

Studie zur Elektrifizierungsstrategie für den Schienengüterverkehr

1. Streckenelektrifizierungen im gemächlichen Tempo

Der Schienengüterverkehr findet überwiegend elektrisch statt.¹ Er war bereits seit den 1930er Jahren der entscheidende Treiber für die Elektrifizierung der Eisenbahnstrecken. Der Vorteil großer Anhängelasten und höherer Geschwindigkeiten war v. a. im Güterverkehr nur noch mit der Elektrifizierung zu erreichen. Die Beförderung eines 5.400 t Erzzuges im Mischverkehr mit 200 km/h *InterCitys* (Hamburg – Celle) wäre sonst nicht denkbar gewesen. Die Elektrifizierung von Eisenbahnstrecken ist aber seit Mitte der 1990er Jahre weitgehend zum Erliegen gekommen. So wurden nach Ermittlung der Allianz pro Schiene e. V. z.B. 2010 bis 2019 gerade einmal 65 km Strecke pro Jahre elektrifiziert. Selbst die aktuell 2020 bis 2025 abgeschlossenen/gesicherten Elektrifizierungen ergeben gerade einmal 70 km pro Jahr.² Damit ist man weit von einst erreichten Werten >500 km pro Jahr entfernt. Die Gründe liegen in aufwändigen Planungen mit Schallschutz, Erschütterungsschutz, Naturschutz, elektromagnetischer Verträglichkeit, Baulärm, Baulogistik bei sich ständig ändernden Normen und begrenzten Planungskapazitäten, Widerständen/Klagen vor Ort gepaart mit Entscheidungsunwilligkeit der Politik, hohen Baukosten bei begrenzten Mitteln und letztlich auch – besonders im Schienengüterverkehr relevant – fehlender Unterstützung der Bundespolitik und der Deutschen Bahn AG.

Der Koalitionsvertrag 2017 sah als Ziel vor, den Elektrifizierungsgrad der Schiene von 61 % bis 2030 auf 70 % zu erhöhen. Der Koalitionsvertrag 2021 hat dieses Ziel auf 75 % erhöht. Bereits 2020 hat das Bundesverkehrsministerium abgeraten, sich auf prozentuale Streckenelektrifizierungsgrade festzulegen³, sondern als Indikator die elektrisch erbrachte Betriebsleistung heranzuziehen. Diese liege bereits 2020 bei 90 %. Im Kern schlug das BMVI vor

- rund 1.240 Streckenkilometer im Rahmen des Bedarfsplans Bundesverkehrswege und Kohleausstiegsgesetz,
- etwa 1.500 Streckenkilometer im Rahmen von Elektrifizierungen durch die Bundesländer (Nahverkehrsmaßnahmen) und
- 8 Strecken mit zusammen 270 km Länge speziell für den Güterverkehr zu elektrifizieren. Dazu wurden Anfang 2022 die ersten Planungsvereinbarungen unterzeichnet, so dass die Strecken in Wilhelmshaven Bulk-Terminal, in Thüringen zum Kalirevier in Heimboldshausen und zum Anschluss der Steinwerke in Haldensleben (Strecke Wolfsburg – Magdeburg) im besten Falle 2026 elektrifiziert sind⁴

¹ Das BMVI nennt für 2019 einen Anteil von 10,7 % der Trassenkilometer bei DB Netz in Dieseltraktion. Unter Berücksichtigung der Betriebsleistung auf NE-Strecken, die ganz überwiegend mit Diesel erfolgt einerseits und umgekehrt der geringen Ladeleistung von Güterzügen in Dieseltraktion (nur 7% Anteil Verkehrsleistung) dürfte dieser Wert auch repräsentativ für die per Diesel erbrachte Beförderungsleistung im Schienengüterverkehr sein. IFEU (UBA-Texte, Aktualisierung Tremod Modell, 2019) berechnet dagegen einen Verkehrsleistungsanteil von nur 7,4% für das Jahr 2018.

² Zu nennen sind Geltendorf – Lindau (12/20), Ulm – Lindau (12/21), Bocholt – Wesel (2/22), Oldenburg - Wilhelmshaven (12/22) und Angermünde – Stettin (12/24).

³ Mit der Elektrobahn klimaschonend in die Zukunft: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/E/schiene-aktuell/elektrobahn-klimaschonend-zukunft-bahn-elektrifizierungsprogramm.html>

⁴ Für die weiteren Strecken Kalkrevier Wülfrath, Stahlwerk Duisburg, Zellstoffwerk Niedergörne, Kieswerk Mühlberg/Elbe sollen noch umgehend Planungsvereinbarungen geschlossen werden. Völlig unklar ist dagegen der Stand der v.a. als Ausweichstrecke gedachten Verbindung Bremerhaven – Bremervörde – Rotenburg. Nach

Hiermit würden in etwa der damals angestrebte Elektrifizierungsgrad von 70 % erreicht, allerdings dürfte schon zum damaligen Zeitpunkt die reale Perspektive eher bei 2035 gelegen haben statt des damals geltenden Jahres 2030. Im Kern verwies das BMVI jedoch darauf, dass v.a. im Schienennahverkehr mit Akku- und Brennstoffzellentriebzügen nun Technologien zur Verfügung stehen, die eine Elektrifizierung überflüssig machen. Für den Schienengüterverkehr wird auf Dual-Lokomotiven verwiesen, die zumindest das Fahren unter Fahrdrabt mit Diesel obsolet machen würden. Eine genauere Beschäftigung mit den Optionen von alternativen Antrieben im Schienengüterverkehr erfolgt aber weder seitens des BMVI noch des zu Grunde liegenden Gutachtens von TTS-Trimode/Intraplan⁵.

2. Energiepreise – kurz und langfristig

Zurzeit ist der Energiemarkt starken Turbulenzen ausgesetzt. Konnte Bahnstrom trotz der nicht unerheblichen Belastungen aus Umlagen über viele Jahren hinweg recht sicher mit 11 bis 14 Ct je kWh kalkuliert und bezogen werden, ist dieser derzeit kaum kalkulierbar. Teilweise haben sich die Beschaffungskosten fast verdoppelt, so dass sich in einigen Fällen trotz der auch deutlich gestiegenen Dieselpreise die Wirtschaftlichkeitsgrenze zu Gunsten des Dieselantriebs verschoben hat und damit Elektrifizierungsbemühungen konterkariert.

Gleichwohl wird grundsätzlich von einer stärkeren langfristigen Preissteigerung bei fossilen Kraftstoffen allein schon wegen ihrer Begrenztheit, aber auch wegen Belastung mit Umweltabgaben zu rechnen sein. Der Dieselpreis ist bereits in den letzten 20 Jahren im Mittel um 4,5 % p.a. gestiegen. Lässt man den aktuellen Peak von über 2,00 €/l brutto außer Acht, sind es noch 2,9 % p.a. Allein die bereits beschlossene CO₂-Abgabe wird bis 2025 mit jährlich 2 % zusätzlich zu Buche schlagen. Die vergleichbaren Werte für Strom liegen trotz auch dessen Belastung bei 3,9 % bzw. 2,8 % p.a. Insbesondere der politische Wille zur weiteren Dekarbonisierung der Energieerzeugung lässt erwarten, dass zumindest langfristig fossile Energieträger vergleichsweise stärker in den Preisen steigen als der regenerativ erzeugte Strom, zumal bereits jetzt 61 % des Bahnstroms „grün“ erzeugt wird.

3. Die Dualtechnologien

Aufgrund der schleppenden Elektrifizierung haben sich seitens der Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) und der Schienenfahrzeugindustrie nun innovative Lokkonzepte durchgesetzt. Neben Lösungen für einen nicht elektrischen Rangierbetrieb (Last-Mile Diesel) sind v.a. die Zweikraftantriebe Elektrisch + Diesel hervorzuheben. Durchgesetzt haben sich in Deutschland v.a. folgende zwei Lokomotivtypen:

- Stadler Euro Dual (BR 159): 6 Achsen, 123 t, elektrisch 6,2 MW / Diesel 2,8 MW, Anfahrzugkraft 500 kN. Allein für Deutschland sind bereits 54 Lokomotiven zugelassen, die Gesamtbestellungen dürften inzwischen > 120 liegen.

dem Schienengüterfernverkehrsnetzförderungsgesetz wären hier Investitionshilfen nur in Höhe von 50% möglich, da es sich um eine nicht bundeseigene Infrastruktur handelt.

⁵ Endbericht Ausbauprogramm elektrische Güterbahn 10/2020, 39hhttps://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/E/endbericht-ausbauprogramm-egb-mit-anhang.pdf?__blob=publicationFile

- Siemens Vectron Dual Mode (BR 248): 4 Achsen, 90 t, elektrisch und Diesel 2,4 MW, Anfahrzugkraft 300 kN, insgesamt 33 Lokomotiven bestellt und weitgehend ausgeliefert⁶. Weitere 150 von DB Cargo und DB Bahnbau mit Auslieferung 2023 -2026 bestellt, allerdings nur mit einem Last Mile Diesel mit 1,1 MW

Vor allem die EuroDual von Stadler scheint bereits im großen Stil das Fahren in Dieseltraktion unter Fahrdracht von Ganzzügen (Baustoffe, Holz, Kohle, Stahl, Öl, Chemie) zurückzudrängen. Ihr Erfolg liegt in hohen Zuggewichten von bis zu 3.000 t bei den üblichen Steigungen von 12, 5 ‰ in Deutschland⁷ sowohl auf den elektrifizierten Strecken, aber auch auf den nicht elektrifizierten Anschlussstrecken. Hier zahlt sich die hohe Zugkraft mit 6 Achsen aus. Zudem bietet die Lok die Option, die elektrische Zugkraft durch die Zuschaltung des Dieselmotors weiter zu erhöhen, was das Nachschieben auf Rampenstrecken entbehrlich macht.

Die Investitionskosten sind mit 6 Mio. Euro zwar so hoch, wie der getrennte Einkauf einer Standard E-Lok und einer Standard Diesel-Lok, jedoch reicht letztere nur für Zuggewichte bis im Bereich 1.500 t. Vielfach werden heute schon für die Dieselstrecken 6-achsige Dieselloks oder Doppeltraktionen (z.B. 2x G1700 bzw. Gravita BB 15L) benötigt. Der weitere Vorteil der Dual-Lokomotive liegt in Zeit- und Personalsparnissen für ein mögliches Umspannen bzw. alternativ der Einsparung von Dieselmotorkraftstoff beim Fahren unter Oberleitung.

Modellrechnungen zeigen, dass bereits bei einem elektrischen Streckenanteil von 1/3 eine leistungsstarke Dual-Lok trotz ihrer höheren Investitionskosten wirtschaftlicher als ein durchgehender Dieselbetrieb unter Fahrdracht ist. Im Verhältnis zum Umspannen auf Dieselloks kommt es sehr stark auf die Kosten des Umspannens (Zeitverlust und ggf. zusätzliche Personalkosten) und Produktivität der Dieselloks an. Als Wirtschaftlichkeitsgrenze wurde ein Verhältnis von 0,7 Diesellokomotiven (> 1,7 MW) je E-Lok ermittelt. Wird dagegen aus Zuglastgründen bereits eine Doppeltraktion Diesellok oder eine sechsachsige Diesellok benötigt, so ist die Dual-Lokomotive fast immer wirtschaftlicher.

Als Zwischenfazit kann daher festgehalten werden, dass es heute kaum noch Gründe gibt, Dieseltraktion unter Fahrdracht einzusetzen. Die Hauptmotive sind derzeit die vorhanden und vielfach abgeschriebenen Großdiesellokomotiven (BR 232, Class 66 / 77, G2000, Maxima, BlueTiger). Die ausgebliebenen Bestellungen für derartige Loks – zuletzt z.B. die Vectron DE von Siemens – unterstreichen diesen Sachverhalt. Würden diese bereits heute nicht mehr notwendigen Dieselleistungen unter Fahrdracht entfallen, so könnte geschätzt 2 % der Verkehrsleistung im SGV umgehend elektrifiziert werden, was geschätzt 1/3 des Gesamtverbrauchs von 190 Mio. l⁸ = 0,17 Mio. t CO₂-Einsparung entspricht. Der verbleibende Bedarf mit ungefähr 120 -130 Mio. l Diesel ließe sich heute schon

⁶ 2 RP-System, 2 MKB, 4 Stern&Haffeld, 2 ITL, 1 EGOO, 20 Northrail, 2 ELL

⁷ Diese sind z.B. maßgeblich für Göttingen – Bebra, Aschaffenburg – Würzburg, Erfurt – Bamberg)

⁸ Ermittelt aus IFEU, UBA-Texte 116/2020, Aktualisierung Tremod Modell, S. 30, 75. Angegeben sind DB für 2018 8,7 PJ, NE 6,4 PJ und Hafen/Werkbahnen 0,8 PJ = bei einem Heizwert 42,96 MJ je kg und 0,832 kg/l = 243 / 179 / 22 Mio. l. Diesel. Ein Abgleich mit den Verkaufszahlen von DB Energie – integrierter Bericht 2021, S. 133 Gesamtumsatz DB Energie Inland 389 Mio. l, davon DB Fernverkehr 9,4 Mio. l, DB Cargo 131 Mio. l, davon in Deutschland 81% = 106 Mio. l und Fremdleistung (NE) 31% = 121 Mio. l. Verbleiben für DB Regio 153 Mio. l, Berichtet wird (S. 107) 321 Mio. l, allerdings incl. Busverkehr, der fast ausschließlich nicht bei DB Energie tankt. Bei rund 450 Mio. Wagenkm Bus erscheint dies realistisch. Insofern kann aus beiden Quellen ein Gesamtverbrauch Schiene in Deutschland von rund 430 Mio. l Diesel abgeleitet werden. Unter der Annahme dass im SPNV im Schnitt 1 l Zugkm verbraucht wird (250 Mio. Zugkm) verbleibt für den SGV ein Verbrauch im Güterverkehr von 190 Mio. l.

problemlos aus Biokraftstoffen decken (Gesamtkapazität derzeit in D 4,3 Mrd. l). Allerdings ist der Kraftstoff, namentlich angesichts der Auswirkungen des Ukraine-Krieges sowohl auf den Agrar-, als auch den Verkehrsmarkt, knapp, steht in landwirtschaftlicher Konkurrenz und v.a. schon heute ließe der Straßenverkehr eine Steigerung der Beimischungsquote von 6 auf 10 % zu, so dass der Schienenverkehr als Treiber für Biokraftstoffe nicht benötigt wird.

4. Akku und Brennstoffzellen

Akkuzüge treten derzeit im Nahverkehr für nicht elektrifizierte Strecken einen Siegeszug an. Praktisch alle Ausschreibungen mit Neufahrzeugen im Nahverkehr führen derzeit zu dieser Technologie. Die Bestellungen bei den vier größten Herstellern (Stadler, Siemens, CAF und Alstom) belaufen sich inzwischen bereits auf 240 Züge⁹. Die Streckenlänge zwischen den Ladepunkten wurde bereits auf 80km erweitert, für das Nachladen unterwegs werden oft nur Zeitfenster von 5 bis 10 Min. eingeplant. Dieses Nachladen kann oft in Knotenpunkten erfolgen, die dazu mit Oberleitungen ausgerüstet werden, ggf. auch noch mit einem Stück Strecke. Beispiele dazu entstehen derzeit in Husum, Heide und Tönning in Schleswig-Holstein, sowie in Landau und Pirmasens in Rheinland-Pfalz.¹⁰ Des Weiteren sind meistens an den Abstellstandorten Elektranten erforderlich, um die Fahrzeug vorzukonditionieren. Allerdings wird dies heute bereits auch bei Dieselfahrzeugen empfohlen.

Parallel wird auch die Brennstoffzellentechnologie vorangetrieben, die allerdings nur bei expliziten Projekten zum Zuge kommen. Der Gesamtbestand der Bestellungen bei Fa. Alstom und nun auch Siemens beläuft sich auf knapp 50 Fahrzeuge.¹¹ Die Reichweite entspricht bereits weitgehend denen der Dieselfahrzeuge, die Betankung erscheint noch etwas aufwändiger (Zeit- und Kühlbedarf der Tankstelle). Die Wasserstoffversorgung ist bislang ausschließlich aus Erdgas hergestellter „grauer Wasserstoff“, so dass die Energie- und Emissionsbilanz der Wasserstoffzüge gegenüber Dieselfahrzeugen um den Faktor 2,2 schlechter ist. Via Elektrolyse hergestellter „grüner Wasserstoff“ würde emissionsfreien Wasserstoff verfügbar machen. Jedoch erfolgt der Ausbau entsprechender Erzeugungsanlagen schleppend, zumal bislang keine wirtschaftlichen Lösungen bereitstehen, volatilen Strom (überschüssigen Wind- und PV-Strom) umzuwandeln und zu speichern. Hinzu kommt, dass allein die Stahl-, Zement- und Chemieindustrie bis 2030 einen Bedarf von mindestens 3,5 Mio. t H₂ / 115 TWh pro Jahr haben. Dies setzt bereits eine Verdreißigfachung der aktuellen Kapazitäten für grünen Wasserstoff voraus.

Schließlich hat sich im Eisenbahnbau die Notwendigkeit starker Akkus und entsprechender Leistungselektronik als Hemmnis erwiesen. So haben die Wasserstofftriebzüge eine im Vergleich zu reinen Akkutriebwagen bereits halb so große Akkus, um einerseits genug Bremsstrom rekuperieren, andererseits aber auch speziell für das Beschleunigen ausreichend Zugkraft bieten zu können.

Hinzu kommt, dass sowohl die Fortschritte bei der Kostensenkung und Betriebsstabilität der Elektrolyseure, als auch bei der Brennstoffzelle bislang hinter den Erwartungen zurückbleiben. Auch führen die bislang geringen Mengen an Brennstoffzellen im harten Betriebsalltag des Verkehrs zu

⁹ Stadler Schleswig-Holstein 55, RP Pfalz 44, MV Warnow 14; Siemens Baden-Württemberg 22, Brandenburg 31; Alstom Coradia ZVMS/ZVNL 11 Alstom Coradia; CAF Civity VRR 63. Noch offen S-Bahn Leipzig 11.

¹⁰ Siehe Pressemitteilung der DB Netze vom 14.3.2022 „Deutsche Bahn baut erstmals Oberleitungsinseln“.

¹¹ Alstom iLINT: Niedersachsen 14, RMV Hessen 27; Siemens Mireo+ Brandenburg NEB 6, Baden-Württemberg/Bayern Testbetrieb 2; noch offen: Bayern/Mühldorf 4

unzureichenden Erfahrungen und damit den erforderlichen Innovationssprüngen für eine dauerhaft robuste Technologie. Am ehesten dürften aktuell Impulse aus der Lkw-Branche und von amerikanischen Güterbahnen hier für einen Fortschritt sorgen, jedoch wird nicht in den nächsten 5 Jahren mit einer im Schienengüterverkehr einsatzreifen Technologie gerechnet. Dies hat auch eine Ursache in der Tatsache, dass die Brennstoffzellenentwicklung derzeit zur Kostensenkung und Betriebsstabilisierungen in den für PKW und LKW üblichen Leistungsklassen bis 100 kW fokussiert.¹²

Die Entwicklung bei Akkus ist dagegen positiver einzuschätzen. Akku-Pakete in der Größenordnung 500-600 kWh sind bereits für Busse, LKW und auch Züge serienmäßig verfügbar. In der Automobilindustrie erreichen die Akkus inzwischen Werte von 200 kWh/t, in Eisenbahnanwendungen erscheinen die Werte derzeit noch 1/3 niedriger. Bei Feststoffakkus wird nochmals eine Verbesserung um den Faktor 2 erwartet. Bereits mit den heutigen Leistungsfähigkeitsdaten erscheinen Akkukapazitäten im Bereich von 1,5 MWh in einer sechssachsigen Lok (ca. 12 t) gut unterzubringen. Bei einer Entladekapazität von 2C könnte eine Beschleunigungsleistung von 3 MW bereitgestellt werden. Das Laden mit 80 A = 0,8 C würde 1,25 Stunden dauern, was für übliche Beladungsvorgänge angemessen erscheint.

5. Einsatzspektrum von Dual-Akku-Loks

Auf Basis der bereits heute realisierbaren 1,5 MW Dual-Akku-Lok erscheinen bei Lasten bis 2.000 t 30km Zubringerstrecke ohne Nachladen am Ziel und darüber hinaus bei höheren Zuglasten vergleichbare Strecken mit Nachladen am Ziel möglich. Allerdings sind für die Bewältigung von Höhen in Lastrichtungen erhebliche Abschläge vorzunehmen. So reduzieren bereits 50 Höhenmeter die nutzbare Streckenlänge um 40%.

Eine Auswertung von 40 Standorten außerhalb des absehbaren elektrischen Netzes, die heute mit mindestens 2 Güterzugpaaren pro Tag bedient werden ergab (**Anlage 1**), dass

- In vier Fällen eine Streckenelektrifizierung vorrangig für den Schienengüterverkehr unabdingbar ist, da die Transportweiten zu groß sind bzw. auch zu große Steigungen zu überwinden sind
- In drei Fällen, dass eine Elektrifizierung voraussichtlich in keinem vernünftigen Aufwand zu den erzielbaren Einsparungen liegen
- In allen übrigen Fällen können die Zielorte kurzfristig („ja“) bzw. mittelfristig („vsl. ja“) mit entsprechenden Dual-Lokomotiven komplett elektrisch erreicht werden.

Insgesamt erscheinen im Zubringerverkehr vier Strecken mit 204km Streckenlänge und insgesamt 272 km Gleisen im Kontext elektrische Güterbahnen prioritär elektrifizierungswürdig:

¹² Zu den großen Hoffnungen einerseits und den bisher geringen Fortschritten siehe bereits Handelsblatt von 2007: <https://www.handelsblatt.com/technik/energie-umwelt/dieselloks-der-zug-der-zukunft/2846832.html>

		Km		
Von	Nach	Strecke	Gleis	Höhe
Saalfeld*	Blankenstein	39,0	42	370
Zeit	Altenburg	25,2	28	60
Braunschweig	Bad Harzburg/Ilseburg	63,0	108	180
Blankenburg	Magdeburg	77,2	94	240
		204,4	272	

* alternativ auch Anbindung über Hof – Höllentalbahn (30 km) denkbar

5. Fokus Leistungsfähigkeit und Resilienz

Anders als im Zustellverkehr wird im Kernnetz ein ausschließlich elektrischer Zugbetrieb notwendig sein. Die Erhöhung der Leistungsfähigkeit des gesamten Netzes und Schaffung von ausreichender Resilienz für Störungsfälle sind die wichtigsten Gründe. Neben den in Bau befindlichen 206 km Strecken (Oldenburg – Wilhelmshaven, Angermünde – Stettin und Lübeck – Puttgarden) erscheinen 907 km Strecke unmittelbar aus dem Bundesverkehrswegeplan mit Schwerpunkt Nordostbayern und Mühldorfer Revier, sowie im Dreieck Bad Kleinen - Lübeck – Uelzen – Bremen weitere 12 Strecken mit 615 km dringend notwendig. Diese Strecken sind allesamt extrem wichtige Entlastungsstrecken für höchst belastete Korridore:

- Rheinkorridor: Bingen – Neustadt – Karlsruhe und Koblenz – Limburg – Frankfurt, sowie (Stuttgart -) Tübingen – Singen
- Ost-West-Korridor (Paderborn -) Hameln – Elze (- Braunschweig) und (Mannheim -) Heilbronn – Schw. Hall (- Nürnberg)
- Nordseehäfen: (JWP -) Oldenburg – Osnabrück und Bremerhaven – Rotenburg/W (- Hannover)
- Nord-Süd Österreich Mühldorf – Rosenheim (- Brenner) und Augsburg – Buchloe (- Lindau)
- Skandinavien: Neumünster – Bad Oldesloe (- Hamburg)

Die Liste ist in **Anlage 2** dokumentiert.

Nicht enthalten sind die BVWP Projekte Weimar – Gera - Gößnitz, Gotha – Leinefelde, die Projekte aus Kohleausstiegsmitteln wie Cottbus – Görlitz – Zittau, Senftenberg – Arnsdorf, Leipzig – Gera, Leipzig – Chemnitz, Neuss – Grevenbroich – Bedburg – Düren oder auch aus dem GVFG Bundesprogramm pilotierte Projekte wie Itzehoe – Westerland, Basel – Waldshut – Erzingen oder Dresden - Görlitz. Diese Projekte sind für eine wirksame Elektrifizierung im Güterverkehr nachrangig.¹³ Im Falle Leipzig – Chemnitz zeigt sich, dass bereits ein elektrischer Betrieb ohne Elektrifizierung mit den bestellten Akku-Triebwagen möglich ist. Unabhängig davon kann sich aber je nach Anforderungen des SPNV eine Sinnhaftigkeit von Elektrifizierungen ergeben.

¹³ Für Dresden – Görlitz steht im Zuge der niederschlesischen Magistrale via Ruhland – Hoyerswerda eine wesentlich besser trassierte Strecke zur Verfügung. Gleiches gilt für die Querverbindung Weimar – Gera – Gößnitz. Die wesentlichen Güterströme laufen entlang der Täler in Nord-Süd-Richtung. Im Falle Leipzig – Zeitz besteht ein Güterverkehrsnutzen, allerdings wird für den Anschluss in Zeitz wegen der Chemieindustrie großteils eine oberleitungsfreie Traktion gefordert, so dass die Bedienung mit Dual-Lokomotiven auch via Altenburg – Töglitz erfolgen kann.

Bereits unter dem Aspekt der Resilienz könnten mit den aufgeführten Strecken 1.169 Züge pro Tag „gerettet“ werden. Dies bedeutet, dass bei Streckensperrungen wegen Störungen oder auch wegen Unterhaltsarbeiten, die Züge weiterhin auf der Schiene – ggf. mit Umweg – verkehren können und eine Verlagerung auf die Straße unterbleibt. Übernimmt man den Nutzen aus der Modellrechnung zu Bremerhaven – Bremervörde – Rotenburg aus dem Gutachten elektrische Güterbahnen von TTS-Trimode/Intraplan so wäre allein bei einer Ausfallwahrscheinlichkeit von 5,7 % 3,68 Mrd. tkm Fracht für die Schiene gesichert, was einen Nutzen von 210 Mio. € pro Jahr ergibt.

Weiterhin wurde ein Nutzenpotenzial von 466 neuen täglichen Trassen im Schienengüterverkehr ermittelt. Nimmt man auch hier die typischen Bewertungsansätze des BVWP hinzu, generieren diese einen jährlichen Nutzen von 1,67 Mrd. € bei Elektrifizierung von 1.728km Strecke bzw. 2.395km Gleise. Dies würde nach üblichen BVWP-Berechnungen eine Investition von 31,2 Mrd. € rechtfertigen. Allerdings beinhaltet der dargestellte Nutzen auch Nutzen aus weiteren Maßnahmen wie Fehmarntunnel oder Auflösung von Engpässen z.B. im Knoten Köln. Gleichwohl wird überdeutlich, dass eine konzertierte Elektrifizierung im Kernnetz mit dem Ziel der Schaffung von Kapazitäten für den SGV einen enormen Nutzenhebel hat, der bereits mit heutigen Bewertungsansätzen des BVWP wie über Faktoren von 2 oder 3 liegen dürfte. Erst recht gilt dies mit den aktuell angekündigten deutlichen Erhöhungen der Klimaschutzkomponenten in der Bewertung, z.B. einem CO₂-Preis von 670 € je t und bei der überfälligen Neuorientierung der Bewertung im BVWP nach den Kriterien des Klimaschutzes und der Stabilität von Verkehrssystemen.

Anhang 1

Bewertung von Zielorten im SGV für besonderen Elektrifizierungsbedarf unter Beachtung des Einsatzes von Dual Akku/E-Lokomotiven

Ziel	Rohstoff	Entfernung	geeignet für Einsatz von Dual Akku/E-Loks
Mühlberg/Elbe	Kies	6,8	Ja
Flechtingen	Kies	22,4	Ja
Dönstedt	Kies	28,1	Ja
Straßgräben-Bernsdorf	Kies	11,8	Ja
Flandersbach	Kalk	13,5	ja
Hattorf	Kalk	20,4	ja
Blankenburg (Rübeland)	Kalk	77,2	nein → Elektrifizierung zu empfehlen
Salzgitter-Wattenstedt	Hochofen	11,3	ja
Georgsmarienhütte	Walzwerk	7,8	ja
Ilseburg	Walzwerk	63,0	nein → Elektrifizierung zu empfehlen
Saalfeld-Unterwellenborn	Walzwerk	9,6	ja
Peine-Ilfeld	Walzwerk	7,1	ja
Wickede	Walzwerk	23,2	vsl. ja
Siershahn	Tonerde	34,8	ja (Zwischenladung Montabaur möglich)
Brunsbüttel	Chemie	15,6	ja
Walsrode-Bomlitz	Chamie	38,4	eingeschränkt (reduzierte Ladung)
Dernburg	Chemie/Zement/Salz	21,2	Ja
Zeitz	Chemie	25,2	nein → Elektrifizierung zu empfehlen
Trostberg	Chemie	12,5	Ja
Karsdorf	Zement	19,7	Ja
Erwitte	Zement	7,5	Ja
Rüdersdorf	Zement	28,7	vsl. ja
Burglengenfeld	Zement	6,9	ja (von Haidhof)
Schelklingen	Zement	22,6	vsl. ja, 60 Höhenmeter
Lengfurt	Zement	26,5	prinzipiell ja, aber Trasse abgebaut
Göllheim	Zement	10,9	ja (von Langmeil)
Rhäsa	Tanklager	29,7	vsl. ja
Connersdorf	Tanklager	18,1	ja
Stemberg	Tanklager	11,8	ja
Niedergörne	Zellstoff	17,0	ja
Schongau	Zellstoff	33,5	vsl. ja
Wilhelmshaven Nord	Kohle	4,5	ja

NahverkehrsBeratung Südwest

Strategien und Lösungen für den öffentlichen Verkehr

Giengen/Brenz	Hausgeräte	33,8	vsl. ja
Traunreut	Hausgeräte	15,8	ja
Blankenstein	Holz	39,0	nein, 340 Höhenmeter
Plößberg	Holz	23,8	vsl. ja, 140 Höhenmeter
Wolfegg	Holz	7,0	ja
Wilburgstetten	Holz	23,0	ja
Rottleberode	Holz	9,5	ja
Brilon	Holz	50,0	nein, keine Elektrifizierung, Aufkommen zu gering
Warstein	Kalk, Holz, Bier	30,7	nein, keine Elektrifizierung, Aufkommen zu gering
Mengen	Salz, Maschinen	76,5	nein, keine Elektrifizierung, Aufkommen zu gering

Anlage 2

Übersicht der großräumig erforderlichen Elektrifizierungen inkl. BVWP Vorhaben

Von	Nach	km		Höhe	Entlastung/Verkehrsverlagerung			Resilienz			Status/Bemerkung
		Strecke	Gleis	m	Anz	von	Nach	Anz	von	nach	
Hof	Markt-red-witz	41,2	84	90	64	Hamburg	Regensburg	80	Leipzig	Tschechien	BVWP Planung II
Nürnberg	Markt-red-witz	124,2	130	220	28	Nürnberg	Tschechien	16	Leipzig	Nürnberg	BVWP Planung II
Marktred-witz	Cheb	16,6	19	70	28	Nürnberg	Tschechien	60	Leipzig	Tschechien	BVWP Planung II
Marktred-witz	Regensburg	156,1	163	220	64	Hamburg	Regensburg	18	Hamm	Regensburg	BVWP Planung I
München	Mühldorf	63,7	132	120	32	München	Salzburg	24	München	Italien (via Tauern)	BVWP Planung II
Mühldorf	Freilassing	65,6	75	90	32	München	Salzburg	24	München	Italien (via Tauern)	BVWP Planung I; Weitere deutliche Steigerung bei Zweigleisigkeit
Mühldorf	Burghausen	32,2	36	20							BVWP Planung I
Uelzen	Langwedel	97,4	103		30	Bremen	Leipzig	24	Bremen	Hannover	BVWP Überhang (Alpha E)
Lübeck	Büchen	49,3	53	-	34	Lübeck	Hannover	48	Skandina-vien	Hamburg	BVWP neu
Büchen	Lüneburg	30,3	32	-	34	Lübeck	Hannover	76	Hamburg	Hannover	BVWP neu
Landshut	Mühldorf	54,3	60	140	4	Regensburg	Mühldorf	24	Nürnberg	Italien (via Tauern)	BVWP neu
Cuxhaven	Hamburg	61,8	114	-	6	Cuxhaven	Hannover				BVWP neu
Nürnberg	Schwandorf	52,3	110	120				95	Nürnberg	Regensburg	BVWP neu
Lübeck	Bad Kleinen	61,9	65	-	8	Hamburg	Rostock	54	Hamburg	Berlin	BVWP Überhang

NahverkehrsBeratung Südwest

Strategien und Lösungen für den öffentlichen Verkehr

Bingen	Hochspeyer	65,2	128	180	50	Koblenz	Karlsruhe	90	Koblenz	Karlsruhe	Weitere deutliche Steigerung bei Zweigleisigkeit Winden – Wörth
Neustadt/W	Wörth	44,9	78	-	50	Koblenz	Karlsruhe	90	Koblenz	Karlsruhe	Weitere deutliche Steigerung bei Zweigleisigkeit Winden – Wörth
Hameln	Elze	29	30	-	60	Hamm	Braunschweig	36	Hamm	Braunschweig	nicht in BVWP; erhebliche Steigerung bei Wiederherstellung Zweigleisigkeit
Koblenz	Limburg	47,9	94	-	36	Koblenz	Frankfurt	54	Koblenz	Frankfurt	
Heilbronn	Schwäbisch Hall	32,3	65	130	18	Mannheim	Nürnberg	92	Frankfurt	Nürnberg	ggf. Keine Resilienz für Containerzüge wegen Tunnelprofil
Bremerhaven	Rotenburg	86,4	90	-				48	Bremerhaven	Hannover	zunächst im BVWP verworfen, jetzt Bestandteil elektr. Güterbahn
Cottbus	Forst	23,7	25	-	6	Berlin	Breslau	28	Leipzig	Breslau	zudem hoher lokaler SGV
Neumünster	Bad Oldesloe	45,1	48	-				18	Flensburg	Hamburg	
Oldenburg	Osnabrück	108,1	117	-	4	JWP	Ruhr	60	Bremen	Osnabrück	erhebliche Steigerung bei Wiederherstellung Zweigleisigkeit
Augsburg	Buchloe	39,9	83	120	2	Nürnberg	Vorarlberg	48	Augsburg	München	Resilienz auch Ulm – Lindau
Mühldorf	Rosenheim	61,7	64	70	4	Mühldorf	Italien	24	Nürnberg	Italien	Höhere Resilienzwirkung erfordert mehr Kreuzungsbahnhöfe
Tübingen	Horb	31,5	34		8	Stuttgart	Singen	36	Stuttgart	Singen	
		1.523	2.032								