

Ahrensburg-Gartenholz: Flaschenhals zur Festen Fehmarnbeltquerung

Ein Gesamtbild der zukünftigen Verkehrslage (2030+) im Skandinavien-Mittelmeer-Korridor auf der Strecke 1120 zwischen Lübeck und Hamburg

BASTIAN EHRENHOLZ | JONAS HERRMANN | THORBEN RANG | MICHAEL STUWE | ELISA FREY

Nach Fertigstellung der Festen Fehmarnbeltquerung (FFBQ) treffen in naher Zukunft auf der Strecke 1120 zwischen Hamburg und Lübeck insbesondere im Abschnitt Ahrensburg-Gartenholz–Bad Oldesloe steigender Schienengüterverkehr (SGV), wiederaufgenommener Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) und verstärkter Schienenpersonennahverkehr (SPNV) in Form von RE-Linien (RE, Regionalexpress) und der neu errichteten S4 (Ost) aufeinander. Der Beitrag zeichnet ein Gesamtbild der zukünftigen Kapazitätsnachfrage und stellt dieser beispielhaft die Kapazität des Knotens Ahrensburg-Gartenholz sowie Kennwerte zur Leistungsfähigkeit zweigleisiger Strecken gegenüber. Kann die Nachfrage bedient werden? Und was wären denkbare Lösungsszenarien für entstehende Engpässe?

Aktuelles Betriebsprogramm

Die Strecke 1120 liegt größtenteils in Schleswig-Holstein und verbindet die Hansestädte Lübeck und Hamburg. Im Fahrplanjahr 2023/24 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 Hauptverkehrszeit (HVZ) fahren Verstärkerzüge bis Ahrensburg. Für den Güterverkehr wird mit einer Trasse pro Stunde und Richtung geplant [1]. Von den etwa 24 täglichen SGV-Trassen werden bis zu 15 aus dem Lübecker Hafen (Port of Lübeck) bedient [2]. Die SPFV-Anbindung Lübecks ist seit der Umlegung der Verbindung Hamburg–Kopenhagen auf die Jütlandlinie zum Fahrplanwechsel 2019/2020 [3] auf wenige Einzelzüge reduziert [4]. In Summe ergibt sich das in Abb. 2 dargestellte Betriebsprogramm mit in der Spitze sechs Zügen je Stunde und Richtung. In Spitzenzeiten können weitere vereinzelte Züge möglich sein.

Verkehrsnachfrage 2030+

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 [5]. Diese soll in Ahrensburg-Gartenholz nach aktuellem Planungsstand höhengleich in die Strecke 1120 einfädeln und im Abschnitt bis Bad Oldesloe im Mischverkehr fahren [6]. Im SPNV plant die NAH.SH (Aufgabenträger in Schleswig-Holstein) den zweigleisigen elektrifizierten Ausbau Neumünster–Bad Oldesloe [7]. 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 zudem der Port of Lübeck auf einen deutlichen Anstieg seiner intermodalen Verkehre mit den Destinationen Finnland, Russland und Baltikum vor. 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 Ausbau Neumünster–Bad Oldesloe.

Um mittels analytischen Verfahrens die Leistungsfähigkeit des Knotens Ahrensburg-Gartenholz abschätzen zu können, wird ein Betriebsprogramm bzw. eine erwartete zukünftige Kapazitätsnachfrage benötigt. Diese setzt sich im Rahmen dieser Studie zusammen aus den folgenden Bausteinen:

- den Planungen zur S4 (Ost): Die Angebotsplanung für die S4 (Ost) sieht einen 10-Minuten-Takt zwischen Hamburg Hbf und Ahrensburg, einen 20-Minuten-Takt bis Bargtheide und einen 60-Minuten-Takt bis Bad Oldesloe vor.

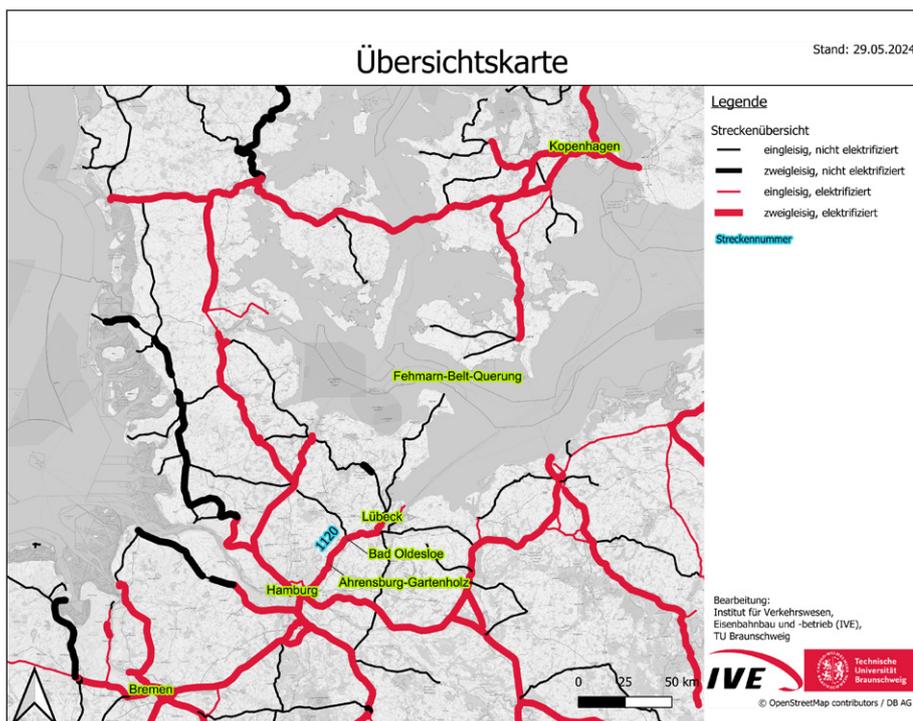


Abb. 1: Übersichtskarte

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von OSM-Daten

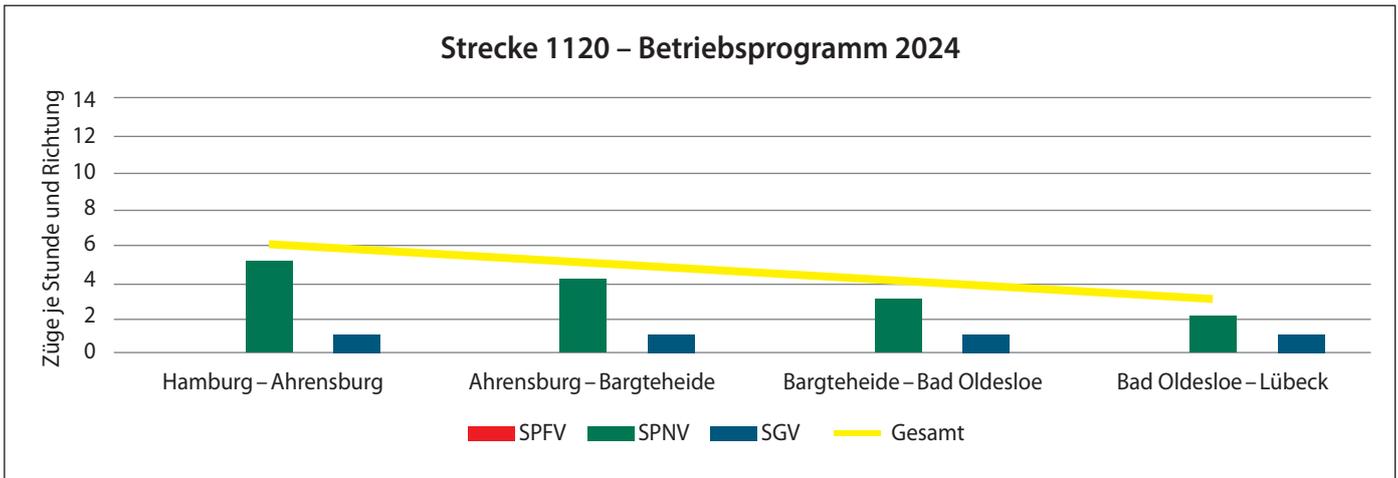


Abb. 2: Strecke 1120 – Betriebsprogramm 2024

Quelle: eigene Darstellung

- Verlagerungen im SGV von der Jütlandlinie aufgrund der Eröffnung der FFBQ. Dies führt zu einer Mehrbelastung von 48 Güterzügen pro Tag ab 2030 [8].
- Halbstundentakt im SPFV nach Dänemark aufgrund der Eröffnung der FFBQ
- Steigerungen im intermodalen Verkehr im Hafen Lübeck. Der Port of Lübeck erwartet – trotz Eröffnung der FFBQ – eine Steigerung der Seehafenverkehre und plant in Zukunft mit 40-50 Zügen pro Tag.
- Einführung eines stündlichen RE von Ahrensburg nach Kiel (NAH.SH).

Diese Randbedingungen ergeben in Summe die aus Abb. 3 ersichtliche Kapazitätsnachfrage.

In Ahrensburg-Gartenholz soll die S-Bahn nach aktuellen Planungen höhengleich in die Strecke 1120 einfädeln. Hierfür werden ein Bahnhof an der S-Bahn-Strecke sowie die Weichenverbindungen für die Verknüpfung mit dem Bestand neu gebaut. Zwischen Ahrensburg-Gartenholz und Bargteheide werden in Zukunft mindestens elf Züge je Stunde und Richtung verkehren. Ist die Knotenleistungsfähigkeit der geplanten Betriebsstelle dafür ausreichend?

Prüfung der Knotenleistungsfähigkeit in Ahrensburg-Gartenholz

Für Ahrensburg-Gartenholz wird die Knotenleistungsfähigkeit analytisch nach der Flüssigkeit der Betriebsabwicklung [9] geschätzt. Bei der Bildung von Modellzügen wurden RE und SPFV vereinfachend gemeinsam betrachtet, da diese den Knoten Ahrensburg-Gartenholz in Beharrungsfahrt mit ähnlicher Geschwindigkeit und Zuglänge durchfahren. Diese und weitere getroffene Annahmen sind in Tab. 1 aufgeführt.

Ergebnisse

Für die aktuell geplante Variante mit höhengleicher Einfädelung konnte eine Knotenleistungsfähigkeit von etwa 18 Zügen pro Stunde, also neun Zügen je Stunde und Richtung ermittelt werden. Wird mittels Überwerfungsbauwerk die Kreuzung aufgelöst, führt dies zu einer rechnerischen Leistungsfähigkeit von ca. 24 Zügen pro Stunde, also etwa elf bis zwölf Züge je Stunde und Richtung. Die ermittelte Kapazitätsnachfrage von 22 Zügen je Stunde könnte rechnerisch nur mit einer höhenfreien Kreuzung bedient werden (Abb. 5).

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

1. Die ermittelte Knotenleistungsfähigkeit liegt nur minimal über der ermittelten Kapazitätsnachfrage – eine Angebotsausweitung wäre praktisch nicht umsetzbar.
2. Das analytische Verfahren ist mit Unsicherheiten behaftet und kann insbesondere zur Robustheit eines Fahrplans keine Aussagen treffen.

Außerdem bestehen Unsicherheiten bei der Umsetzung in die Praxis. Schließlich wurde in der vorliegenden Rechnung ein Fahrstraßenknoten isoliert betrachtet.

Die Streckenleistungsfähigkeit liegt – insbesondere im Mischbetrieb – u.a. aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeiten in der Regel deutlich darunter. Als Beispiel dient hier die Riedbahn, die nach ihrer Sanierung ca. 300 Züge am Tag aufnehmen kann [10]. Dies entspricht tagsüber einer Leistungsfähigkeit von ca. 14 Zügen je Stunde bzw. sieben Zügen je Stunde und Richtung. Auch die Forschung hält auf einer normalen zweigleisigen Bahnstrecke im Mischbetrieb mit Zügen unterschiedlicher Geschwindigkeits-

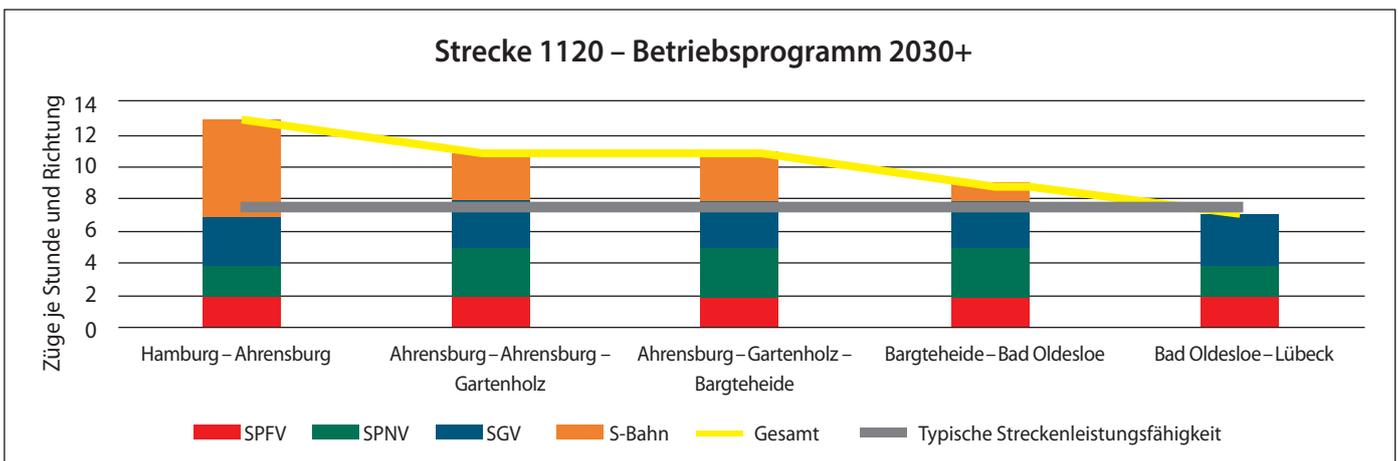


Abb. 3: Strecke 1120 – Betriebsprogramm 2030+

Quelle: eigene Darstellung

Allgemeine Randbedingungen	Wert	Einheit
Weichenabzweiggeschwindigkeit	80	km/h
Weichenlänge	75	m
Fahrstraßenbildezeit	10	s
Sichtzeit/Reaktionszeit	10	s
Fahrstraßenauflösezeit	3	s
Streckengeschwindigkeit	160	km/h
Betrachtungszeitraum	60	min
Mittlere Einbruchsverspätung, bezogen auf verspätete Züge	5,45	min
Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Einbruchsverspätungen	48	%

Modellzüge	MZ ₁ S-Bahn	MZ ₂ Fernverkehr / RE	MZ ₃ Güterzug	Einheit
Höchstgeschwindigkeit	100	160	100	km/h
Beschleunigungsvermögen	1	0,8	0,4	m/s ²
Bremsvermögen	0,9	0,8	0,6	m/s ²
Länge	132	350	740	m
Anzahl je Richtung & Stunde	3	5	3	-
Fahrweg	Gl. ₃ <> Lübeck	Gl. _{1/2} <> Lübeck	Gl. _{1/2} <> Lübeck	-
Haltezeit	60	0	0	s

Tab. 1: Allgemeine Randbedingungen und Modellzüge

Quelle: eigene Darstellung

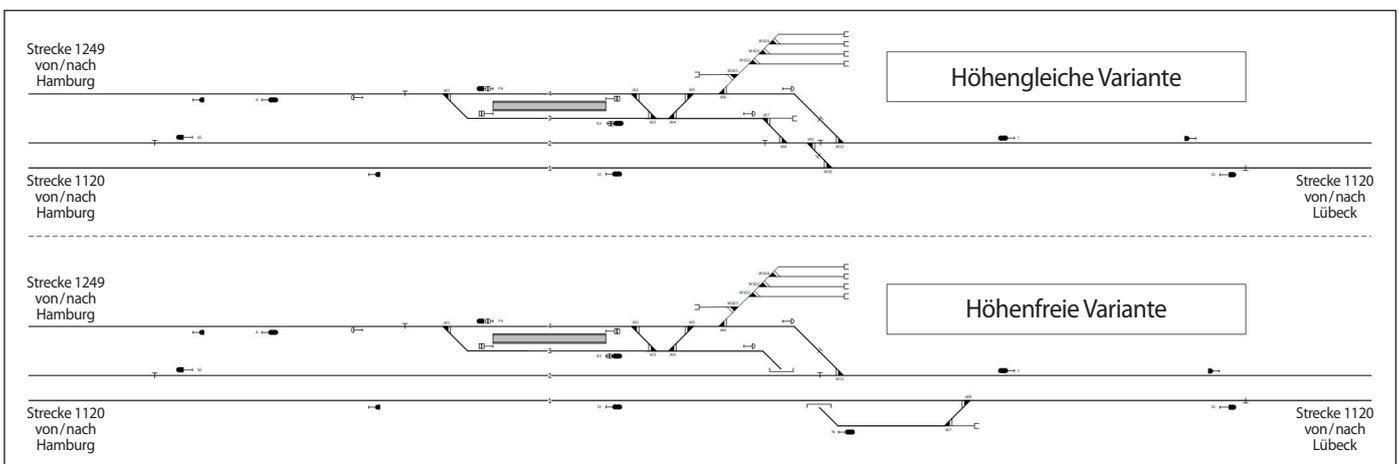


Abb. 4: Spurplanskizze Ahrensburg-Gartenholz. Oben: höhengleich. Unten: höhenfrei

Quelle: eigene Darstellung nach [6]

profile eine Zahl von ca. sieben bis acht Zügen je Richtung und Stunde für realistisch [11, 12]. Darüberhinausgehende Belastungen können im Einzelfall funktionieren, sind jedoch im Regelbetrieb unter der Maßgabe der Störungsresilienz durchaus kritisch zu sehen.

Einordnung

Die zukünftige Kapazitätsnachfrage beträgt zwischen Ahrensburg-Gartenholz und Bargtheide elf Züge und weiter bis Bad Oldesloe neun Züge je Stunde und Richtung. Eine höhenfreie Kreuzung in Ahrensburg-Gartenholz könnte die notwendige Knotenleistungsfähigkeit bieten. Der anschließende Streckenabschnitt Ahrensburg-Gartenholz–Bad Oldesloe wäre sehr wahrscheinlich überlastet. Die aktuellen Planungen zur S4 (Ost) hätten nach Fertigstel-

lung einen bereits jetzt absehbaren weiteren Engpass zur Folge (Abb. 3).

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 Bargtheide 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 Bargtheide 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 Bargtheide verzichtet werden, ohne den geplanten S-Bahn-Takt zwischen Ahrensburg und Bargtheide einzuschränken.“

Seitdem wurde mit dem Masterplan Schiene die Verkehrswende eingeleitet. Die aus

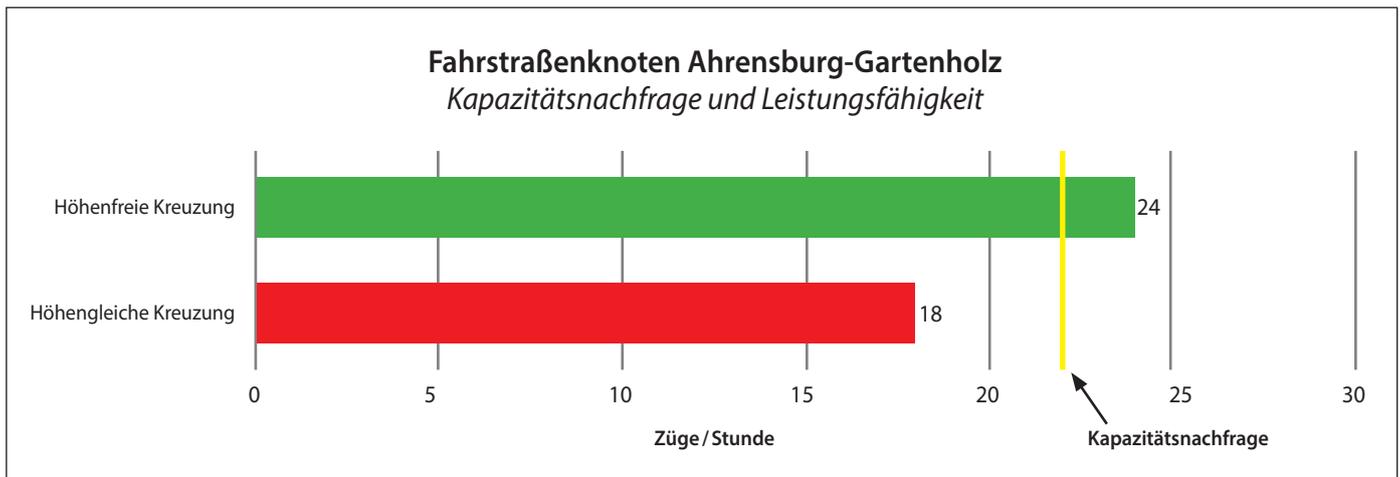


Abb. 5: Leistungsfähigkeit Fahrstraßenknoten Ahrensburg-Gartenholz

Quelle: eigene Darstellung

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 835 m-Zügen, die im Rangierbahnhof Maschen weiter behandelt werden sollen (Abschnitt 2.5.6.3 und Abschnitt 3.3). Aber: Nur etwa ein Drittel aller Züge aus/über Lübeck haben Maschen als Ziel (Abschnitt 3.3).

Zur Einordnung: 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 eben-

falls 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 Ein-

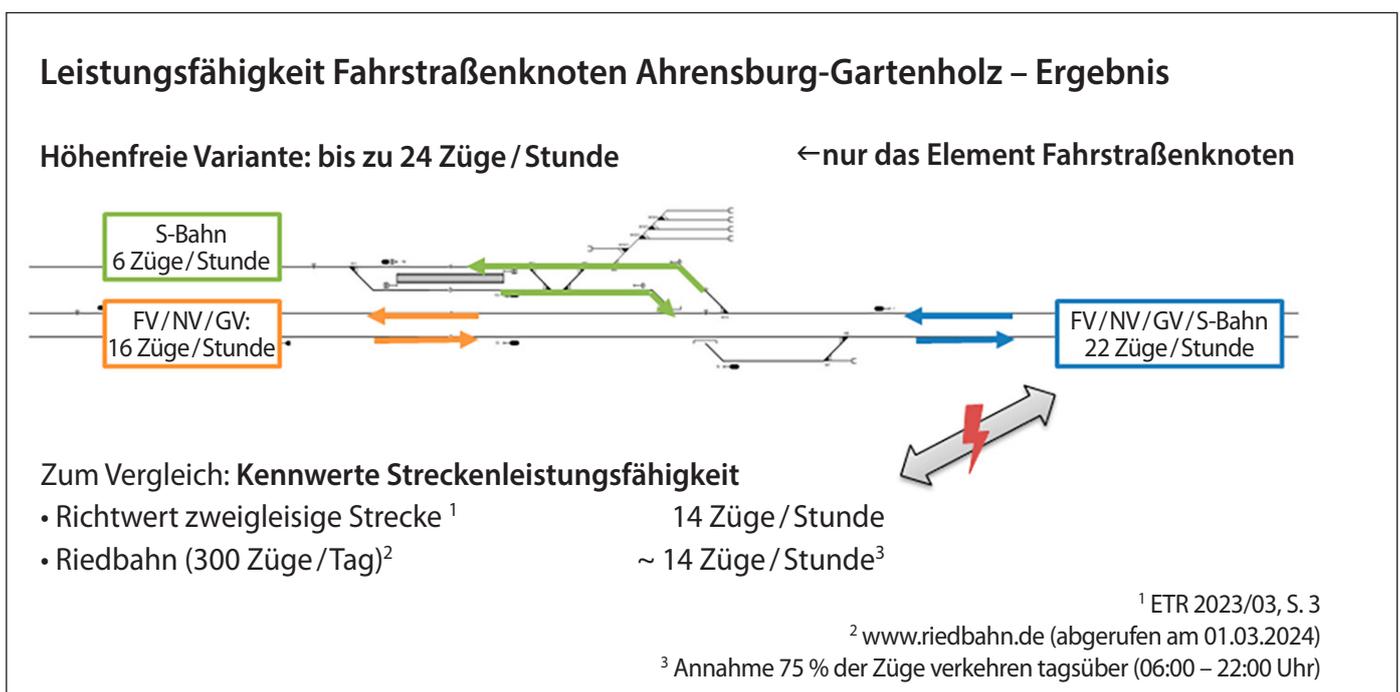


Abb. 6: Leistungsfähigkeit Fahrstraßenknoten Ahrensburg-Gartenholz – Ergebnis

gangsdaten der Prognose stammen 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 (Abb. 6).

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

Ausweg – S4 parallel 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 FFbQ 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.

Fazit

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 Einfädung 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.

Daher sind der Ausbau von umgebenden Bahnstrecken, wie Lübeck–Büchen–Lüneburg und Lübeck–Bad Kleinen sowie infrastrukturelle Verbesserungen auf der Strecke 1120 notwendig, um die zukünftig zu erwartende Verkehrsnachfrage bewältigen zu können. Die Umsetzung dieser Maßnahmen erfordert jedoch eine ganzheitliche und – vor dem Hintergrund der Klimakrise – rasche Planung und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren im Bahnsektor, um die Verlagerung von Güter- und Personenverkehr hin zur umweltfreundlichen Schiene schnellstmöglich zu ermöglichen. ■

QUELLEN

[1] https://www.dbinfrago.com/web/aktuelles/kund-inneninformationen/kund-inneninformationen/2021_KW27_Projekt-Kazu-Novum-11889346, 08.05.2024 um 15:15 Uhr
 [2] Auszug aus der Fahrplantage des Lübecker Hafens für das Jahr 2023
 [3] <https://www.fehmarn24.de/fehmar/sang-klanglos-13287282.html>, 08.05.2024 um 15:15 Uhr
 [4] https://kursbuch.bahn.de/hafas/kbview.exe/dn/KB104_H_Taeglich_F_G24112023.pdf?filename=KB104_H_Taeglich_F_G24112023.pdf&orig=s5, 08.05.2024 um 15:15 Uhr
 [5] https://www.s-bahn-4.de/_Resources/Persistent/6/2/c/c/62ccb75b32d16b9ec8a9d76f03c5ee392991a113/Pl_Baustart%20S4.pdf, 08.05.2024 um 15:15 Uhr
 [6] https://www.s-bahn-4.de/_Resources/Persistent/2/6/e/f/26ef2d4a52f97c944e26f890ce34849dd925ca11/Erlauterungsbericht_PFA3.pdf, 08.05.2024 um 15:15 Uhr
 [7] <https://www.landtag.ltsh.de/infoteh/wahl19/drucks/03400/drucksache-19-03453.pdf>, 08.05.2024 um 15:15 Uhr
 [8] <https://www.bvwp-projekte.de/schiene/2-011-V01/2-011-V01.html>, 08.05.2024 um 15:15 Uhr
 [9] Deutsche Bahn AG. 2021. RIL 405. Richtlinie
 [10] <https://www.riedbahn.de/home.html>, 08.05.2024 um 15:15 Uhr
 [11] Siefert, T. (2023): Schneller mehr Kapazität auf der Schiene, Eisenbahntechnische Rundschau 3/2023, S. 3
 [12] Pirkopf, D. (2012): Kapazitätsanalyse von zweigleisigen Mischverkehrsstrecken – Parameteranalyse Geschwindigkeit, Graz: EBW TU Graz



Bastian Ehrenholz, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
 Institut für Verkehrswesen,
 Eisenbahnbau und -betrieb
 TU Braunschweig, Braunschweig
 b.ehrenholz@tu-braunschweig.de



Jonas Herrmann, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
 Institut für Verkehrswesen,
 Eisenbahnbau und -betrieb
 TU Braunschweig, Braunschweig
 jonas.herrmann@tu-braunschweig.de



Elisa Frey, M.Sc.

ehem. wissenschaftliche Hilfskraft am
 Institut für Verkehrswesen,
 Eisenbahnbau und -betrieb
 TU Braunschweig, Braunschweig
 elisa.frey@tu-berlin.de



Thorben Rang

Wissenschaftliche Hilfskraft
 Institut für Verkehrswesen,
 Eisenbahnbau und -betrieb
 TU Braunschweig, Braunschweig
 t.rang@tu-braunschweig.de



Prof. Dr. jur. Michael Stuwe

Forschungsprofessur
 Institut of Northern European
 Economic Research (INER)
 NBS Northern Business School,
 Hamburg
 stuwe@iner.nbs.de