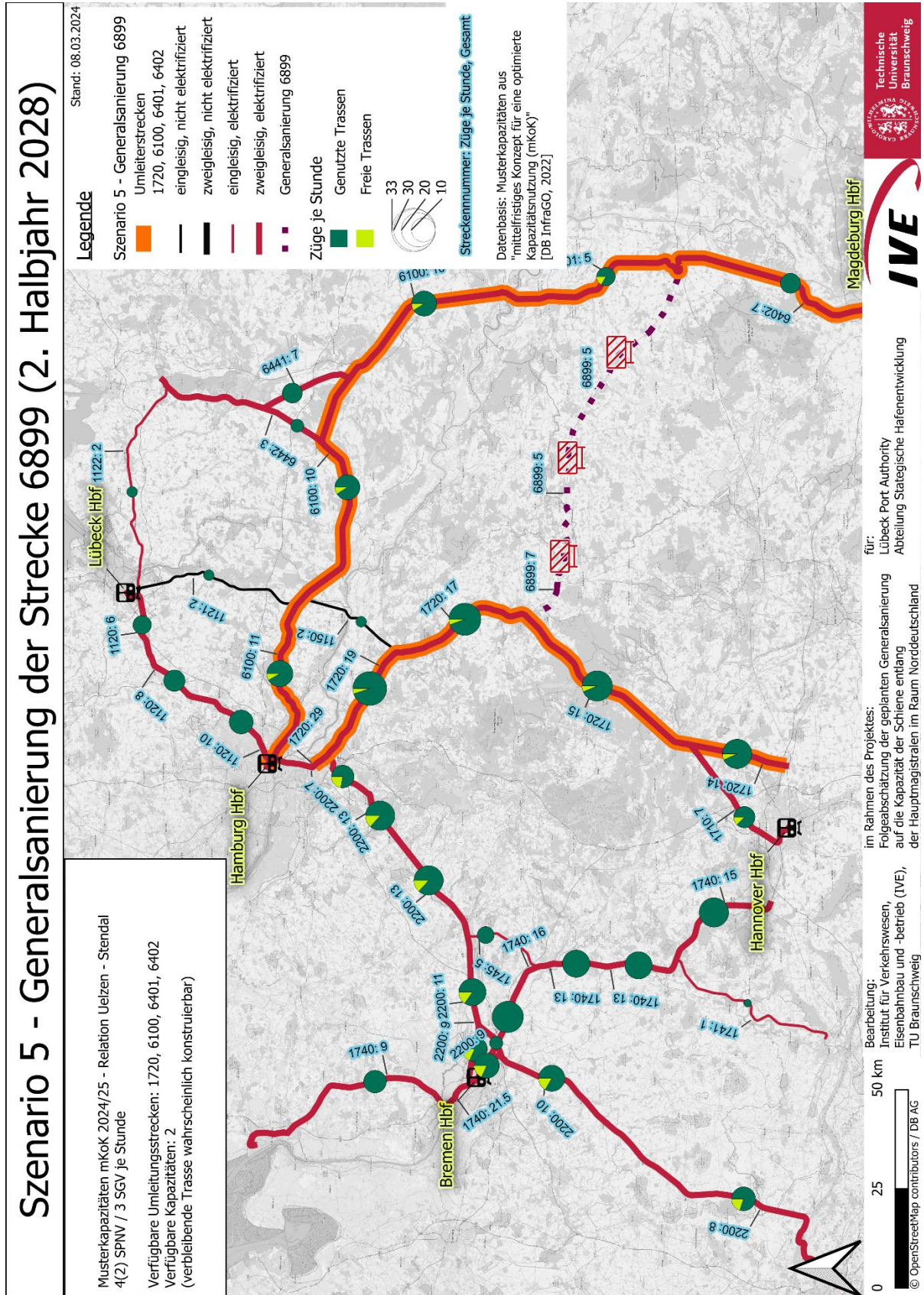
Anhang 7: Kartographische Darstellung Szenario 2 - Generalsanierung der Strecke 1120 inkl. Konflikt Strecke 1122



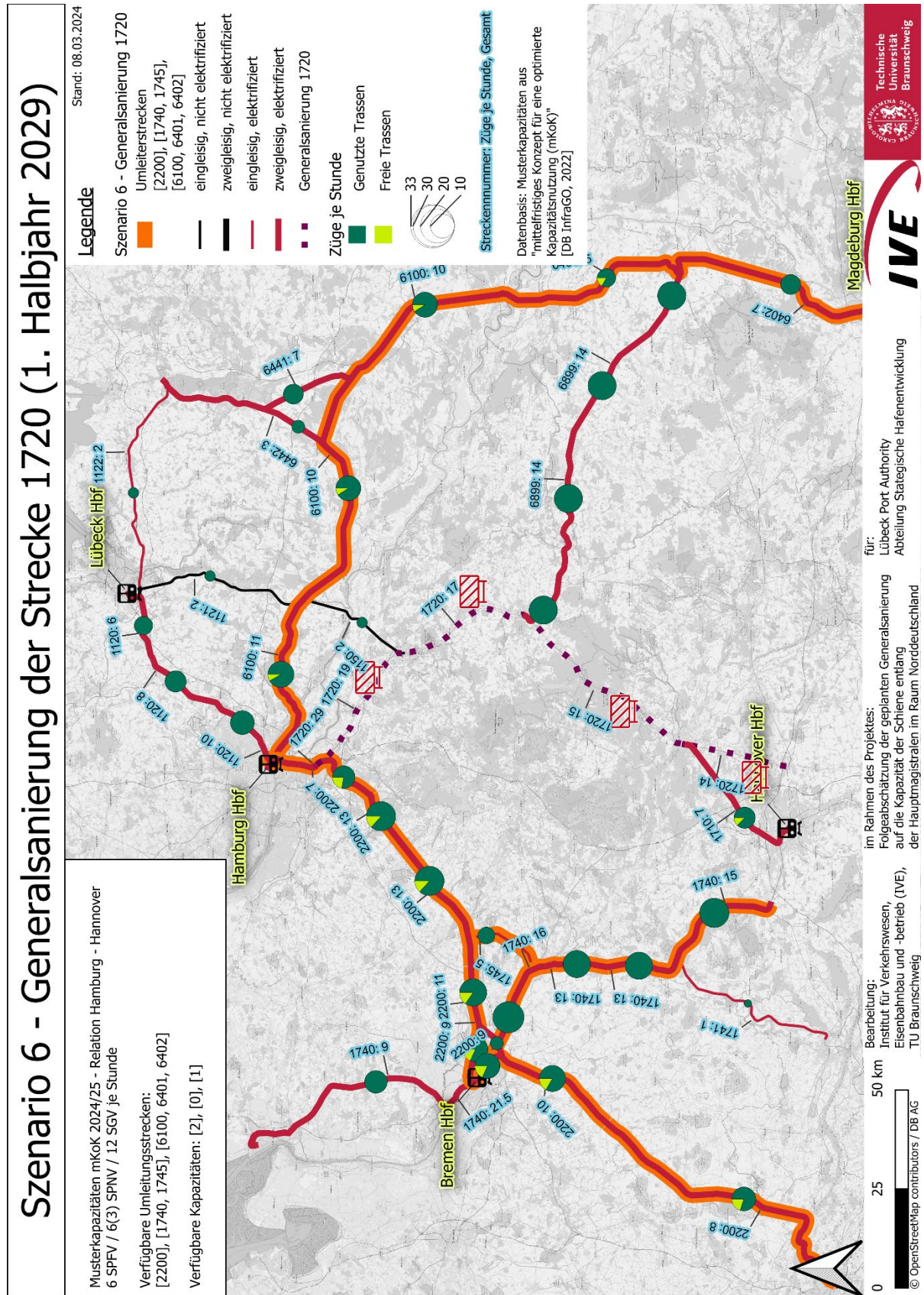
Anhang 8: Kartographische Darstellung Szenario 3 - Generalsanierung der Strecke 1740 (2. Halbjahr 2027)



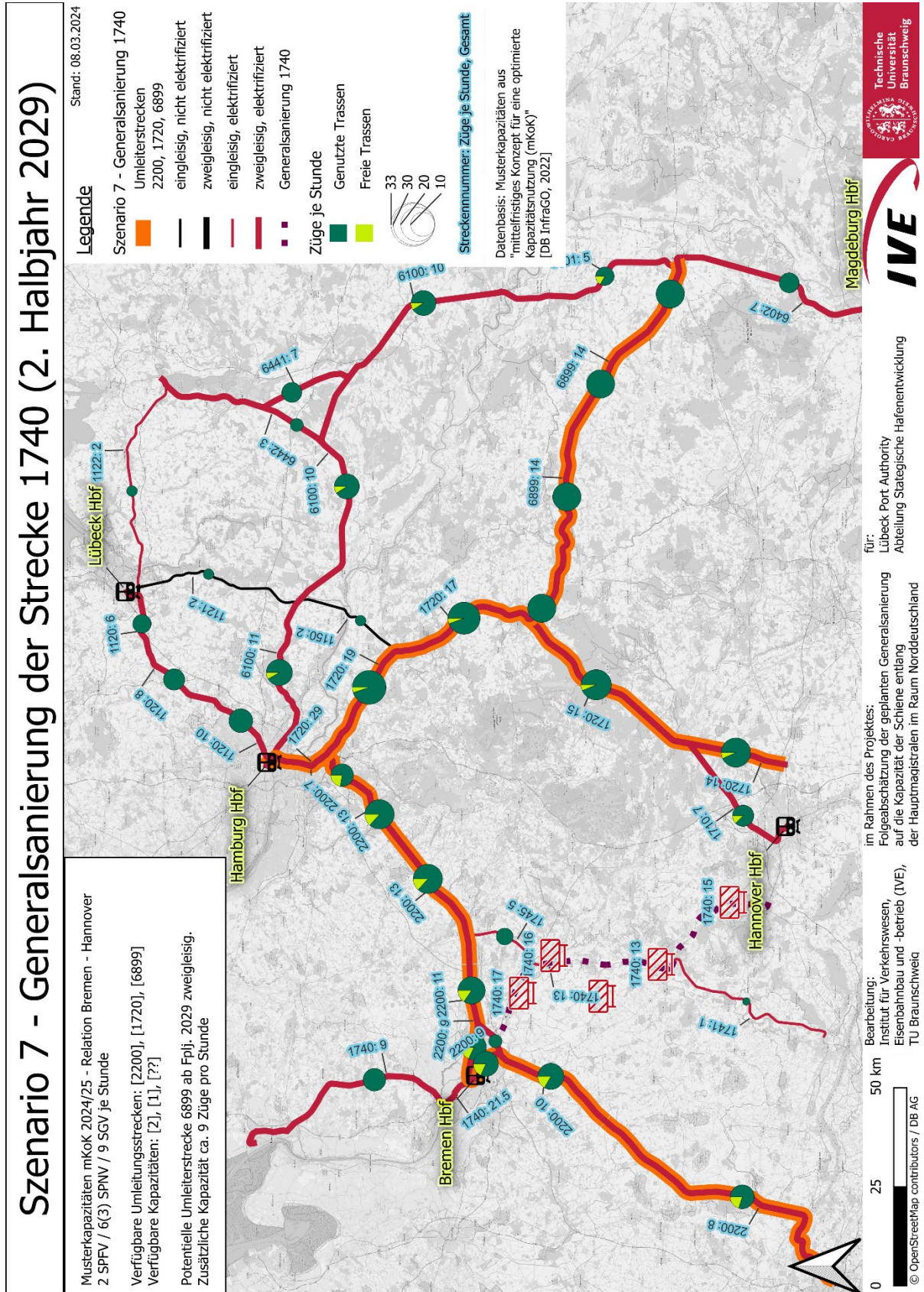
Anhang 9: Kartographische Darstellung Szenario 4 - Generalsanierung der Strecke 2200 (1. Halbjahr 2028)



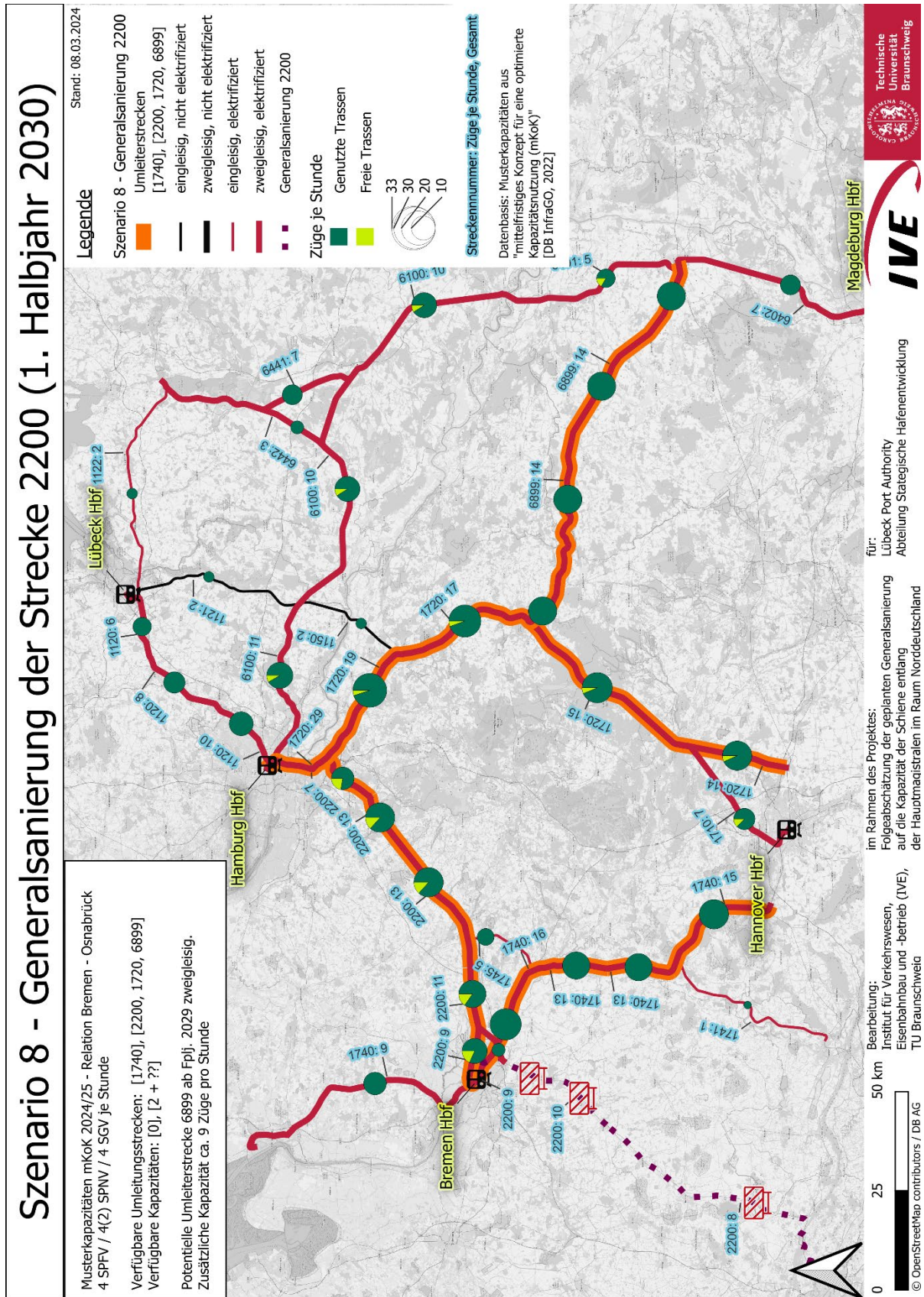
Anhang 10: Kartographische Darstellung Szenario 5 - Generalsanierung der Strecke 6899 (2. Halbjahr 2028)



Anhang 11: Kartographische Darstellung Szenario 6 - Generalsanierung der Strecke 1720 (1. Halbjahr 2029)



Anhang 12: Kartographische Darstellung Szenario 7 - Generalsanierung der Strecke 1740 (2. Halbjahr 2029)



Anhang 13: Kartographische Darstellung Szenario 8 - Generalsanierung der Strecke 2200 (1. Halbjahr 2030)