



Technische
Universität
Braunschweig



Untersuchung der Optimierungsmöglichkeiten der Schrankenschließzeiten vom Bahnüber- gang Grünewaldstraße

Abschlussbericht

14.03.2023

Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung
Technische Universität Braunschweig

Institutsleitung:

- Dr.-Ing. Jörn Pahl, j.pahl@tu-braunschweig.de
Universitätsprofessor, in Lehre und Forschung sowie durch Fach- und Buchveröffentlichungen auf dem Gebiet des Betriebs und der Sicherung von Eisenbahnbahnen ausgewiesen

Projektbearbeiter:

- Projektleitung:
Dr.-Ing. Gunnar Bosse, g.bosse@tu-braunschweig.de
Wissenschaftlicher Oberrat, Bauingenieur, Planung und Gestaltung von Bahnanlagen
- Fachbearbeiter:
Leonhard Pelster, M.Sc., l.pelster@tu-braunschweig.de
Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Fachplaner Leit- und Sicherungstechnik

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
1.1 Untersuchungsauftrag	6
1.2 Übersichtsplan	7
2 Rahmenbedingungen	8
2.1 Infrastruktur Stand 2023	8
2.2 Aktuelle Planungen	9
2.3 Geplantes SPNV-Betriebskonzept 2030+	9
2.4 Geplante Infrastruktur 2030+	10
2.5 Verkehrsaufkommen im Güterverkehr	10
3 Untersuchte Varianten	13
3.1 Ausführung der Bahnübergangssicherungsanlage	13
3.2 Planfall 0: Wiederherstellung des Bahnübergangs im neuen ESTW (Variante 0) ...	14
3.3 Planfall 0+: Diskussion der Optimierungsmöglichkeiten	15
3.3.1 Variante 0.1: Optimierung durch Funkanrückmelder	16
3.3.2 Variante 0.2: Versetzen der Ausfahrtsignale	16
3.3.3 Variante 0.3: Richtungsbetrieb mit Versetzen eines Ausfahrtsignals	17
3.3.4 Variante 0.4: Einrichtung von zusätzliche Zwischen- oder Langausfahrtsignale vor dem Bahnübergang	17
3.3.5 Variante 0.5: Planmäßige Fahrt der Personenzüge auf Haltzeigende Ausfahrtsignale	18
3.3.6 Auswahl der weiter zu betrachtenden Varianten	19
4 Ermittlung der Schließzeiten	20
4.1 Grundlagen der Fahrdynamischen Berechnungen	20
4.2 Schließzeiten Variante 0 – BÜ in neuem ESTW	21
4.3 Schließzeiten Variante 0.4 - Langausfahrtsignale	22
4.4 Schließzeiten Variante 0.5 – Langausfahrtsignale mit Halt	22
4.5 Kritische Betrachtung und Einordnung der ermittelten Schließzeiten	24
5 Vergleich der Varianten	26

5.1	Schließzeiten für den querenden Fuß- und Radverkehr	26
5.2	Einfluss auf den Bahnbetrieb	26
5.3	Sicherheit am BÜ Grünewaldstraße	27
5.3.1	Grundsätze zur Sicherheit an Bahnübergängen.....	27
5.3.2	Abgrenzung des Untersuchungsumfangs.....	28
5.3.3	Sicherheit und Risiko bewerten	29
5.3.4	Zu erwartende Unfallarten und potenzielle Schadenausmaße	29
5.3.5	Zu erwartende Entwicklung der Gefährdungswahrscheinlichkeiten	30
5.3.6	Zu erwartende Entwicklung der Übergangswahrscheinlichkeiten	33
5.3.7	Risikoentwicklung	33
5.3.8	Risikobeherrschung/Sicherheitsmaßnahmen	34
6	Zusammenfassung.....	35
7	Literaturverzeichnis	36

Anlagenverzeichnis:

Anlage 1: Schematischer Lageplan Planfall 0+ Variante 0.4 mit Langausfahrtsignalen

Anlage 2: Ergebnisübersicht der Fahrdynamischen Berechnungen für die Schließzeiten am Bahnübergang Grünewaldstraße

Anlage 3: Grafische Aufbereitung der Sperrzeiten am Bahnübergang Grünewaldstraße in der Hauptverkehrszeit

Anlage 4: Grafische Aufbereitung der Sperrzeiten am Bahnübergang Grünewaldstraße in der Nebenverkehrszeit

Abkürzungsverzeichnis

Abzw	Abzweigstelle (auch „Abzweig“)
AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
Bf	Bahnhof
BÜ	Bahnübergang
BÜSA	Bahnübergangssicherungsanlage
DB	Deutsche Bahn
EBKrG	Gesetz über Kreuzungen von Eisenbahnen und Straßen
EBO	Eisenbahnbau- und Betriebsordnung
ESTW	Elektronisches Stellwerk
Hbf	Hauptbahnhof
MIV	Motorisierter Individualverkehr
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
Rbf	Rangierbahnhof
RGB	Regionalverband Großraum Braunschweig

1 Einleitung

1.1 Untersuchungsauftrag

Die Deutsche Bahn AG beabsichtigt, im Bereich des Bahnhofs Gliesmarode das bisherige Mechanische Stellwerk durch ein Elektronisches Stellwerk (ESTW) zu ersetzen. Von diesem Ersatz ist auch die in die Stellwerksanlage eingebundene Bahnübergangssicherungsanlage (BÜSA) am Bahnübergang (BÜ) Grünewaldstraße betroffen. Die BÜSA muss im Zuge dieser Stellwerkserneuerung mit neuer Technik in das ESTW eingebunden werden. Bei umfassenden Erneuerungen von Bahnübergängen ist daneben gemäß Eisenbahnkreuzungsgesetz (EBKrG) deren mögliche Aufhebung oder ein Ersatz durch eine höhenfreie Kreuzung (Brücke oder Unterführung) zu prüfen.

Gemäß Vorzugsvariante der DB Netz AG und aktueller Beschlusslage in den Gremien der Stadt Braunschweig wird derzeit der Ersatz des BÜ durch eine höhenfreie Kreuzung angestrebt. Als Gründe hierfür werden eine bessere Verkehrsabwicklung und die Erhöhung der Sicherheit gesehen. Dementsprechend plant die DB Netz AG das ESTW ohne BÜ. Eine spätere Integration einer „wiedererrichteten“ BÜSA bei nicht erfolgter Umsetzung der höhenfreien Kreuzung wäre jedoch möglich.

Aufgrund der absehbaren Eingriffe in das Umfeld beim Bau einer höhenfreien Kreuzung soll eine mögliche Wiederherstellung des BÜs und die daraus resultierenden zu erwartenden Schließzeiten geprüft werden. Wegen entsprechender Forderungen aus der Bürgerschaft soll zusätzlich eine signaltechnische Optimierung geprüft werden. Die Stadt Braunschweig möchte unter Einbeziehung einer solchen eisenbahntechnischen Untersuchung eine finale Entscheidung treffen.

Die Stadt Braunschweig (Fachbereich Tiefbau und Verkehr) hat vor diesem Hintergrund die Technische Universität Braunschweig (Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung) beauftragt zu ermitteln, welche Schließzeiten an einem BÜ unter Zugrundelegung zukünftiger Personen- und Güterverkehre zu erwarten sind (Planfall 0). Die Planfälle 1 bis 5 umfassen Kreuzungslösungen ohne Bahnübergänge. Sie werden in dieser Studie nicht betrachtet.

Aufbauend auf dem Planfall 0 war in dieser Studie ferner zu untersuchen, durch welche signaltechnischen Maßnahmen und in welchem Umfang die Schließzeiten des Planfalls 0 optimiert werden können (Planfall 0+). Zur begründeten Ableitung des Planfalls 0+ wurden zunächst mehrere Untervarianten (0.1 bis 0.5) definiert und erörtert.

Für die Bahnübergangslösungen war in dieser Studie ferner die Entwicklung der Sicherheit an dem BÜ gegenüber dem heutigen Zustand zu erörtern.

1.2 Übersichtsplan

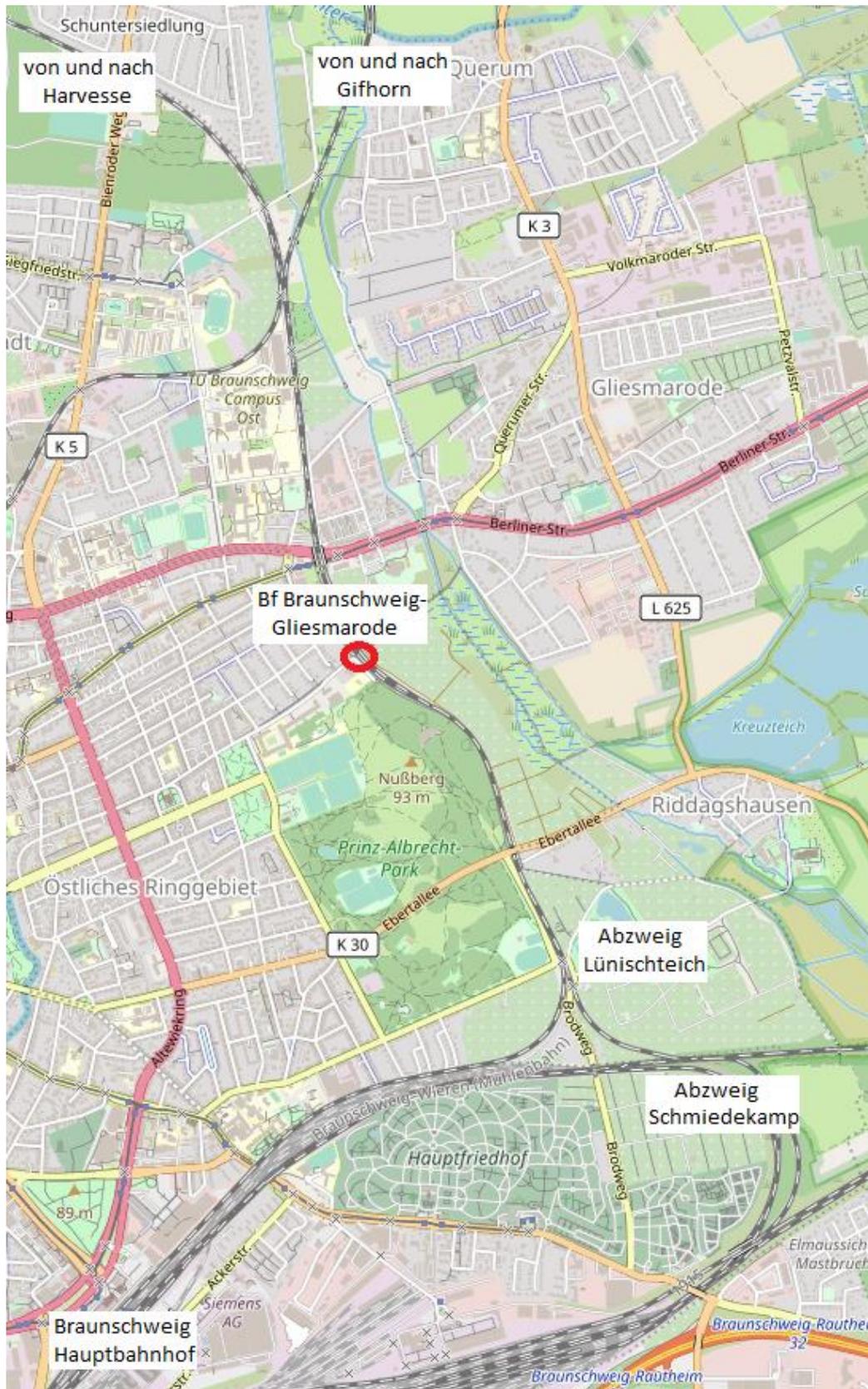


Abbildung 1: Übersichtsplan – Bahnübergang Grünwaldstraße roter Kreis

2 Rahmenbedingungen

Die vorliegende Studie beruht auf den im Zuge der Beauftragung von der Stadt Braunschweig übergebenen Beschreibung der Planungen zum BÜ Grünewaldstraße. Hierin enthalten sind:

- die im Rahmen von Ausschusssitzungen öffentlich zugänglich gemachten Vorlagen und Berichte,
- eine Bestandsvermessung des Umfeldes des BÜ und
- die seitens der DB Netz AG kommunizierten Randbedingungen für die Planung.

Seitens der DB Netz AG wurden keine Entwurfspläne des zukünftigen ESTW oder andere Bestandsplanunterlagen zur Verfügung gestellt. Um die fehlende Datengrundlage zu kompensieren, wurde anhand frei verfügbarer Quellen (Google Maps, OpenStreetMap, OpenRailwayMap) ein signaltechnischer Übersichtsplan der aktuellen Infrastruktur erarbeitet. Fehlende Angaben wurden im Rahmen einer Ortsbegehung ergänzt. Die Genauigkeit der Daten entspricht daher nicht den Anforderungen an eine signaltechnische Planung. Für die Betrachtung der zu erwartenden Schließzeiten und die Aussagekraft der Ergebnisse ist die Genauigkeit jedoch gut geeignet.

2.1 Infrastruktur Stand 2023

Der BÜ Grünewaldstraße liegt im Bahnhof (Bf) Braunschweig-Gliesmarode zwischen den Bahnsteigen und dem südlichen, in Richtung des Hbf Braunschweig gelegenen, Ausfahrtsignalen. Der BÜ wird derzeit durch eine mechanische Vollschrankenanlage gesichert. Die Bedienung liegt beim Weichenwärter im Stellwerk „Gs“ Gliesmarode Süd.

Der Bf Braunschweig-Gliesmarode liegt an der eingleisigen Strecke 1902 Braunschweig – Gifhorn. Im nördlichen (rechten) Bahnhofskopf zweigt die eingleisige Strecke 1722 Celle – Braunschweig ab. Die Strecke ist weitgehend stillgelegt und derzeit nur bis Harvesse in Betrieb. Etwa einen Kilometer südlich des Bf Braunschweig-Gliesmarode zweigt bei der Abzweigstelle (Abzw) Lünischteich die Strecke 1913 zum Rangierbahnhof (Rbf) ab. Die Strecke 1913 kreuzt an der Abzweigstelle (Abzw). Schmiedekamp die zweigleisige Hauptstrecke 1900 Braunschweig – Helmstedt höhengleich. Am Abzw Schmiedekamp können Züge seit dem Umbau im Jahr 2022 auch direkt auf die Strecke 1900 in Richtung Weddel/Magdeburg/Wolfsburg übergehen.

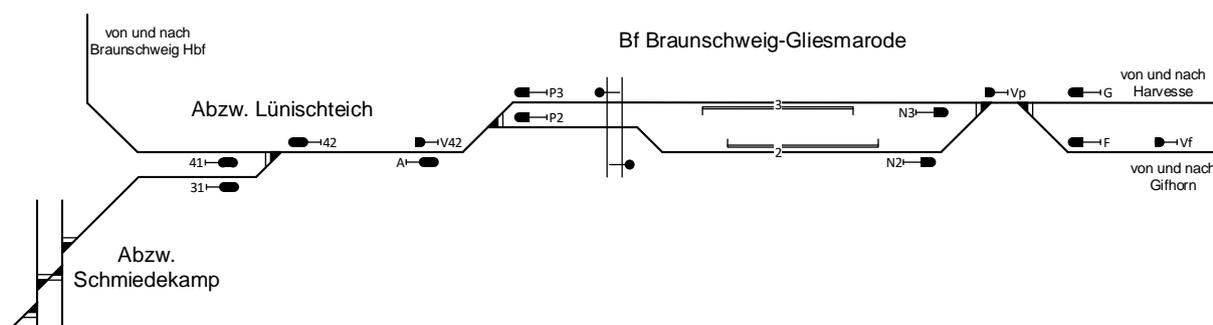


Abbildung 2: Infrastruktur Umfeld Bahnhof Braunschweig-Gliesmarode 2023

Im Bf Braunschweig-Gliesmarode ist das ehemals durchgehende Hauptgleis 1 nicht mehr in Betrieb. Daher befahren alle Fahrten in und durch den Bahnhof Weichen in abweigender Stellung bzw. enge Gleisbögen. Die Einfahrten sind daher derzeit auf 40 km/h und Ausfahrten auf 50 km/h begrenzt.

2.2 Aktuelle Planungen

Die DB Netz AG plant die Sicherungstechnik im Bf Braunschweig-Gliesmarode im Jahr 2024 durch ein ESTW zu ersetzen. Die Vorplanung ist abgeschlossen. Seit der prinzipiellen Zustimmung der Stadt Braunschweig zur Untersuchung einer höhenfreien Querung am heutigen BÜ Grünewaldstraße sehen die Planungen der DB Netz AG für das ESTW keinen BÜ mehr vor. Für den Zeitplan der DB Netz AG ist eine Realisierung des ESTW mit dem BÜ Grünewaldstraße in 2024 nicht mehr möglich. Bei einer möglichen Entscheidung für die Beibehaltung einer höhengleichen Querung würde der BÜ mit einer neuen Planung mit Anpassung des ESTW als „neuer“ BÜ wiederhergestellt werden müssen.

Die Entwurfsplanungen zum ESTW für den Bf Braunschweig-Gliesmarode wurden von der DB Netz AG nicht zur Verfügung gestellt. Auf Grundlage der Randbedingungen der DB Netz AG und der aktuell vorhandenen Infrastruktur ist der mögliche Lösungsraum jedoch begrenzt. Da eine Betrachtung der Schließzeiten für den Horizont 2030/2032 beauftragt wurde, wurde der (Zwischen-)Zustand 2024 nicht weiter untersucht.

2.3 Geplantes SPNV-Betriebskonzept 2030+

Der Regionalverband Großraum Braunschweig (RGB) plant in seinem SPNV-Konzept 2030+ [1] eine deutliche Ausweitung des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) im Bereich des Bf Braunschweig-Gliesmarode. Zum einen soll die RB 47 Braunschweig-Uelzen im Abschnitt Braunschweig-Gifhorn Stadt vom Stundentakt auf einen Halbstundentakt verdichtet werden. Die Planungen hierzu laufen bereits. Um den verdichteten Takt zu ermöglichen, sind die bestehenden Kreuzungsbahnhöfe Gifhorn-Stadt und Rötgesbüttel sowie ein neu zu errichtender Kreuzungsbahnhof im Bereich Braunschweig-Kralenriede vorgesehen. Im Bf Braunschweig-Gliesmarode sind keine planmäßigen Zugkreuzungen vorgesehen.

Daneben plant der RGB die Strecke nach Harvesse im SPNV zu reaktivieren. Das Vorhaben befindet sich in der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung, der sogenannten Standardisierten Bewertung. Geplant sind ein Halbstundentakt in der Hauptverkehrszeit und ein Stundentakt in der Nebenverkehrszeit. Ein Kreuzungsbahnhof ist im Bereich Braunschweig-Watenbüttel vorgesehen. In der Hauptverkehrszeit finden zusätzliche Zugkreuzungen im Bf Braunschweig-Gliesmarode statt.

Sollte die Reaktivierung der Strecke nach Harvesse nicht im vorgesehenen Zeitraum erfolgen, ist seitens des RGB alternativ die Verlängerung einer von Süden kommenden Regionalbahnlinie von Braunschweig Hbf zum Bf Braunschweig-Gliesmarode vorgesehen. Da diese Verlängerung durchgängig im Halbstundentakt möglich wäre, wären die Zugzahlen im Bf Braunschweig-Gliesmarode noch etwas höher als im Reaktivierungsfall nach Harvesse.

2.4 Geplante Infrastruktur 2030+

Um das vorgesehene Betriebsprogramm 2030+ abwickeln zu können, sind diverse Ausbauten der Infrastruktur zwingend notwendig. Für die Einführung des Halbstundentaktes nach Gifhorn sind dies der bereits erwähnte Kreuzungsbahnhof im Bereich Braunschweig-Kralenriede sowie die Beseitigung von Langsamfahrstellen und die abschnittsweise Erhöhung der Streckengeschwindigkeit. Letzteres dient neben der Ermöglichung eines stabilen Fahrplans auch der Attraktivitätssteigerung der Regionalbahnlinie durch eine Verkürzung der Fahrzeiten.

Für die Reaktivierung nach Harvesse sind ebenfalls der Neubau eines Kreuzungsbahnhofes, die Erhöhung der Streckengeschwindigkeit und eine sicherungstechnische Ausrüstung mit Stellwerken und Bahnübergängen notwendig.

Für den Fall der Verlängerung einer Regionalbahn von Braunschweig Hbf zum Bf Braunschweig-Gliesmarode ist für das Wenden des Zuges der Bau eines zusätzlichen Bahnsteiggleises als Stumpfgleis bereits vorgesehen.

Für den Bf Braunschweig-Gliesmarode im Zeithorizont 2030 werden in diesem Zuge folgende Infrastrukturanpassungen berücksichtigt:

- Erhöhung der zulässigen Geschwindigkeiten der zulaufenden Strecken auf möglichst 80 km/h
- Wiedererrichtung des ehemals durchgehenden Hauptgleises 1 (im Bahnsteigbereich in der Lage des heutigen Gleises 2)
- Einbau zusätzlicher Weichen (Weichentrapez in der Nordeinfahrt und Südanbindung des Gleises 1)
- Ggf. Errichtung eines zusätzlichen Bahnsteiggleises als Stumpfgleis (zukünftig Gleis 2)
- Vergrößerung der nutzbaren Gleislänge auf 740m in mindestens einem Gleis.

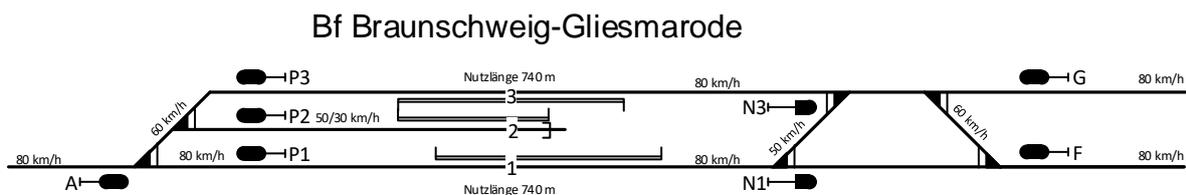


Abbildung 3: Möglicher Zielzustand Bf Braunschweig-Gliesmarode 2030+ ohne BÜ

Die geplante Infrastruktur ermöglicht über das Gleis 1 eine deutliche Beschleunigung der RB 47 von und nach Uelzen/Gifhorn. Für den potentiell reaktivierten SPNV nach Harvesse werden Zugkreuzungen mit gleichzeitigen Einfahrten vorgesehen. Für die ggf. vom Hbf verlängerten Regionalbahnen werden Zugwenden am zusätzlichen Stumpfgleis 2 ermöglicht. Für den Güterverkehr wird das Verkehren von Vollzügen mit bis zu 740 m Zuglänge berücksichtigt.

2.5 Verkehrsaufkommen im Güterverkehr

Im Gegensatz zum bestellten SPNV, welcher im Detail vom RGB weit im Voraus geplant wird, kann die Entwicklung im Güterverkehr nur grob abgeschätzt werden. Das Güterverkehrsaufkommen ist abhängig von konjunkturellen Schwankungen. Im Schienengüterverkehr kommt

die Konkurrenzsituation zum Straßengüterverkehr mit den jeweiligen Rahmenbedingungen hinzu. Daneben ist das Aufkommen auf der betrachteten Strecke von wenigen Großkunden und damit deren Planung und Geschäftserfolg abhängig.

Um überhaupt eine Abschätzung des Güterverkehrsaufkommens vornehmen zu können, wurden im Rahmen dieser Studie das aktuelle Verkehrsaufkommen und der Ausblick bei den anschließenden Güterverkehrskunden abgefragt.

Tabelle 1: Aktuelles Güterverkehrsaufkommen

Güterkunde	Zugpaare	Zuglänge	Zuggewicht
Hafenbetriebsgesellschaft	2-3 Zugpaare pro Tag	max. 550 m	Variiert
Volkswagen	3 Zugpaare pro Tag (Harvesse) 1 Zugpaar pro Tag (Rühme)	200 m 350 m	700 t 1000 t
ALBA	3 Zugpaare pro Woche	ca. 270 m	ca. 800 t
Heizkraftwerk Mitte	3-4 Zugpaare pro Woche	ca. 200 m	ca. 1500 t

Zum zukünftigen Güterverkehrsaufkommen 2030 konnte aus den vorstehend aufgeführten Gründen kein Güterkunde definitive Aussagen machen.

Die Hafenbetriebsgesellschaft geht aber tendenziell von einem steigenden Güterverkehrsaufkommen auf der Schiene aus. Um die aktuell verkehrenden Containerganzzüge nicht mehr im Rangierbahnhof teilen zu müssen, laufen aktuell Planungen zum Ausbau des beim Hafen gelegenen Übergabebahnhofs auf eine Gleislänge von 740 m. Daneben gibt es Überlegungen zum Bau einer neuen Kanalbrücke, um auch das Gewerbegebiet auf der nordwestlichen Seite des Mittellandkanals anbinden zu können. Dies könnte perspektivisch zu ca. zwei zusätzlichen Zugpaaren täglichen führen.

Auch Volkswagen geht tendenziell von einem steigenden Güterverkehrsaufkommen auf der Schiene aus. Volkswagen wäre zudem Hauptnutzer der geplanten Anbindung der nordwestlichen Kanalseite.

Der Güterverkehr zu ALBA wird voraussichtlich stabil bleiben, da keine großen Änderungen beim Müllaufkommen in der Stadt Braunschweig zu erwarten sind.

Die Kohleverfeuerung im Heizkraftwerk Mitte sollte eigentlich in diesem Jahr eingestellt werden. Wie lange sie im Zuge der aktuellen Energiekrise weitergeht, ist aktuell unklar. Es ist jedoch davon auszugehen, dass im Jahr 2030 keine Kohle mehr verfeuert werden wird und damit auch der Transport der Kohle auf der Schiene entfällt. Es liegt bislang keine Information vor, wie zukünftig das Altholz angeliefert werden soll. Sollte die Anlieferung auf der Schiene erfolgen, wäre das zu transportierende Volumen aufgrund des geringeren Heizwertes voraussichtlich signifikant höher und würde sich in größeren Zuglängen oder vermehrten Zugfahrten niederschlagen.

Bei stagnierendem Schienengüterverkehr und dem Wegfall der Kohlezüge wäre mit ca. sieben Zugpaaren pro Tag für 2030 zu rechnen. Bei moderatem Wachstum und Realisierung der zusätzlichen Brücke über den Mittellandkanal wäre eine Steigerung auf ca. 10-11 Zugpaare pro Tag realistisch. Nicht berücksichtigt sind hierbei mögliche Holzverkehre zum Heizkraftwerk Mitte oder möglicherweise neu hinzukommende Anschlusskunden.

An dieser Stelle sei außerdem darauf hingewiesen, dass aus Lärmschutzgründen diverse Ladestellen nachts nicht bedient werden dürfen. Da die Bahnstrecke auch abseits der so regulierten Ladestellen im Stadtgebiet direkt durch bewohntes Gebiet führt, ist eine möglichst weitgehende Abwicklung des Güterverkehrs in den Tagesstunden wünschenswert. Daher wird auch zukünftig ein Großteil der Güterverkehrszüge tagsüber zwischen den Personenzügen verkehren.

3 Untersuchte Varianten

3.1 Ausführung der Bahnübergangssicherungsanlage

Die konkrete bauliche Ausführung des BÜ ist nicht Teil dieser Studie. Es wird davon ausgegangen, dass die Breite im Wesentlichen ausreichend dimensioniert ist und der BÜ nur dem Fuß- und Radverkehr dient. Er könnte sowohl als kombinierter Fuß- und Radweg oder als getrennter Fuß- und Radweg realisiert werden. Die Nutzung durch den MIV wird in diesem Gutachten als baulich unterbunden angenommen.

Unter diesen Prämissen wäre der BÜ gemäß der Richtlinie 815.5000 [2] durch eine Lichtzeichenanlage mit Fußwegschranken und gemäß Richtlinie 815.6020 [3] mit Überwachung durch die Hauptsignale (LzF-Hp) zu sichern. Die Fußwegschranken würden sich etwa in der aktuellen Lage befinden und einen Meter davor wären die Lichtzeichen zu platzieren.

Zusätzlich würde eine Fußgängerakustik installiert werden, welche die Bahnübergangsbenu-
tzenden während des Schließvorganges über zwei Lautsprecher warnt. Eine Überwachung des Gefahrenraums durch den Weichenwärter mittels Kameraanlage, wie derzeit im Bestand vor-
handen, wäre nicht erforderlich und würde daher voraussichtlich entfallen.

Die Einschaltstreckenberechnung erfolgt gemäß Richtlinie 815.5100 [4]. Für die Berechnung ist bei dieser Bauform von den Maßen des BÜ nur die maximale Räumstrecke für Fußgänger (dF) relevant. Dieses bemisst sich von Lichtzeichen bis hinter die gegenüberliegende Fußweg-
schranke und beträgt etwa 26 m.

Die Einschaltstrecke (se) bei hauptsignalüberwachten BÜSA besteht aus dem Abstand des schützenden Hauptsignals zum BÜ (sBÜ), aus dem Bremswegabstand zwischen dem relevanten Vorsignal und dem schützenden Hauptsignal (sb) und der Vorgabestrecke zwischen dem Punkt der Anrückmeldung und dem relevanten Vorsignal (svg).

$$s_e = s_{BÜ} + s_b + s_{vg}$$

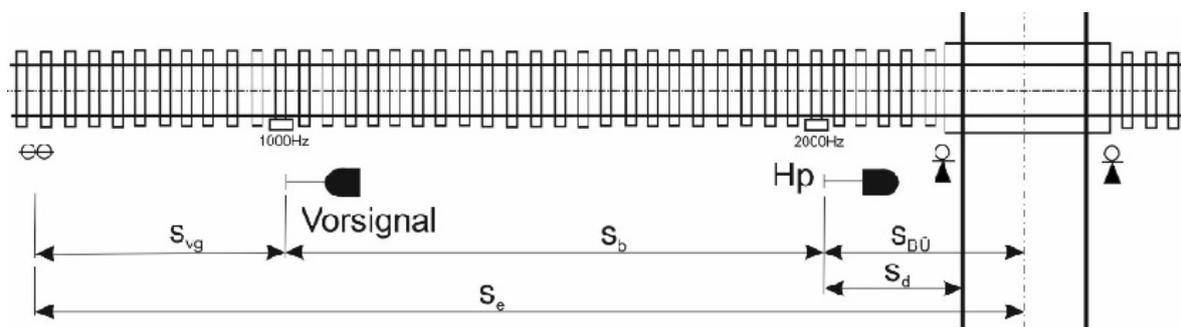


Abbildung 4: Vorgabestrecke auf Strecken mit Vorsignal [5]

Die Vorgabestrecke (svg) berechnet sich aus der Streckengeschwindigkeit (vE) und der Vorgabezeit (tvg).

$$s_{vg} = t_{vg} / v_E$$

Die Vorgabezeit (tv_g) setzt sich wiederum aus den folgenden Zeitbestandteilen am BÜ zusammen:

- Die Vorleuchtzeit (t_{lF}) ist die Zeit vom Einschalten der Lichtzeichen bis zum Schließbeginn der Fußwegschraken. Der langsamste Fußgänger muss in dieser Zeit den BÜ überqueren können. Aufgrund der großen Tiefe des BÜ ergeben sich hier 25 s.
- Die Schließzeit (t_s) beschreibt den Schließvorgang der Fußwegschraken. Da voraussichtlich der Gitterbehang an den Schrankenbäumen erhalten bleibt, sind hier 10 s anzusetzen.
- Die Signalstellzeit (t_{sig}) beschreibt die Verarbeitungszeit im Stellwerk von der Meldung „gesichert“ der BÜSA bis zur Fahrtstellung des Haupt- und Vorsignals. Diese wird mit 5 s angesetzt.
- Für den Triebfahrzeugführer ist eine Signalsichtzeit (t_{Tf}) von 10 s vorzusehen.
- Zusätzlich ist durch eine sogenannte Nachlaufzeit (t_n) von 11 s zu verhindern, dass die Schranken beim Öffnen nach einer Zugfahrt reversieren.

Insgesamt ergibt sich somit:

$$tv_g = t_{lF} + t_s + t_{sig} + t_{Tf} + t_n = 25 \text{ s} + 10 \text{ s} + 5 \text{ s} + 10 \text{ s} + 11 \text{ s} = 61 \text{ s}$$

Bei einer Streckengeschwindigkeit von 80 km/h entspricht dies einer Vorgabestrecke (svg) von 1.356 m und bei einer Streckengeschwindigkeit von 60 km/h sind es 1.017 m. Die Abstände zwischen BÜ, schützendem Hauptsignal und dem Bremswegabstand zum relevanten Vorsignal entsprechen den Signalstandorten der Stellwerksplanung.

3.2 Planfall 0: Wiederherstellung des Bahnübergangs im neuen ESTW (Variante 0)

Die Nullvariante (Variante 0) bezeichnet die Wiederherstellung des BÜ bestandsnah. Im aktuellen Planungsstand würde dies heißen, dass nach der Inbetriebnahme des ESTW zunächst der BÜ geschlossen wäre. In einer zweiten Baustufe würde dieser dann mit neuer Technik in das dann bestehende ESTW integriert. Der BÜ befindet sich in diesem Planfall zwischen den Ausfahrtsignalen im Bahnhofsgleisbereich. Einzig im möglichen Stumpfgleis 2 würde das Ausfahrtsignal P2 vor dem BÜ stehen.

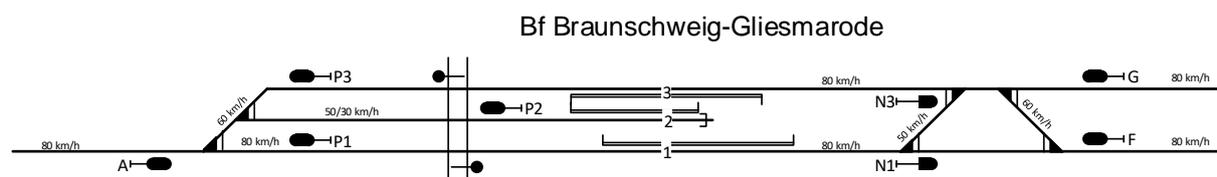


Abbildung 5: Variante 0 - Bf Braunschweig-Gliesmarode

3.3 Planfall 0+: Diskussion der Optimierungsmöglichkeiten

In der öffentlichen Diskussion und in mehreren Anfragen in städtischen Gremien wurden verschiedene Möglichkeiten zur Optimierung der Schließzeiten am BÜ Grünewaldstraße angeregt, empfohlen oder gefordert. Wesentlicher Inhalt dieser Studie ist deshalb auch die Evaluierung dieser Vorschläge. Technische Lösungen können nur insoweit betrachtet werden, wie sie dem Stand der Technik entsprechen. Weiterhin können Varianten nur berücksichtigt werden, so sie sich als betrieblich machbar und rechtlich umsetzbar darstellen lassen.

Hierzu wird im Folgenden zunächst die zentrale Problematik am BÜ Grünewaldstraße vorgestellt, Möglichkeiten zur Verbesserung erörtert und anschließend eine im Hinblick auf die zu erwartenden Schließzeiten optimierte Variante zur weiteren quantitativen Betrachtung ausgewählt.

Zentrale Problematik am Bahnübergang Grünewaldstraße

Der aktuelle BÜ Grünewaldstraße ist geprägt durch seine Lage innerhalb von Bahnhofsgleisen. Dies hat zur Folge, dass jeweils die Einfahrsignale des Bahnhofs die den BÜ schützenden Signale sind. Deshalb muss der Sicherungsvorgang am BÜ bereits deutlich vor Erreichen der Vorsignale zu den Einfahrsignalen (Einfahrtvorsignal) durch den Zug beginnen. Bei Personenzügen von Gifhorn oder zukünftig auch Harvesse kommt der Halt am Bahnsteig hinzu. Hierdurch ergeben sich bereits heute sehr lange Einzelschließzeiten von ca. 5 Minuten pro Zug von Gifhorn. Durch die vorgesehene deutliche Erhöhung der Zugzahlen im SPNV werden sowohl die Gesamtschließzeit, als auch die Anzahl der sehr langen Einzelschließzeiten deutlich steigen. Neben der Reduktion der Gesamtschließzeit des BÜs liegt daher eine besondere Priorität auf der Verringerung der besonders langen Einzelschließzeiten, da diese für die Nutzer des BÜs besonders ärgerlich und auch nicht für alle nachvollziehbar sind.

Optimierungsmöglichkeiten für Züge „von links“ vom Hbf oder Rbf

Bei „Zügen von links“ (Ausdruck bei Bahnübergängen für Züge die in aufsteigender Kilometrierungsrichtung verkehren) vom Hauptbahnhof oder Rangierbahnhof konnte kein Optimierungspotential ermittelt werden. Eine Realisierung als zugesteuerte in der Überwachungsart Fernüberwacht ist aufgrund der nicht realisierbaren Annäherungsstrecke ohne Hauptsignal nicht möglich. Der Standort des Einfahrsignals A kann aufgrund vorgeschriebener Abstände zur ersten Weiche, der Rangierhalttafel und anderen Signalen sowie aufgrund der notwendigen Signalsichtbarkeit (Kurve um den Nußberg und Straßenüberführung der Ebertallee nur sehr eingeschränkt variiert werden. Aufgrund des vorgegebenen Bremswegabstandes zum Einfahrsignal A steht auch die Verwendung der Blocksignale der Abzweigstelle Lünischteich als Einfahrtvorsignal fest. Eine Optimierung der Annäherungsmeldungen hinsichtlich der konkreten Fahrgeschwindigkeit der einzelnen Züge würde ebenfalls nicht zu einer Verbesserung führen, da südlich der Abzweigstelle Lünischteich auf den beiden Strecke vom Hbf bzw. vom Rbf jeweils homogener Verkehr (nur Personenzüge vom Hbf und nur Güterzüge vom Rbf) vorliegt.

3.3.1 Variante 0.1: Optimierung durch Funkanrückmelder

Die Firma Siemens bietet einen sogenannten Funkanrückmelder an. Dieser besteht aus Achszählern am Gleis, einer Auswerteeinheit, einem Funkmodul und ggf. einer autarken Stromversorgung. Er bietet für die Generierung von Anrückmeldungen zwei Vorteile gegenüber einer konventionellen Lösung.

Zum einen werden weder eine Verkabelung des Anrückmelders noch der damit verbundene Kabeltiefbau notwendig. Dies kann je nach Örtlichkeit zu signifikanten Einsparungen bei Investitionsmitteln und Bauzeit führen. Das ist im vorliegenden Fall jedoch vermutlich zu vernachlässigen.

Der zweite Vorteil liegt in der Möglichkeit zur Messung der Geschwindigkeit der verkehrenden Züge und einer dazu angepassten Verzögerung der Anrückmeldung.

Im Fall des Bf Gliesmarode ist von einem Funkanrückmelder nur auf der Zulaufstrecke von Harvesse ein Vorteil zu erwarten, da dies die einzige Zulaufstrecke ist, auf der mit Mischverkehr mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten gefahren wird. Bei der angenommenen Geschwindigkeitsdifferenz von 80 km/h für Personenzüge und 60 km/h für Güterzüge und den berechneten Vorgabestrecken wäre bei Güterzügen einer Verkürzung der Schließzeiten von ca. 20 Sekunden erreichbar. Demgegenüber steht allerdings eine vorzusehende Zeit von 10 Sekunden für den Funkverbindungsaufbau, welche die vorzusehende Vorgabestrecke entsprechend verlängern würde. In Anbetracht des geringen Verbesserungspotentials und der ausschließlichen Verbesserung für Güterzugfahrten von Harvesse, wird diese Option nicht weiter betrachtet.

3.3.2 Variante 0.2: Versetzen der Ausfahrtsignale

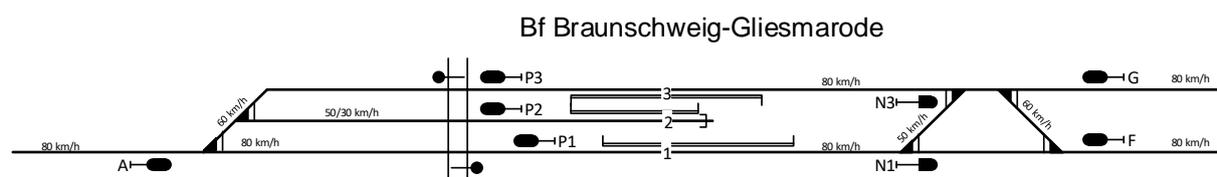


Abbildung 6: Variante 0.2 – Versetzen der Ausfahrtsignale

Eine Möglichkeit zur Verbesserung der Schließzeiten besteht darin, die ungünstige Lage des BÜs aus dem Bahnhofsgleisbereich heraus zu verlegen. Da der BÜ selbst, aufgrund der Wegeanbindungen und der Topographie, praktisch nicht verlegt werden kann, ist dies nur durch das Versetzen der Ausfahrtsignale P1 und P3 vor den BÜ möglich. Dies hätte jedoch deutliche Einschränkungen bei der nutzbaren Gleislänge zur Folge. Dies wird von der DB Netz abgelehnt, da es deren Ziel zuwider laufen würde, bis zu 740 m lange Züge fahren zu können. Eine solche Einschränkung für Güterzüge könnte sogar ein Verfahren nach §11 des Allgemeinen Eisenbahngesetzes (AEG) wegen „...mehr als geringfügige Verringerung der Kapazität einer Strecke, ...“ [6] erforderlich machen. In diesem Verfahren wäre darzulegen, dass die zu reduzierenden Kapazitäten auch in Zukunft nicht mehr benötigt werden. Die Variante 0.2 wird daher nicht weiter verfolgt.

3.3.3 Variante 0.3: Richtungsbetrieb mit Versetzen eines Ausfahrtsignals

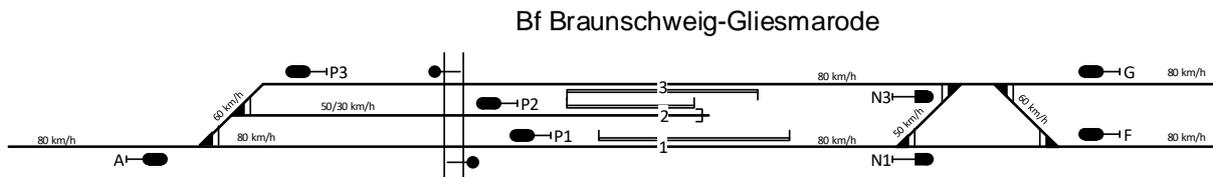


Abbildung 7: Variante 0.3 - Richtungsbetrieb

Anstelle des Versetzens beider Ausfahrtsignale wäre es denkbar, nur eines der beiden Ausfahrtsignale P1 oder P3 vor den BÜ zu versetzen. In dieser Variante wäre es notwendig, dass Personenzüge und kurze Güterzüge von rechts jeweils das Gleis mit dem versetzten Ausfahrtsignal nutzen. Lange Güterzüge könnten das Gleis mit dem nicht versetzten Ausfahrtsignal nutzen. Züge von links könnten je nach Zuglänge beide Gleise flexibel nutzen.

Diese Variante verringert die betriebliche Flexibilität im Bf Braunschweig-Gliesmarode, da eine feste Zuordnung der jeweiligen Züge zu den Bahnhofsgleisen erfolgt. Dies verringert die Möglichkeiten der Disposition im Falle von Unregelmäßigkeiten oder Bauarbeiten. Da die Nachteile dieser Variante im Regelbetrieb zu vernachlässigen sind, könnte diese Variante seitens der DB Netz AG zustimmungsfähig sein.

Die Verbesserung bei der Schließzeit des BÜs resultiert daraus, dass bei Fahrten in das Gleis mit versetztem Ausfahrtsignal nun nicht mehr das Einfahrtsignal das relevante Vorsignal ist, sondern diese Funktion das Einfahrtsignal als Mehrabschnittssignal übernehmen würde. Die Fahrstrecke zwischen Anrückmeldung und BÜ würde sich um einen Bremswegabstand von ca. 700 m verkürzen.

3.3.4 Variante 0.4: Einrichtung von zusätzliche Zwischen- oder Langausfahrtsignale vor dem Bahnübergang

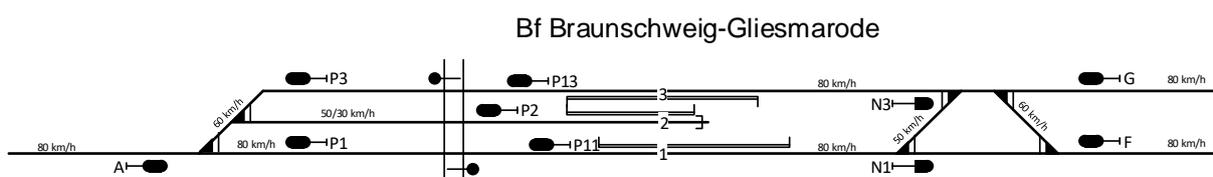


Abbildung 8: Variante 0.4 - Langausfahrtsignale

Als Alternative zum Versetzen der Ausfahrtsignale vor den BÜ könnten an dieser Stelle auch zusätzliche Zwischen- bzw. Langausfahrtsignale P11 und P13 errichtet werden. Dies hätte den Vorteil, dass einerseits für Fahrten von Personenzüge und kurzen Güterzüge diese Signale verwendet werden könnten. Andererseits könnten lange Güterzüge weiterhin die „normalen“ Ausfahrtsignale nutzen. Bei dieser Variante würde sowohl eine Einschränkung der nutzbaren Gleislängen vermieden als auch die betriebliche Flexibilität erhalten. Diese Variante erzeugt durch die zusätzlichen Signale erhöhte Investitions- und Unterhaltungskosten, sie könnte jedoch seitens der DB Netz AG zustimmungsfähig sein.

Die Verbesserung bei der Schließzeit des BÜs resultiert wie bei der Variante 0.3 daraus, dass nun nicht mehr das Einfahrvorsignal das relevante Vorsignal ist, sondern diese Funktion das Einfahrsignal als Mehrabschnittssignal übernehmen würde.

Zur Realisierung einer schließzeitoptimierten Variante mit Langausfahrtsignalen muss das ESTW aus dem Planfall 0 um die beiden Ausfahrtsignale P11 und P13 vor dem BÜ ergänzt werden. Neben den direkt sichtbaren zusätzlichen Signalen sind zwei zusätzliche Gleisfreimeldeabschnitte, Verkabelungsarbeiten, Anpassungen an den Ausfahrtsignalen P1 und P3, ggf. Anpassungen an der Geschwindigkeitssignalisierung, sowie die Einrichtung der zusätzlichen Fahrstraßen in der Stellwerkslogik notwendig. Ein schematischer Lageplan ist als Anlage 1 beigelegt.

Je nach genauer Positionierung der Ausfahrtsignale könnten statt der Langausfahrtsignale auch Zwischensignale errichtet werden. Diese würden zwar wahrscheinlich den Mindestabstand zum folgenden Hauptsignal von 400 m unterschreiten, wären aber im Rahmen einer Ausnahmegenehmigung voraussichtlich umsetzbar. In Bezug auf die Schließzeiten am BÜ sind jedoch keine Unterschiede zu erwarten.

Entsprechend der Vorgaben der DB Netz soll im Betrieb möglichst nicht auf ein Halt zeigendes Hauptsignal zugefahren werden, da dies durch die Wirkungsweise der PZB negative Folgen für die Fahrzeit haben kann. Daher sollen das Langausfahrtsignale P11 bzw. P13 und das jeweils relevante Vorsignal F bzw. G auch bei haltenden Personenzügen rechtzeitig einen Fahrtbegriff anzeigen.

3.3.5 Variante 0.5: Planmäßige Fahrt der Personenzüge auf Haltzeitige Ausfahrtsignale

In Abweichung zu den Vorgaben der DB Netz AG wäre es technisch möglich, dass die Einschaltung der BÜSA bei haltenden Personenzügen so verzögert wird, dass das jeweilige Ausfahrtsignale erst nach Halt des Zuges am Bahnsteig auf einen Fahrtbegriff wechselt. Es ist zu vermuten, dass die Schließzeiten am BÜ in diesem Fall signifikant verkürzt werden können.

Diese Variante würde seitens der DB Netz AG entsprechend den Vorgaben vermutlich abgelehnt werden, da sie aufgrund der Wirkungsweise der punktförmige Zugbeeinflussung (PZB) zu Fahrzeitverlängerungen führen kann.

In einer technischen Realisierung wäre dieses Verfahren mit derselben Infrastruktur wie die Variante 0.4 umsetzbar. Hierbei würden die Zwischen- bzw. Langausfahrtsignale ausschließlich für haltende Personen- bzw. haltende kurze Güterzüge verwendet werden. Die Einschaltung der BÜSA würde bei diesen Zügen erst der bei Belegung des Bahnsteiggleises und gleichzeitiger Anforderung der entsprechenden Ausfahrtsignale erfolgen. Durchfahrende Züge müssten in dieser Variante zwingend die normalen Ausfahrtsignale nutzen, da sie andernfalls wegen der zu späten Sicherung des BÜs anhalten müssten.

Haltende Personenzüge würden in der Variante 0.5 das jeweilige Einfahrsignal mit dem Signalbegriff Ks2 „Halt erwarten“ passieren. Hierbei wird zur Verhinderung der „Weiterfahrt gegen haltzeitiges Hauptsignal“ die punktförmige Zugbeeinflussung (PZB) aktiviert. Nach dem Halt

am Bahnsteig wechselt die PZB in den sogenannten restriktiven Modus zur Verhinderung der „Anfahrt gegen haltzeigendes Hauptsignal“. Im restriktiven Modus sind je nach Anordnung der Signale und der Haltestelle unterschiedlich lange Strecken mit maximal 25 km/h oder 45 km/h zurückzulegen. Dies kann zu signifikanten Fahrzeitverlängerungen führen und kann im Rahmen der Fahrdynamischen Berechnung für den Einzelfall überprüft werden.

3.3.6 Auswahl der weiter zu betrachtenden Varianten

Die Varianten 0.1 und 0.2 werden – wie bereits oben erläutert – nicht weiter betrachtet.

Die Varianten 0.3 und 0.4 nutzen Signalstandorte, die in denselben Abständen zum BÜ stehen. Für sie können die Schließzeiten gemeinsam berechnet werden. Da Variante 0.3 weniger betriebliche Flexibilität bietet, wird nachfolgend nur die Variante 0.4 weiter betrachtet.

Auch wenn zu erwarten ist, dass die Variante 0.5 von der DB Netz AG wegen betrieblicher Einschränkungen abgelehnt werden wird, sollen die theoretisch erreichbaren Schließzeiten als Ergänzung zur Variante 0.4 ebenfalls berechnet werden. Hierbei soll auch untersucht werden, ob und wenn ja in welchem Umfang Fahrzeitverlängerungen durch die PZB zu erwarten wären.

Die weiter verfolgten Varianten 0.4 und 0.5 entsprechen dem im Auftrag genannten Planfall „0+“ mit optimierten Schließzeiten.

4 Ermittlung der Schließzeiten

4.1 Grundlagen der Fahrdynamischen Berechnungen

Für die fahrdynamische Berechnung wurde ein vereinfachtes Modell mit konstanter Anfah- und Bremsbeschleunigung verwendet. Dies ist ausreichend, da bei den zu berechnenden Annäherungsstrecken fast ausschließlich konstante Fahrtabschnitte und Bremsvorgänge abzubilden sind. Bremsvorgänge werden auch bei komplexeren Programmen zur Fahrdynamischen Berechnung mit konstanten Verzögerungen in Abhängigkeit zu dem Bremsvermögen der Verkehrenden Züge und der Ausgangsgeschwindigkeit ermittelt.

Als Fahrzeuge für den Personenverkehr wurden die aktuell verkehrenden LINT54 angenommen. Die Variation bei den Güterzügen ist wesentlich größer. Hier wurden ein gemischter Güterzug mit 400 m Länge und 1500 t Last, sowie ein Containerzug mit 740 m Länge und 1500 t Last angenommen.

Tabelle 2: Annahmen zu den Zugdaten für die Fahrdynamische Berechnung

Zugtyp	Länge	Beschleunigung	Verzögerung
Personenzug LINT54	54 m	0,4 m/s ²	0,7 m/s ²
Gemischter Güterzug	400 m	0,1 m/s ²	0,4 m/s ²
Containerzug	740 m	0,1 m/s ²	0,4 m/s ²

Gerade das Beschleunigungsvermögen der Güterzüge ist stark abhängig vom eingesetzten Triebfahrzeug und der tatsächlichen Last. Kurze Güterzüge oder leere Güterzüge können besser beschleunigen. Da jedoch kaum Beschleunigungsvorgänge im Betrachtungsbereich vorkommen, wurde auf eine zusätzliche Variation verzichtet. Das Beschleunigungsvermögen der LINT54 nimmt mit zunehmender Geschwindigkeit stark ab. Für den relevanten Bereich (0-40 km/h) nach dem Halt am Bahnsteig, ist die Annahme jedoch hinreichend genau.

Für jede vorkommende Zugfahrt als Kombination aus Planfall, Richtung, Gleis und Zugtyp wurde mittels der fahrdynamischen Berechnung eine zu erwartende Schließzeit am BÜ pro Zugfahrt errechnet. Zusätzlich zur rein theoretischen Fahrzeit wurde ein üblicher Fahrzeitschlag von 5% angesetzt. Die Ergebnisse je Zugfahrt sind in der Anlage 2 im Detail zusammengefasst.

Um die Gesamtschließzeit je Stunde zu ermitteln und die Schließvorgänge im Verlauf einer typischen Stunde darzustellen, wurden die Ergebnisse je Zugfahrt mit den Ankunfts- und Abfahrts- bzw. Durchfahrtszeiten aus der Fahrplanstudie des Regionalverbandes kombiniert. Die resultierenden Verläufe für eine typische Stunde in der Hauptverkehrszeit bzw. der Nebenverkehrszeit sind in den Anlagen 3 und 4 dargestellt. Die Hauptverkehrszeit wird vom Regionalverband mit 05:30 bis 08:30 Uhr und 14:30 bis 18:30 Uhr angegeben.

Die Schließzeiten für Zugfahrten vom Hbf und Rbf sind für alle Planfälle gleich, da in dieser Fahrtrichtung kein Optimierungspotential ermittelt werden konnte. Die Schließzeiten je Zugfahrt liegen hierbei zwischen 2,3 und 3,6 Minuten. Wobei die kürzeren Schließzeiten bei Personenzügen mit hoher Einfahrtsgeschwindigkeit und die längeren Schließzeiten bei langen Güterzügen auftreten. Die Verbesserung der Schließzeiten bei Personenzügen im Vergleich zum aktuellen Status Quo ergeben sich im Wesentlichen aus der unterstellten Erhöhung der Streckengeschwindigkeit auf 80 km/h und der geplanten Wiedererrichtung des durchgehenden Hauptgleises 1 ebenfalls für 80 km/h.

4.2 Schließzeiten Variante 0 – BÜ in neuem ESTW

Bei der Variante 0 liegen die zu erwartenden Schließzeiten für Züge von Gifhorn bzw. Harvesse bei 3,7 bis 4,3 Minuten. Wobei die kürzeren Schließzeiten bei kurzen Güterzügen und die längeren Schließzeiten bei haltenden Personenzügen mit reduzierter Einfahrtsgeschwindigkeit auftreten. In der Kombination ergeben sich folgende Werte für die Gesamtschließzeit pro Stunde und die jeweils längsten Einzelschließzeiten:

Tabelle 3: Schließzeiten am Bahnübergang Variante 0 – BÜ in neuem ESTW

	Hauptverkehrszeit	Nebenverkehrszeit
Gesamtschließzeit pro Stunde	25,0 min	30,9 min
Anteil Schließzeit pro Stunde	42 %	51 %
Längste Einzelschließzeiten	4,2 min	4,3 min
	4,2 min	4,1 min
	4,1 min	4,1 min

Die höhere Gesamtschließzeit in der Nebenverkehrszeit im Vergleich zur Hauptverkehrszeit liegt an den dann vermehrt verkehrenden Güterzügen.

Die längsten Einzelschließzeiten treten in der Hauptverkehrszeit bei den Zugkreuzungen der RB 49 (von und nach Harvesse) auf, da der BÜ zwischen den beiden Zügen nicht geöffnet werden kann. Die Schließzeiten der Züge der RB 47 von Gifhorn und dem Güterzug liegen jedoch mit ca. 4 Minuten in derselben Größenordnung.

Die geringfügig größere Maximalschließzeit in der Nebenverkehrszeit liegt beim RB 49 von Harvesse, da unterstellt wurde, dass dieser in der Nebenverkehrszeit planmäßig das Gleis 1 nutzt, um das Gleis 3 flexibler für den Güterverkehr nutzen zu können. Die übrigen längeren Schließzeiten der RB 47 von Gifhorn und der Güterzüge von Harvesse liegen wiederum bei ca. 4 Minuten.

4.3 Schließzeiten Variante 0.4 - Langausfahrtsignale

Bei der Variante 0.4 liegen die zu erwartenden Schließzeiten für Züge von Gifhorn bzw. Harvesse bei 3,0 bis 3,7 Minuten. Wobei die kürzeren Schließzeiten bei kurzen Güterzügen und die längeren Schließzeiten bei haltenden Personenzügen mit reduzierter Einfahrtsgeschwindigkeit auftreten. In der Kombination ergeben sich folgende Werte für die Gesamtschließzeit pro Stunde und die jeweils längsten Einzelschließzeiten:

Tabelle 4: Schließzeiten am Bahnübergang Variante 0.4 - Langausfahrtsignale

	Hauptverkehrszeit	Nebenverkehrszeit
Gesamtschließzeit pro Stunde	23,2 min	27,8 min
Anteil Schließzeit pro Stunde	39 %	46 %
Längste Einzelschließzeiten	4,2 min	3,8 min
	4,2 min	3,6 min
	3,4 min	3,4 min

Gegenüber der Variante 0 kann mit der Variante 0.4 die Gesamtschließzeit in der Hauptverkehrszeit um 1,8 Minuten und in der Nebenverkehrszeit um 3,2 Minuten gesenkt werden.

Die geringere Verkürzung in der Hauptverkehrszeit ist darauf zurückzuführen, dass für die beiden Zugkreuzungen der RB 49 (von und nach Harvesse) keine Verkürzung der Schließzeit eintritt. Daher bleiben auch die beiden längsten Einzelschließzeiten in der Hauptverkehrszeit gleich. Dies liegt daran, dass die Verkürzung der theoretischen Schließzeit für den von Harvesse kommenden Zuges innerhalb der Überlappung mit dem vom Hbf kommenden Zug liegt.

Die längsten Einzelschließzeiten abseits der Zugkreuzung sind weiterhin die RB 49 von Harvesse in der Nebenverkehrszeit auf Gleis 1, sowie die Güterzüge und die RB 47 von Gifhorn.

Die Verkürzung der Schließzeiten pro Zug von Harvesse bzw. Gifhorn beträgt gegenüber dem Planfall 0 zwischen 13% und 20%. Wobei die Verkürzung bei kurzen durchfahrenden Güterzügen am stärksten und bei haltenden Personenzügen mit reduzierter Einfahrtsgeschwindigkeit am geringsten ist.

4.4 Schließzeiten Variante 0.5 – Langausfahrtsignale mit Halt

Bei der Variante 0.5 mit planmäßiger Fahrt auf haltzeitiges Ausfahrtsignal wird vorgesehen, dass die Sicherung des BÜs bei Fahrten mit Ziel Langausfahrtsignal P11 bzw. P13 erst mit Befahren des Bahnhofsgleises angestoßen wird. Folglich können diese Fahrstraßen nur für haltende Züge verwendet werden. Durchfahrende Güterzüge müssen in diesem Fall die normalen Ausfahrtsignale nutzen, da sie andernfalls auch im Bahnhof anhalten müssten.

Die zu erwartenden Schließzeiten für haltende Personenzüge von Gifhorn bzw. Harvesse könnten somit auf ca. 2,0 Minuten reduziert werden. Die Schließzeiten für durchfahrende Güterzüge würden hingegen der Variante 0 entsprechen. In der Kombination ergeben sich folgende Werte für die Gesamtschließzeit pro Stunde und die jeweils längsten Einzelschließzeiten:

Tabelle 5: Schließzeiten am Bahnübergang Variante 0.5 – Langausfahrtsignale mit Halt

	Hauptverkehrszeit	Nebenverkehrszeit
Gesamtschließzeit pro Stunde	21,1 min	24,4 min
Anteil Schließzeit pro Stunde	35 %	41 %
Längste Einzelschließzeiten	4,2 min	4,1 min
	4,2 min	4,1 min
	4,1 min	3,6 min

Die Variante 0.5 mit planmäßiger Fahrt auf haltzeigendes Ausfahrtsignal ermöglicht somit eine weitere Reduktion der Gesamtschließzeit am BÜ pro Stunde. Die längsten Schließzeiten sind jedoch verglichen mit der konventionellen Variante 0.4 sogar höher und entsprechen etwa der Variante 0. Dies liegt zum einen daran, dass in der Hauptverkehrszeit die theoretische Verkürzung für die RB 49 von Harvesse wieder durch die Zugkreuzung überdeckt wird und damit nicht realisiert werden kann. Daneben ist keine Verbesserung für die durchfahrenden Güterzüge möglich, welche somit insbesondere in der Nebenverkehrszeit nun für die längsten Einzelschließzeiten verantwortlich sind.

Die fahrdynamische Berechnung ergab außerdem, dass infolge der restriktiven PZB 90 Überwachung nach dem Halt der Personenzüge von Gifhorn bzw. Harvesse eine Fahrzeitverlängerung von knapp 10 Sekunden bei der Weiterfahrt zum Hbf zu erwarten ist. Es ist daher davon auszugehen, dass dieser Planfall von der DB Netz AG abgelehnt werden wird. Um den entstehenden Fahrzeitverlust an anderer Stelle wieder auszugleichen, wäre beispielsweise eine Geschwindigkeitserhöhung von 80 km/h auf 100 km/h in der Größenordnung von mindestens einem Kilometer erforderlich.

4.5 Kritische Betrachtung und Einordnung der ermittelten Schließzeiten

Da der zu betrachtende Zustand relativ weit in der Zukunft liegt, beruht diese Studie auf den diversen genannten Annahmen. Um die Unsicherheiten hinsichtlich Abweichungen von den Annahmen einschätzen zu können, wurden folgende Überlegungen angestellt:

Infrastruktur

In der Studie wurde eine Ertüchtigung aller Zulaufstrecken für die Personenzüge auf 80 km/h angenommen. Dies stellt die Abschätzung hin zu möglichst kurzen Schließzeiten dar. Eine weitere Steigerung über 80 km/h scheint aufgrund der Trassierung der Strecken und der Lage in bebautem Gebiet nicht realistisch machbar. Sollte eine Steigerung der Geschwindigkeiten hingegen nur auf 60 km/h realisiert werden, würde dies die Schließzeiten je Personenzug um ca. 10 Sekunden verlängern.

Zugmaterial SPNV

Die derzeit eingesetzten LINT54 Dieseltriebzüge sind vergleichsweise schwach in der Beschleunigung. Insbesondere durch den Einsatz von spurtstärkeren Fahrzeugen im Rahmen der angedachten Elektrifizierung könnten die Fahrzeiten für die Regionalbahnen spürbar verkürzt werden. Auf die Schließzeiten am BÜ hätte dies jedoch praktisch keine Auswirkungen, da im Annäherungsbereich kaum Beschleunigungsvorgänge stattfinden.

Mengengerüst SPNV

Das angesetzte Mengengerüst im SPNV entspricht den Planungen des Regionalverbandes. Da dieser den SPNV bestellt und selbst über die Regionalisierungsmitteln planbar mit den entsprechenden Finanzmitteln versorgt ist, kann das Mengengerüst als belastbar angesehen werden. Sollte die Reaktivierung nach Harvesse nicht erfolgen, wäre mit der Durchbindung einer Regionalbahnlinie von Süden über den Hbf nach Braunschweig-Gliesmarode eine vergleichbar dichte Belegung des Abschnittes zu erwarten.

Zugmaterial und Mengengerüst Güterverkehr

Die größten Unsicherheiten der Studie liegen beim Güterverkehrsaufkommen in Art und Anzahl. Sicher abschätzen lässt sich das Güterverkehrsaufkommen auf einer Strecke über diesen Zeitraum nicht, da zu viele Abhängigkeiten zu anderen Rahmenbedingungen bestehen, die nichts mit der Eisenbahn an sich zu tun haben. Im Rahmen der Befragung der Güterverkehrskunden konnten die jeweiligen Prognosen von einem mindestens gleichbleibenden bis steigendem Aufkommen glaubhaft begründet werden. Die getroffenen Annahmen können somit als wahrscheinlichstes Szenario angesehen werden.

Im Einzelfall werden die vorgesehenen Güterzugtrassen stundenweise nicht belegt werden, wodurch die jeweilige Einzelschließzeit entfällt. Im Rahmen der gesellschaftlich überwiegend gewollten Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene, müssen diese Kapazitäten auf der sogenannten „letzten Meile“ jedoch zwingend vorgehalten werden.

Mögliche Halte von Güterzügen auf dem Bahnübergang

Im Rahmen der Studie konnte nicht ermittelt werden, in welchem Umfang Güterzüge auf dem BÜ halten werden. Bei planmäßigem Verkehr ist davon auszugehen, dass die über den Bf Braunschweig-Gliesmarode verkehrenden Güterzüge im Regelfall als Durchfahrten geplant werden. Bei Abweichungen vom Fahrplan ist jedoch davon auszugehen, dass bei dem vorgesehenen dichten Betriebsprogramm auch Güterzüge zur Kreuzung oder Pufferung im Bahnhof werden warten müssen.

Als kritischer Punkt wird hier vor allem die höhengleiche Kreuzung mit der bereits heute dicht und zukünftig noch dichter befahrenen Hauptbahnstrecke 1900 Braunschweig – Helmstedt im Abzweig Schmiedekamp gesehen. Da der Bf Braunschweig-Gliesmarode im näheren Umfeld des Abzweiges die einzige Möglichkeit zum Puffern von langen Güterzügen bietet, können Fahrplanabweichungen auf der Hauptbahnstrecke 1900 entsprechende Auswirkungen auf den Güterverkehr im Bf Braunschweig-Gliesmarode haben und dort zu außerplanmäßigen Wartezeiten von Güterzügen führen.

Lange Güterzüge würden in solchen Betriebssituationen zwangsläufig auch auf dem BÜ zum Stehen kommen. In solchen Fällen ist zuzüglich zu der Schließzeit des BÜs von ca. 5 Minuten für das reine Ein- und Wiederausfahren mit einer betrieblich erforderlichen Wartezeit unbekannter Höhe zu rechnen. Ähnliches gilt bei möglicherweise notwendigen Rangierarbeiten im Bf Braunschweig-Gliesmarode.

5 Vergleich der Varianten

5.1 Schließzeiten für den querenden Fuß- und Radverkehr

Die zu erwartenden Schließzeiten am BÜ Grünewaldstraße wurden im Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** für die Varianten 0, 0.4 (Langausfahrtsignale) und 0.5 (Langausfahrtsignale mit Halt) berechnet. Für die Variante 0.1 (Funkanrückmeldung) sind keine Verbesserungen im Vergleich zur Variante 0 zu erwarten. Die Schließzeiten der Variante 0.3 (Richtungsbetrieb) können im Regelbetrieb mit den errechneten Werten der Variante 0.4 gleichgesetzt werden. Die Schließzeiten der Variante 0.2 (Versetzung der Ausfahrtsignale) sind ebenfalls denen der Variante 0.4 ähnlich. Aufgrund der verkürzten Gleisnutzlänge werden jedoch die längeren Güterzüge im Rangierbahnhof geteilt und in zwei Teilen befördert werden müssen. Die dadurch größere Anzahl an Zugfahrten wird die Gesamtschließzeit geringfügig erhöhen.

Tabelle 6: Variantenvergleich - Schließzeiten

Variante 0	Variante 0	Variante 0.1	Variante 0.2	Variante 0.3	Variante 0.4	Variante 0.5
vgl. Abschn.	3.2	3.3.1	3.3.2	3.3.3	3.3.4	3.3.5
Gesamtschließzeit HVZ	25,0 min	25,0 min	23,2 min + x	23,2 min	23,2 min	21,1 min
längste Einzelschließzeit	4,2 min	4,2 min	4,2 min	4,2 min	4,2 min	4,2 min
Gesamtschließzeit NVZ	30,9 min	30,9 min	27,8 min + x	27,8 min	27,8 min	24,4 min
längste Einzelschließzeit	4,3 min	4,3 min	3,8 min	3,8 min	3,8 min	4,1 min

5.2 Einfluss auf den Bahnbetrieb

Bei der Variante 0 sind keine signifikanten Einflüsse des BÜs auf den Bahnbetrieb zu erwarten, da der BÜ jeweils zeitgerecht eingeschaltet wird und die Züge somit unbehindert fahren können. Nur bei Störungen an der BÜSA oder einer Anrückmeldung sind negative Folgen für den Bahnbetrieb zu erwarten. Daneben ist der BÜ in der Rückfallebene bei Störungen im Stellwerk durch den zuständigen Fahrdienstleiter besonders zu beachten.

Die Variante 0.1 (Funkanrückmeldung) wurde wegen der fehlenden Verbesserungsmöglichkeit nicht detailliert betrachtet. Es sind jedoch verglichen mit der Variante 0 kaum Unterschiede in Bezug auf den Bahnbetrieb zu erwarten. Die Wahrscheinlichkeit von Störungen ist geringfügig höher, da die Anrückmeldung zusätzlich bei Funkstörungen ausfallen kann.

Die Variante 0.2 (Versetzung der Ausfahrtsignale) hat starke negative Folgen für den Bahnbetrieb, da die nutzbare Gleislänge und damit verbunden die maximale Länge von Güterzügen eingeschränkt werden. Daneben gelten die Punkte der Variante 0

Die Variante 0.3 (Richtungsbetrieb) hat negative Folgen für den Bahnbetrieb, welche sich im Wesentlichen durch eine geringere Flexibilität in der Betriebsführung im Falle von Betriebseinschränkungen zeigen. Daneben gelten die Punkte der Variante 0.

Die Variante 0.4 (Langausfahrtsignale) hat keine besonderen Einflüsse auf den Bahnbetrieb. Einzig die Punkte von Variante 0 gelten ebenfalls.

Bei der Variante 0.5 (Langausfahrtsignale mit Halt) sind hingegen infolge der restriktiven PZB 90 Überwachung nach Halt am Bahnsteig Fahrzeitverlängerungen von knapp 10 Sekunden zu erwarten. Des Weiteren gelten bei Störungen dieselben Punkte wie zuvor bei Variante 0.

Tabelle 7: Variantenvergleich – Einfluss auf den Bahnbetrieb

Variante 0	Variante 0.1	Variante 0.2	Variante 0.3	Variante 0.4	Variante 0.5
0	0	--	-	0	--

5.3 Sicherheit am BÜ Grünewaldstraße

5.3.1 Grundsätze zur Sicherheit an Bahnübergängen

Die Sicherheit an Bahnübergängen wird durch die Anwendung der anerkannten Regeln der Technik bei der Planung und Errichtung von Bahnübergängen, die korrekte Anwendung der bahnseitigen Vorschriften für den Betrieb und die Wartung sowie das korrekte Verhalten der querenden Verkehrsteilnehmer gewährleistet.

Ferner obliegen den Betreibern von Eisenbahnen wegen der vom Betrieb ausgehenden Gefahren grundsätzliche Verkehrssicherungspflichten. Die Rechtsprechung der letzten 20 Jahre hat dazu geführt, dass es im Einzelfall nicht allein ausreichen kann, die Anforderungen der EBO zu erfüllen, sondern die Bahnbetreiber aufgefordert sind, örtlichen Situationen und Besonderheiten Beachtung zu schenken und ggf. ergänzende Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen. Solche Maßnahmen können z.B. in der Nähe von Schulen, Kindergärten, Blindenheimen geboten sein. Aber auch in Situationen, in denen aufgrund örtlicher Verhältnisse mit einem Fehlverhalten querender Verkehr zu rechnen bzw. solches offensichtlich und bekannt ist. Typische Beispiele für ergänzende Maßnahmen sind z.B. rechts und links von den Sicherungsanlagen angeordnete Zäune. Mit ihnen soll bei gesperrtem BÜ ein versehentliches Betreten der Gleisanlagen verhindert bzw. ein absichtliches Betreten oder Überschreiten der Gleisanlagen unterbunden werden (Abbildung 9).



Abbildung 9: Bahnübergang mit ergänzendem Zaun, um Fehlverhalten, wie das Umlaufen des gesperrten Bahnübergangs zu unterbinden; hier Bahnübergang Buchhorst bei Braunschweig (Foto: IfEV)

5.3.2 Abgrenzung des Untersuchungsumfangs

Der Untersuchungsumfang bzgl. der unter 5.3.1 angeführten Grundsätze zur Sicherheit ist wie folgt abgegrenzt worden:

- Benennen und Bewerten von Faktoren, die einen an dem BÜ Grünewaldstraße relevanten Einfluss auf die Sicherheit haben können (Risikofaktoren).
- Planung und Bau: Es wird in diesem Gutachten vorausgesetzt, dass die neu zu errichtende BÜSA nach den anerkannten Regeln der Technik geplant, gebaut und abgenommen wird.
→ Es wird in dieser Studie keine diesbezügliche Untersuchung durchgeführt.
- Eisenbahnbetrieb: Es wird in diesem Gutachten vorausgesetzt, dass der Betrieb entsprechend des gültigen betrieblichen Regelwerks durchgeführt wird.
→ Es wird in dieser Studie keine diesbezügliche Untersuchung durchgeführt.
- Schließzeiten: Es ist Kernaufgabe dieses Gutachtens, die zu erwartenden Schließzeiten Berechnung der Schließzeiten zu ermitteln. Dies erfolgt in dieser Studie nach den anerkannten Regeln der Technik.
- Verkehrssicherungspflicht: Aufgrund der sich aus der Verkehrssicherungspflicht ergebenden Obliegenheiten wird in dieser Studie geprüft, ob offensichtliche Gegebenheiten vorliegen oder zu erwarten sind, die ergänzende Sicherheitsmaßnahmen erfordern könnten.

- Nicht Gegenstand dieses eisenbahnspezifischen Gutachtens sind bahnfremde Aspekte der Sicherheit wie z.B. die soziale Sicherheit und die Verkehrssicherheit auf den zulaufenden und anschließenden Wegen.

5.3.3 Sicherheit und Risiko bewerten

Risikoformel

Sicherheit wird auf Basis von Risikobetrachtungen nachgewiesen. Hintergrund ist, dass es in keinem Bereich des menschlichen Lebens eine hundertprozentige Sicherheit gibt. Ein System oder eine Lebenssituation wird dann als „sicher“ empfunden, wenn das verbleibende Restrisiko als ausreichend klein erachtet wird. Dieses Empfinden kann subjektiv unterschiedlich ausfallen. Die gesellschaftliche Risikoakzeptanz schlägt sich in den Sicherheitsanforderungen der Gesetze und Verordnungen nieder. Die gesellschaftliche Risikoakzeptanz ist nicht statisch, sondern verändert sich über die Jahre. I.d.R. wachsen die Anforderungen. Risiken, die z.B. in den 1970er Jahren noch akzeptiert wurden, können heutzutage nicht mehr akzeptabel sein.

Risiko kann mathematisch beschrieben werden. Es ist die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Unfall eintritt, multipliziert mit der Höhe des zu wartenden Schadens (Schadenausmaß). Die Unfallwahrscheinlichkeit wiederum lässt sich durch das Produkt aus der Wahrscheinlichkeit, dass eine gefährliche Situation (Gefährdung) eintritt (Gefährdungswahrscheinlichkeit) und der Wahrscheinlichkeit, dass die gefährliche Situation in einen Unfall übergeht (Übergangswahrscheinlichkeit), ausdrücken.

Risiko = Gefährdungswahrscheinlichkeit x Übergangswahrscheinlichkeit x Schadensausmaß

Im Rahmen dieser Studie können wegen fehlender Zahlen keine Wahrscheinlichkeiten angegeben werden. Auch wäre im Falle vorliegender Zahlen für eine etwaige statistische Auswertung ein mehrmonatiger Zeitaufwand notwendig, ohne die Aussagekraft für die seitens der Stadt zu treffende Entscheidung signifikant zu verbessern.

Vorgehen in diesem Gutachten

Die Bewertung der Planfälle mit einem BÜ erfolgt in dieser Studie auf

- der Betrachtung gefährlicher Situationen,
- der Einschätzung der Abwendbarkeit des Unfalleintritts und
- der bei einem Unfall zu erwartenden Schäden.

Vergleiche werden qualitativ im Sinne von „höher“ oder „niedriger“ vorgenommen.

5.3.4 Zu erwartende Unfallarten und potenzielle Schadensausmaße

In dieser Studie werden die im Zusammenhang mit dem Bahnbetrieb und den kreuzenden Verkehren stehenden direkten Unfälle und daraus resultierenden Ausmaße von Personenschäden betrachtet.

Der am BÜ Grünewaldstraße querende Verkehrsweg ist für den Fuß- und Radverkehr ausgewiesen. Eine regelmäßige Nutzung durch Straßenfahrzeuge ist nicht vorgesehen. Unfälle mit Straßenfahrzeuge werden daher nicht betrachtet.

Im Kontext mit querendem Fuß- und Radverkehr sind unabhängig von der Ursache bzw. Schuldfrage folgende Unfallarten und Schadensausmaße zu erwarten:

- Kollisionen zwischen Zufußgehenden oder Radfahrenden mit Schienenfahrzeugen: Beide Personenkreise sind weitestgehend ungeschützt. Angesichts der Größe und Masse von Schienenfahrzeugen ist bei einer Kollision im Mittel mit schweren bis tödlichen Verletzungen zu rechnen. Die Schwere der Verletzungen könnte angesichts zukünftig etwa um bis zu 20 km/h höherer Geschwindigkeiten theoretisch etwas mehr zuzunehmen, wird aber im Folgenden als unverändert angenommen.
- Kollisionen zwischen Zufußgehenden oder Radfahrenden und schließenden Schrankenbäumen: Es ist insbesondere bei Radfahrenden je nach Geschwindigkeit mit leichten bis hin zu schweren Verletzungen zu rechnen. Die neue BÜSA wird hinsichtlich der Schrankenbäume vergleichbar mit der heutigen Anlage ausgerüstet sein (Schrankenbäume mit Gitterbehang). Daher wird hinsichtlich der Schwere von Verletzungen nicht mit Änderungen zu rechnen sein.
- Stürze von Zufußgehenden oder Radfahrenden zwischen den Schrankenbäumen: Unter Annahme vergleichbarer Wegoberflächen ist bei Stürzen gegenüber dem heutigen Zustand mit keiner Veränderung der Schwere der Verletzungen zu rechnen.

Zusammenfassung Unfallart und -schwere

Die neu zu errichtende BÜSA wird mit denselben Unfallarten behaftet sein wie die bisherige. Im Wesentlichen werden auch dieselben Schwere von Verletzungen zu erwarten sein.

5.3.5 Zu erwartende Entwicklung der Gefährdungswahrscheinlichkeiten

Die Planungen der Stadt Braunschweig als auch des Regionalverbandes gehen von folgender Verkehrsentwicklung am BÜ Grünewaldstraße aus:

- Zunahme der Zugzahlen im Personen- und Güterverkehr
- Verdichtung des Fahrplanangebots (mehr Halte im Bf Gliesmarode)
- Zunahme der Bahnreisenden ab und nach Bf Gliesmarode
- Zunahme des Radverkehrs (Veloroute o.ä.)
- Fußverkehr keine Aussagen

Gefährdungen aus dem regulären Betrieb

Eine nach den anerkannten Regeln der Technik geplante, gebaute und für den Betrieb zugelassene Sicherungseinrichtung gilt als sicher. Dennoch kann – wie auch bei anderen technischen Systemen – nie eine 100-prozentige Sicherheit garantiert werden. Das bedeutet, dass es bezogen auf die Anzahl der Sicherungsvorgänge mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit zu einem Versagen der Sicherung und damit zu einer gefährlichen Situation kommen kann.

Nehmen – bezogen auf eine Zeiteinheit – die Zahl der Zugfahrten und Schließvorgänge zu, so steigt die Wahrscheinlichkeit, dass es in dieser Zeiteinheit zu einem Versagen der Sicherungseinrichtung kommt. Mit einer zunehmenden Zahl querender Verkehrsteilnehmer steigt zudem die Wahrscheinlichkeit, dass im Falle eines technischen Versagens querende Verkehre im Gefährdungsbereich aufhalten werden.

Um einer solchen zwangsläufigen Erhöhung der Gefährdungswahrscheinlichkeit entgegenzuwirken, werden die Anforderungen an sicherungstechnische Ausstattung von Bahnübergängen nach Zugzahlen und den Stärken der querenden Verkehre ausgerichtet und nach schwachem, mäßigem und starkem Verkehr unterschieden (vgl. EBO § 11 (13)). Diese Differenzierung wird allerdings nur an der Stärke des Straßenverkehrs festgemacht. Die Stärke der querenden Fuß- und Radverkehre bleibt unberücksichtigt. Die Mindestanforderung an die Sicherung von Fuß- und Radverkehren ergibt sich folglich aus EBO § 11 (9). Danach müssen Bahnübergänge von Fuß- und Radwegen durch die Übersicht auf die Bahnstrecke (Absatz 12) oder durch hörbare Signale der Eisenbahnfahrzeuge gesichert werden. Ferner müssen auf Hauptbahnen zusätzlich Umlaufsperrn oder ähnlich wirkende Einrichtungen angebracht sein. Grundsätzlich ist aber stets auch zu prüfen, ob eine solche Minimalausstattung in der jeweiligen Örtlichkeit ausreichend ist.

Angesichts der örtlichen Verhältnisse am BÜ Grünewaldstraße, des großen Aufkommens an Fuß- und Radverkehr und auch der Tatsache, dass der BÜ pulkartig von Schulklassen genutzt wird, wäre eine solche Mindestausstattung unzureichend, die Anordnung von Umlaufsperrn sogar gefährlich. Die genaue technische Ausstattung des neuen BÜ Grünewaldstraße ist den Verfassern dieser Studie zum gegenwärtigen Planungsstand nicht bekannt. Wir gehen davon aus, dass sie aufgrund der örtlichen Situation der heutigen ähnlich sein und wieder einen Vollabschluss mit Schranken erhalten wird.

Gefährdungen durch Fehlverhalten

Im Zuge der Verkehrssicherungspflicht muss bei der Sicherheitsbetrachtung auch mögliches Fehlverhalten in Erwägung gezogen werden. Augenscheinlich zu erwarten sind, aufgrund der örtlichen Situation, folgende Fehlverhalten.

- Queren des sich schließenden BÜs bei Rotlicht
- Überklettern der gesenkten Schrankenbäume
- Umgehen der gesenkten Schrankenbäume
- Unterkriechen der gesenkten Schrankenbäume
- Zu- und Abgang zu den Bahnsteigen vom BÜ aus

Queren des sich schließenden Bahnübergangs bei Rotlicht

Der BÜ Grünewaldstraße ist mit 26 Metern Abstand zwischen den Schrankenbäumen verhältnismäßig breit. Die Vorleuchtzeit bis zum Senken der Schrankenbäume wird 25 Sekunden betragen (vgl. Schließzeitenberechnung). Sie ist auf Zuzußgehende (1,2 m/s bzw. ca. 4 km/h) bemessen. Radfahrende hingegen werden den BÜ bereits bei gemäßigem Tempo in nur acht

Sekunden queren (12 km/h), schnellere in vier Sekunden. Die Differenz zwischen der Vorleuchtzeit und der Querungszeit von Radfahrenden wird mit 17 bis 21 Sekunden relativ groß ausfallen. Verbunden mit einer zu erwartenden Schließzeit von bis zu vier, fünf Minuten Dauer, muss mit Radfahrenden gerechnet werden, die versuchen werden, noch während der Vorleuchtzeit den BÜ zu queren. Gelingt das Queren des BÜs nicht rechtzeitig, sind das Einschließen zwischen den Schrankenbäumen (Gefährdung) oder Kollisionen mit einem der Schrankenbäume (Unfall) die Folge.

Einschätzung: Angesichts der gegenüber dem Ist-Zustand erwarteten Zunahme der Schließvorgänge, der prognostizierten Zunahme des Radverkehr sowie des ungünstigen Verhältnisses zwischen Vorleuchtzeit und Querungszeit der Radfahrenden ist zukünftig – bezogen auf eine Zeiteinheit – mit einer höheren Wahrscheinlichkeit zu rechnen, dass Radfahrende auf dem BÜ eingeschlossen werden oder mit einem senkenden Schrankenbaum kollidieren.

Überklettern der gesenkten Schrankenbäume

Angesichts des erwarteten hohen Aufkommens an Zufußgehenden und Radfahrenden ist mit einer gewissen sozialen Kontrolle zu rechnen. Ferner erfordert das Überklettern von Schrankenbäumen eine gewisse sportliche Fitness. Mit einem gehäuften Überklettern abgesenkter Schrankenbäume wird kaum zu rechnen sein.

Einschätzung: Das Überklettern der gesenkten Schrankenbäume wird unter den genannten Bedingungen auch bei einer Zunahme der querenden Verkehre nicht signifikant zur Erhöhung der Gefährdungswahrscheinlichkeit beitragen.

Umgehen der gesenkten Schrankenbäume

Abgesenkte Schrankenbäume können leicht umgangen werden. In Tageszeiten mit höherem Verkehrsaufkommen wird dem eine gewisse soziale Kontrolle entgegenstehen. In Tageszeiten mit weniger Verkehrsaufkommen weniger. Dies kann recht einfach eingedämmt werden, wenn an die Schrankenbäume angrenzend beiderseits Absperrzäume installiert oder Hecken gepflanzt werden. Solche Absperrungen sind heute bereits vorhanden.

Einschätzung: Das Umgehen der gesenkten Schrankenbäume wird unter den genannten Bedingungen auch bei einer Zunahme der querenden Verkehre nicht signifikant zur Erhöhung der Gefährdungswahrscheinlichkeit beitragen.

Unterkriechen der gesenkten Schrankenbäume

Aufgrund der örtlichen Situation, insbesondere dass der BÜ von Schüler*innen mehrerer Schulen auf dem Weg zum Schwimmunterricht im Bad Gliesmarode genutzt wird und dass von Süden (vom Nußberg) kommende Weg über den BÜ hinweg nach Osten abfällt, wird davon ausgegangen, dass die Schrankenbäume des neuen BÜs wie der bisherige mit Gitterbehängen ausgestattet sein werden. Derartige Behänge verhindern das Unterkriechen wirksam.

Einschätzung: Das Unterkriechen der gesenkten Schrankenbäume wird unter den genannten Bedingungen auch bei einer Zunahme der querenden Verkehre nicht signifikant zur Erhöhung der Gefährdungswahrscheinlichkeit beitragen.

Zu- und Abgang zu den Bahnsteigen vom Bahnübergang aus

Vereinzelt ist zu beobachten, dass Reisende, die die über die Grünewaldstraße angebundene Wohnquartiere erreichen möchten, die Bahnsteige des Bf Braunschweig-Gliesmarode über das Gleisfeld und den BÜ verlassen statt den regulären Zugang zu nutzen. Gleiches gilt umgekehrt für den Zugang zu den Bahnsteigen. Die Gründe dürften in einem signifikanten Zeitgewinn liegen. Bezogen auf den Punkt Grünewaldstraße/Einmündung Ringgleisweg sind über den BÜ und das Gleisfeld ca. 250 m bis zum Fahrkartenautomaten zurückzulegen. Werden dagegen der reguläre Zugang und die Bahnsteigrampe genutzt, beträgt der Weg 500 m. Bei Gehgeschwindigkeiten von 5 bis 6 km/h ergibt sich beim illegalen Zu- bzw. Abgang über das Gleisfeld ein Zeitvorteil von etwa 2,5 bis 3 Minuten gegenüber dem regulären Zugang.

Einschätzung: Bedingt durch steigende Reisendenzahlen und häufigere Fahrten von Personenzügen muss mit einem Anstieg von Fällen gerechnet werden, in denen sich Personen im Gleisfeld zwischen den Gleisen bzw. zwischen den abgesenkten Schrankenbäumen befinden. Die Wahrscheinlichkeit potenziell gefährlicher Situationen wird pro Zeiteinheit zunehmen.

5.3.6 Zu erwartende Entwicklung der Übergangswahrscheinlichkeiten

Mit der Übergangswahrscheinlichkeit wird beschrieben, wie wahrscheinlich es ist, dass eine gefährliche Situation in einen Unfall übergeht. Umgekehrt betrachtet kann durch sie ausgedrückt werden, wie gut die Chancen sind, dass trotz einer eingetretenen gefährlichen Situation kein Unfall eintritt.

Die Wahrscheinlichkeiten, dass eine eingetretene gefährliche Situation in einen Unfall mündet, werden aus folgenden Gründen zunehmen:

- Bedingt durch höhere Fahrgeschwindigkeiten:
 - Längere Bremswege der Züge
 - Schnelleres Herannahen der Züge
 - Späteres Erkennen der herannahenden Züge durch Personen, die sich im Gefahrenbereich der Gleise befinden
 - Späteres Erkennen der gefährlichen Situation vom Zug aus
- Bedingt durch ferngesteuertes Stellwerk
 - Keine Eingriffsmöglichkeit durch örtliches Personal
 - Keine Videoüberwachung

5.3.7 Risikoentwicklung

Gefährdungswahrscheinlichkeit

Die Planungen der Stadt Braunschweig (z.B. Veloroute) und des Regionalverbands Großraum Braunschweig (Taktverdichtung, Reaktivierung) werden mit Steigerungen bei den Zugzahlen, bei den querenden Verkehrsströmen und bei den Reisenden von/ab Bahnhof Gliesmarode verbunden sein. Dies geht bezogen auf eine Zeiteinheit zwangsläufig mit einer Erhöhung der

Wahrscheinlichkeit einher, mit der gefährliche Situationen an dem BÜ Grünewaldstraße eintreten können. Ferner lassen die langen Vorleuchtzeiten sowie die örtliche Lage von Bahnsteigen und BÜ vermehrt Rotlichtverstöße durch Radfahrende, sowie unzulässiges Betreten von Bahngelände durch Reisende, erwarten.

Übergangswahrscheinlichkeit

Mit der Erhöhung der zulässigen Geschwindigkeit auf den Gleisen, dem Wegfall des im Sichtbereich des BÜs arbeitenden Personals wird die Möglichkeit abnehmen, bei einer eingetretenen gefährlichen Situation den Übergang zu einem Unfall zu verhindern. Die Übergangswahrscheinlichkeit wird sich somit erhöhen.

Schadenausmaße

Die bei einem Unfall zu erwartenden Schadensschwere wird sich gegenüber heute nicht signifikant erhöhen. Sie wird insbesondere bei der Kollisionen zwischen Zufußgehenden bzw. Radfahrenden mit Schienenfahrzeuge weiterhin im Bereich schwerer bis tödlicher Verletzungen liegen.

Qualitative Risikoentwicklung

Bei zwei der drei Faktoren der Risikoformel wird eine Erhöhung erwartet, bei dem dritten ein Gleichbleiben. Damit wird bezogen auf eine Zeiteinheit das Risiko an dem BÜ Grünewaldstraße zunehmen. Eine Quantifizierung ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich.

5.3.8 Risikobeherrschung/Sicherheitsmaßnahmen

Die Zugzahlen, die Stärke und Zusammensetzung der querenden Verkehrsströme als auch die auf den Gleisen zulässigen Geschwindigkeiten liegen in Größenordnungen, die nach den gesetzlichen Vorgaben die Anpassung und auch die Errichtung eines neuen BÜ erlauben. Dies gilt auch für die zukünftige Situation am heutigen BÜ Grünewaldstraße. Wegen der örtlichen Situation und des großen Aufkommens an Radfahrenden und Zufußgehenden sollte, bei Wiederherstellung des BÜ, dieser gemäß den aktuellen Vorschriften mit Fußwegschranken mit Gitterbehang, die die gesamte Breite des BÜ absperren, ausgerüstet werden.

Um das Risiko insgesamt in einem zulässigen Maße zu beherrschen, sollte die Infrastrukturbetreiberin bei der Wiedereinrichtung des BÜs im Zuge der Verkehrssicherungspflicht zudem folgende, risikowirksame Punkte in die Überlegungen zur Gestaltung der BÜSA und ihrer Umgebung beachten, abwägen und ggf. zusätzliche Maßnahmen ergreifen:

- Umlaufen der gesenkten Schrankenbäume,
- Rotlichtverstöße durch Radfahrende,
- Illegale Zu- und Abgänge zu bzw. von den Bahnsteigen durch das Gleisfeld.

6 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde eine mögliche Wiederherstellung des höhengleichen Bahnübergangs Grünewaldstraße, nach Errichtung des neuen Elektronischen Stellwerks im Bahnhof Braunschweig-Gliesmarode, betrachtet. Hierzu wurden die vorhandene Infrastruktur, die geplanten Infrastrukturanpassungen und das absehbare Eisenbahnbetriebsprogramm im Zeithorizont 2030+ betrachtet.

Ausgehend vom Planfall 0, der Wiederrichtung des Bahnübergangs ohne Optimierung, wurden fünf Varianten für eine Optimierung der Schließzeiten diskutiert. Die Variante 0.4 mit Langausfahrtsignalen wurde aufgrund der zu erwartenden Verbesserungen der Schließzeiten und der prinzipiellen Zustimmungsfähigkeit seitens der DB Netz AG als Vorzugsvariante ausgewählt.

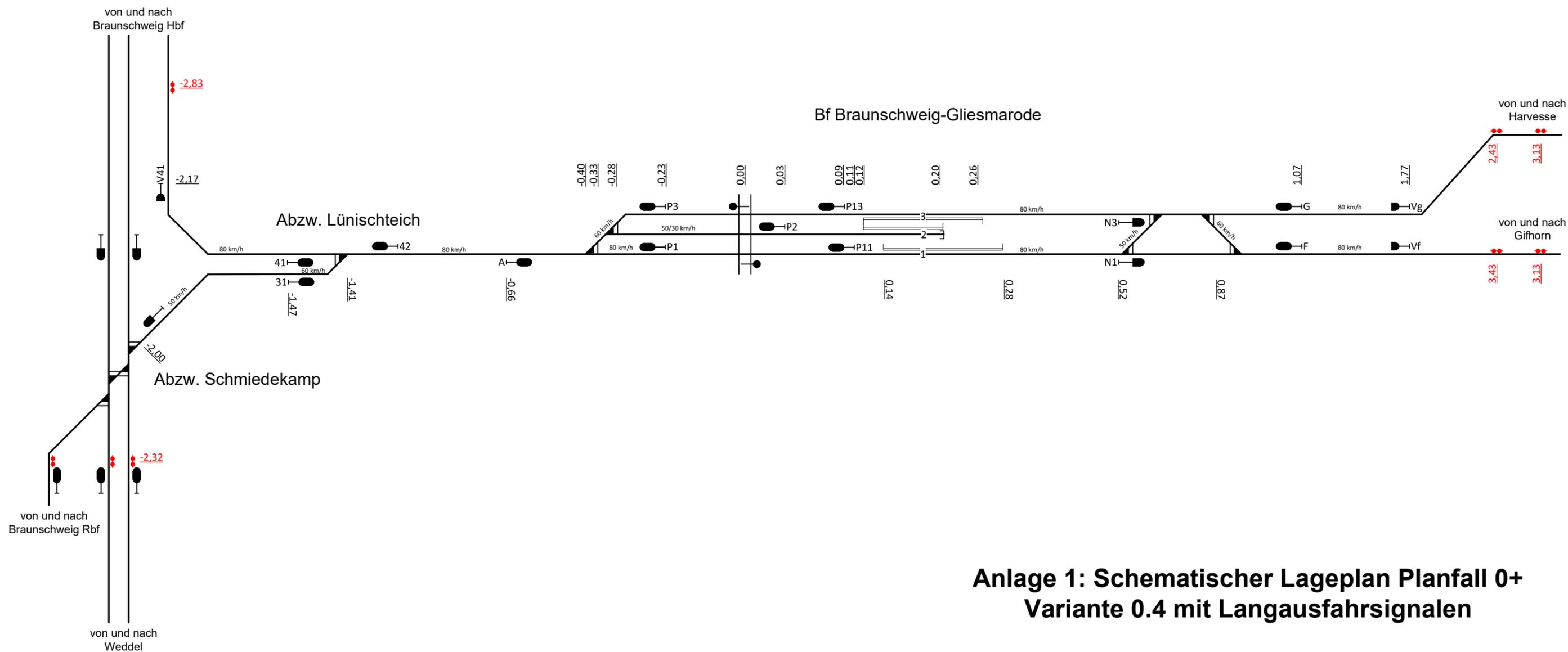
Neben dem Planfall 0 und der Vorzugsvariante wurden die am Bahnübergang zu erwartenden Schließzeiten auch für die Variante 0.5 mit planmäßiger Fahrt auf haltzeitende Signale berechnet. Diese Variante weist zwar betriebliche Nachteile auf, lies jedoch ein höheres Potential zur Verkürzung der Schließzeiten erwarten.

Im Ergebnis wurde ermittelt, dass die Gesamtschließzeiten pro Stunde von dem Planfall 0, mit 25,0 Minuten in der Hauptverkehrszeit und 30,9 Minuten in der Nebenverkehrszeit, bei der Variante 0.4 um ca. 7 % auf 23,2 Minuten bzw. um ca. 10 % auf 27,8 Minuten und bei der Variante 0.5 um ca. 16 % auf 21,1 Minuten bzw. um ca. 21 % auf 24,4 Minuten reduziert werden können. Bezüglich der längsten Einzelschließzeiten ergeben sich in der Hauptverkehrszeit mit 4,2 Minuten jedoch keine Verbesserungen. In der Nebenverkehrszeit ist die Verbesserung von 4,3 Minuten auf 3,8 Minuten bei der Variante 0.4 am größten. Für die Variante 0.5 wird jedoch aufgrund der betrieblichen Einschränkungen erwartet, dass sie seitens der DB Netz AG nicht zustimmungsfähig sein wird.

Bezüglich der Sicherheit am Bahnübergang werden zwischen dem untersuchten Planfall 0 und den Varianten 0.1 bis 0.5 keine signifikanten Unterschiede erwartet. Gegenüber dem heutigen Status Quo ergibt sich jedoch qualitativ eine Erhöhung des Risikos analog zur Erhöhung der Zugzahlen, dem prognostizierten Anstieg der Anzahlen an querenden Zufußgehenden und Radfahrenden, sowie der beabsichtigten Geschwindigkeitserhöhung. Durch die Anwendung der anerkannten Regeln der Technik, ergänzender Betrachtungen und geeigneter Ergänzungen im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht, dürfte aber auch bei einer neuen Bahnübergangslösung ein ausreichendes Sicherheitsniveau gewährleistet werden können.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Regionalverband Großraum Braunschweig, „SPNV-Konzept 2030+ - Beschlussvorlage - 2022/116,“ Braunschweig, 2022.
- [2] DB Netz AG, „Richtlinie 815.5000 - Bautechnische Anlagen von technisch gesicherten Bahnübergängen planen,“ 2021.
- [3] DB Netz AG, „Richtlinie 815.6020 - Bahnübergänge planen und instand halten; LST Anlagen an technisch gesicherten BÜ planen; Überwachungsarten wählen,“ 2021.
- [4] DB Netz AG, „Richtlinie 815.5100 - Technische Sicherungen an Bahnübergängen berechnen, Grundlagen für die Berechnung (Einschaltstreckenberechnung (ESB)),“ 2021.
- [5] DB Netz AG, „Richtlinie 815.6021 - Bahnübergänge planen und instand halten; Signalgesteuerte BÜSA; Überwachungsart Hp planen,“ 2021.
- [6] *Allgemeines Eisenbahngesetz - Zuletzt geändert durch Art. 10 G v. 10.9.2021*, Berlin: Bundesrepublik Deutschland, 2021.



Anlage 1: Schematischer Lageplan Planfall 0+ Variante 0.4 mit Langausfahrtsignalen

Anlage 2: Ergebnisübersicht der Fahrdynamischen Berechnung für die Schließzeiten am Bahnübergang Grünewaldstraße

Variante	Richtung	Zugfahrt	reine	Fahrzeit-	sonstige	Gesamtzeit		Anmerkungen
			Fahrzeit	zuschlag	Zeit	[s]	[min]	
		Richtung; Gleis; Zugart; Geschwindigkeit	[s]	[s]	[s]	[s]	[min]	
alle	vL	Hbf -> Gs Gl1 P80	131	7		138	2,3	
alle	vL	Hbf -> Gs Gl1 P60	153	8		161	2,7	
alle	vL	Hbf -> Gs Gl2 P80	159	8		167	2,8	
alle	vL	Hbf -> Gs Gl2 P60	169	8		177	3,0	
alle	vL	Hbf -> Gs Gl3 P80	142	7		149	2,5	
alle	vL	Hbf -> Gs Gl3 P60	153	8		161	2,7	
alle	vL	Rbf->Gs G60 D 740m	206	10		216	3,6	
alle	vL	Rbf->Gs G60 D 400m	182	9		191	3,2	
alle	vL	Rbf->Gs G60 H 400m	185	9		194	3,2	
alle	vR	Gs->Hbf Gl2 P80	42	2	90	134	2,2	Einschaltdauer + Reaktionszeit + Türen schließen
0	vR	Gs->Hbf P80	226	11		237	4,0	
0	vR	Gs->Hbf P80-50	246	12		258	4,3	
0	vR	Gs->Hbf P60	246	12		258	4,3	
0	vR	Gs->Rbf G60 D 740m	233	12		245	4,1	
0	vR	Gs->Rbf G60 D 400m	212	11		223	3,7	
0.4	vR	Gs->Hbf P80	195	10		205	3,4	
0.4	vR	Gs->Hbf P80-50	214	11		225	3,7	
0.4	vR	Gs->Hbf P60	204	10		214	3,6	
0.4	vR	Gs->Rbf G60 D 740m	191	10		201	3,3	
0.4	vR	Gs->Rbf G60 D 400m	170	9		179	3,0	
0.4	vR	Gs->Rbf G60 H 400m	101	5	90	196	3,3	Einschaltdauer + Reaktionszeit + Bremsen lösen
0.5	vR	Gs->Hbf P80	114	6		120	2,0	ca. 10 s Fahrzeitverlängerung durch restriktive PZB90
0.5	vR	Gs->Hbf P60	115	6		121	2,0	Überwachung

Anlage 3: Grafische Aufbereitung der Sperrzeiten am Bahnübergang Grünwaldstraße in der Hauptverkehrszeit

Hauptverkehrszeit 05:30-08:30 Uhr und 14:30-18:30 Uhr

		Schließzeiteauswertung	
Hauptverkehrszeit Variante 0			
von Hbf	RB 47 Gleis 1 138 s	RB 49 Gleis 1 138 s	RB 47 Gleis 1 138 s
von Rbf			RB 49 Gleis 1 138 s
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59			
nach Rbf		RB 49 Gleis 3 237 s	Gz von Hafen Gleis 3 245 s
nach Hbf		RB 47 Gleis 1 237 s	RB 49 Gleis 3 237 s
Überlappung: 122 s Summe: 253 s		Überlappung: 122 s Summe: 253 s	
		Summe geschlossen:	1501 [s] 25,0 [min]
		Summe geöffnet:	2099 [s] 35,0 [min]
		Anteil geschlossen:	42%
		Längste Schließzeiten:	253 [s] 4,2 [min]
			253 [s] 4,2 [min]
			245 [s] 4,1 [min]
Hauptverkehrszeit Variante 0.4			
von Hbf	RB 47 Gleis 1 138 s	RB 49 Gleis 1 138 s	RB 47 Gleis 1 138 s
von Rbf			RB 49 Gleis 1 138 s
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59			
nach Rbf		RB 49 Gleis 3 205 s	Gz von Hafen Gleis 3 201 s
nach Hbf		RB 47 Gleis 1 205 s	RB 49 Gleis 3 205 s
Überlappung: 90 s Summe: 253 s		Überlappung: 90 s Summe: 253 s	
		Summe geschlossen:	1393 [s] 23,2 [min]
		Summe geöffnet:	2207 [s] 36,8 [min]
		Anteil geschlossen:	39%
		Längste Schließzeiten:	253 [s] 4,2 [min]
			253 [s] 4,2 [min]
			205 [s] 3,4 [min]
Hauptverkehrszeit Variante 0.5			
von Hbf	RB 47 Gleis 1 138 s	RB 49 Gleis 1 138 s	RB 47 Gleis 1 138 s
von Rbf			RB 49 Gleis 1 138 s
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59			
nach Rbf		RB 49 Gleis 3 120 s	Gz von Hafen Gleis 3 245 s
nach Hbf		RB 47 Gleis 1 120 s	RB 49 Gleis 3 120 s
Überlappung: 5 s Summe: 253 s		Überlappung: 5 s Summe: 253 s	
		Summe geschlossen:	1267 [s] 21,1 [min]
		Summe geöffnet:	2333 [s] 38,9 [min]
		Anteil geschlossen:	35%
		Längste Schließzeiten:	253 [s] 4,2 [min]
			253 [s] 4,2 [min]
			245 [s] 4,1 [min]

