

Auftraggeber:



nah.sh

Der Nahverkehr in Schleswig-Holstein

LVS Schleswig-Holstein
Verkehrsplanung/Infrastruktur
Raiffeisenstraße 1
24103 Kiel
Tel. (0431) 66019-40
Fax (0431) 66019-19

Gutachten

Gleichstromelektrifizierung AKN – Strecke Hamburg-Eidelstedt - Kaltenkirchen (km 4,8+52 bis km 34,7+99)

Erstellt im Auftrag von LVS Schleswig-Holstein



ETC Transport Consultants GmbH
Martin-Hoffmann-Straße 18
12435 Berlin

Datum: 12.12.2012

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
1 Ausgangssituation/Zielstellung/Grundlagen	2
1.1 Ausgangssituation.....	2
1.2 Zielstellung.....	2
1.3 Grundlagen	2
2 Bahnenergieversorgung (BEV)	3
2.1 Allgemeines	3
2.2 Bahnstromsystem DC 1200 V	3
3 Komponenten der Bahnenergieversorgung (BEV)	4
3.1 GS-Unterwerke (Gleichrichterwerke).....	4
3.2 Stromschienenanlage	4
3.3 Außenkabelanlage/Kabeltiefbau	5
3.4 Einspeisung aus dem 25kV-Netz	5
3.5 Oberbau.....	5
3.6 Rückleitung von Gleichstrombahnen.....	5
3.7 Bauliche und betriebsbedingte Zusammenhangsmaßnahmen.....	6
4 Kostenschätzung	6
4.1 Allgemeines	6
4.2 Investitionsaufwand (Infrastrukturkosten Elektrifizierung).....	6
4.3 Unterhaltungskosten	7
4.4 Zusammenfassung	9
5 Risikobewertung	9
5.1 Rückstromführung/Streuströme	9
5.2 Sicherheitsbedenken/Personenschutz	10
6 Abschließende Bewertung	10
7 Literatur/Vorschriften.....	12
8 Anhang	12

1 Ausgangssituation/Zielstellung/Grundlagen

1.1 Ausgangssituation

Die AKN-Strecke HH-Eidelstedt – Kaltenkirchen wird zurzeit mit Diesel-Fahrzeugen befahren.

Gegenstand des vorliegenden Gutachtens ist eine Einschätzung einer möglichen Gleichstromelektrifizierung der AKN-Strecke HH-Eidelstedt – Kaltenkirchen mit DC 1200V.

1.2 Zielstellung

Für den geplanten Ausbau der Strecke HH-Eidelstedt – Kaltenkirchen für den S-Bahn-Betrieb („S21“) ist eine Elektrifizierung der Strecke erforderlich.

Das vorliegende Gutachten behandelt eine Elektrifizierung mit Gleichstrom. Dabei wurde der Schwerpunkt auf die Errichtung der Stromschienenanlage, einschließlich der Gleichrichterwerke gelegt. Fahrzeugkosten wurden der Machbarkeitsstudie von 2010 entnommen [9].

1.3 Grundlagen

Der im Rahmen des Gutachtens für die Gleichstromelektrifizierung der Eisenbahnstrecke HH-Eidelstedt – Kaltenkirchen zu betrachtende Streckenabschnitt beginnt am ca. km 4,8+52 (nach der Weiche W 43 in Höhe Tunnel, Gemarkung Eidelstedt) und endet am ca. km 34,7+99 (nach der Weiche W 906, Gemarkung Kaltenkirchen).

Es wird davon ausgegangen, dass die vorhandene Trassenführung beibehalten wird. Damit sind auch keine ungeklärten Grundstücksfragen zu erwarten.

Der Abschnitt der o.g. Eisenbahnstrecke umfasst eine Länge von ca. 30 km, davon sind ca. 18 km zweigleisig befahrbar.

In dem Abschnitt befinden sich die nachfolgenden 15 Bahnhöfe bzw. Haltepunkte:

- Bf. Eidelstedt–Zentrum (km 6,2+80), Hp. Hörgensweg (km 7,0+70), Hp. Schnelsen-Süd (km 7,8+45), Bf. Schnelsen (km 9,0+20), Hp. Burgwedel (km 10,5), Bf. Bönningstedt (km 12,4), Bf. Hasloh (km 15,8), Bft. Quickborn Süd (km 19,2), Bf. Quickborn (km 20,2), Bf. Ellerau (km 22,7), Bft. Tanneneck (km 24,1+20), Bf. Ulzburg-Süd (km 27,1), Bf. Henstedt-Ulzburg (km 29,6), Bft. Kaltenkirchen-Süd (km 32,9+70) und Bf. Kaltenkirchen (km 34,4)

sowie die nachfolgenden 35 Bahnübergänge:

- BÜ Hörgensweg (km 7,1+55), BÜ Eidelstedter Brook (km 7,7+20), BÜ Halstenbeker Strasse (km 8,1+00), BÜ Hogenfelder Strasse (km 8,4+74), BÜ Süntelstrasse (km 8,7+75), BÜ Pinneberger Strasse (km 8,8+43), BÜ Flagentwiek (km 9,1+87), BÜ Ellerbeker Weg (km 9,9+90), BÜ Holsteiner Chaussee (km 10,4+26), BÜ Schleswiger Damm (km 10,6+18), BÜ Schwarzer Weg (km 11,8+65), BÜ Bahnhofstrasse (km 12,4+88), BÜ Schulweg (km 12,7+12), BÜ Ortfeld (km 13,4+00), BÜ Meisenweg (km 13,6+63), BÜ Klövensteen (km 15,3+85), BÜ Garstedter Weg (km 15,5+68), BÜ Dorfstrasse (km 15,7+47), BÜ Kirschenallee (km 16,2+88), BÜ Alter Kirchweg (km 17,5+56), BÜ Mohlstedter Weg (km 18,1+28), BÜ Heidkampstraße (km 19,2+33), BÜ Harksheider Weg (km 19,8+45), BÜ Querstraße (km 20,0+25), BÜ Am Freibad (km 20,2+25), BÜ Feldbehnsweg (km 21,6+92), BÜ Ellerauer Straße (km 22,4+60), BÜ Friedrichsgaber Straße (km 23,3+05), BÜ Buchenweg (km 24,1+96), BÜ Waldweg (km 25,3+10), BÜ Beckershof (km 26,7+56), BÜ Schulstraße (ca. km 28,9), BÜ Am

Bahnbogen (km 30,0+10), BÜ Gutenbergstraße (km 30,6+10) und ein BÜ (km 32,8+98).

2 Bahnenergieversorgung (BEV)

2.1 Allgemeines

Die Zuverlässigkeit des elektrischen Eisenbahnbetriebes hängt in hohem Maß von der Verfügbarkeit und Güte der BEV ab. Besondere Bedeutung hat die Fahrleitungsanlage, die die Bahnenergiezuführung zum elektrischen Triebfahrzeug realisiert. Die Fahrleitung ist das einzige Element in der BEV, das nicht redundant ausgeführt wird.

Die Wahl der Spannungsart und die Dimensionierung der BEV-Anlagen wird größtenteils von den Möglichkeiten der Energieerzeugung und Energieverteilung sowie den eingesetzten Fahrzeugen und Zugfolgezeiten bestimmt.

Dimensionierung:

Für die Dimensionierung der Betriebsmittel sind nachfolgende Parameter maßgebend:

- Max. Stromaufnahme der Züge
- Die größte Zugdichte
- Fahrdynamik
- Streckenwiderstandsverhältnis
- Zahl der möglichen gleichzeitigen Anfahrten in einem Streckenabschnitt
- Topografie
- Elektrische Parameter geplanter bzw. erforderlicher zusätzlicher Verbraucher (z.B. Haltestellen, Betriebseinrichtungen, Stellwerke).

2.2 Bahnstromsystem DC 1200 V

Die Hamburger S-Bahn wird mit einer Fahrleitungsspannung von DC 1200 V betrieben. Diese Fahrleitungsspannung wird in Gleichrichterunterwerken aus dem bahneigenen 25 kV-Netz durch Transformation und Gleichrichtung gewonnen und über Schaltanlagen für die Einspeisung der Stromschienenanlage bereitgestellt.

Nachfolgend sind argumentativ bekannte Vor- und Nachteile der Gleichstromelektrifizierung über eine dritte Schiene (Stromschiene) aufgeführt:

Vorteile Stromschiene gegenüber Oberleitung :

- Leichte und preiswerte Instandhaltung
- Anschaffungspreis geringer
- Abnutzung geringer (längere Nutzungsdauer)
- Stromabnehmerentgleisungen verursachen geringe Schäden
- Betrieb ist preisgünstiger

Nachteile Stromschiene gegenüber Oberleitung :

- Sicherheitsrisiko durch Berühren erhöht (siehe Punkt 5)
- Aufwendige Konstruktion, einschließlich Kabelzuführung, besonders im Bahnhofsbereich (Weichen); auf freier Strecke unkomplizierter

- Auf Grund der unterschiedlichen Anordnung der Stromschienen sind Stromabnehmer auf beiden Seiten erforderlich
- Geschwindigkeitsbegrenzung auf 120km/h auf Grund Schleifschuhverhalten
- Anfälliger gegenüber Wetterkapriolen (Schnee).

3 Komponenten der Bahnenergieversorgung (BEV)

3.1 GS-Unterwerke (Gleichrichterwerke)

Für die Speisung der Stromschienenanlage sind Standard-Gleichrichterwerke, analog den bereits im Hamburger-S-Bahnnetz eingesetzten Unterwerken, mit den nachfolgenden Hauptkomponenten gemäß Anlage 1 (Grundriss Gleichrichterwerk) vorgesehen:

- 25kV-Mittelspannungs-Schaltanlage,
- 1,2kV-Gleichspannungs-Schaltanlage,
- Niederspannung-Schaltanlage für die Spannungsebenen AC 400V, DC 110V und DC 24V,
- Transformatoren,
- Gleichrichter,
- Batterieanlage mit Ladegleichrichter,
- Erdungs- und Schutzanlage,
- Stationsleittechnik,
- Kabelanlage.

Da keine Innenstadt - Dichte erforderlich ist, wird als typischer Abstand zwischen den Gleichrichterwerken ca. 5 km zugrunde gelegt. Eine Netzberechnung für die Anzahl und Standortwahl der Gleichrichterwerke ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens. Es werden für die Kostenschätzung 8 Gleichrichterwerke für die Einspeisung der Stromschienenanlage zugrunde gelegt.

Zum Anschluss der neu zu errichtenden Unterwerke an das Mittelspannungsnetz der S-Bahn-Energieversorgung ist eine 25kV-Mittelspannungsversorgung (Kabelstrecke von 110kV-Anschlusspunkten) zu realisieren.

3.2 Stromschienenanlage

Die Stromschiene ist auf dem Abschnitt HH-Eidelstedt – Kaltenkirchen neu aufzubauen.

Die Stromschienenanlage besteht aus der Stromschiene, den Stromschienenstützpunkten sowie der Schutzabdeckung. Weiterhin gehören dazu die Speisekabel (ab Trenner im Gleichrichterwerk) zur Einspeisung der Stromschienenanlage sowie die Rückleitungskabel bis zum Anschluss im Gleichrichterwerk.

Für die zweigleisigen Abschnitte ist die Stromschienenanlage in der Regel zwischen den beiden Gleisen anzuordnen. Im Verlauf der Mittelbahnsteige der Bahnhöfe wechselt die Stromschiene nach außen auf die dem Bahnsteig abgewandte Seite. Typische Stromschienenanordnungen sind in der Anlage 2 (Freie Strecke), Anlage 3 (Bahnübergang) sowie Anlage 4 (Bahnhof) dargestellt.

Für das Abstellen der S-Bahn-Züge ist eine Zugbildungs-/Abstellanlage mit einer Gesamtlänge von ca. 2000 m vorzusehen.

3.3 Außenkabelanlage/Kabeltiefbau

Für die 1,2kV-spannungsführenden Kabelverbindungen, z.B. Anschlusskabel vom Gleichrichterwerk bis zu den Anschlusspunkten an der Stromschiene, Lückenkabel sowie Anschlusskabel an den Stromschienschaltern sind ausschließlich zugelassene Stromschienspeisekabel (EPR) 1 x 300 [6] zu verwenden.

Die Rückleitungskabelverbindung vom Gleichrichterwerk bis zum Gleis ist ebenfalls mit Cu-Kabel 1 x300, EPR-Kabel [6] zu realisieren.

Zur Verbesserung der Rückleitungsverhältnisse sind weitere Rückleitungskabel sowie Gleisverbinder und Drosselanschlüsse zu realisieren.

Die bevorzugte Verlegeart für die Kabel ist Erdverlegung, bei Notwendigkeit Verlegung in Kabelkanälen. Bei gemeinsamer Verlegung in Kabelkanälen ist auf eine getrennte Führung der Systeme zu achten.

3.4 Einspeisung aus dem 25kV-Netz

Die Gleichrichterwerke der Hamburger S-Bahn werden durch ein bahneigenes 25kV-Drehstrom-Kabelsystem eingespeist. Dieses Netz wird an 4 Stellen aus dem 110kV-Netz von VATTENFALL gespeist.

Bei Vertiefung des Gutachtens ist zu prüfen, inwieweit für die neu zu errichtenden Gleichrichterwerke eine geeignete Einspeisestelle entlang der Strecke bereits vorhanden ist, die bei Erfordernis erweitert werden kann. Neben den erforderlichen Erweiterungsmaßnahmen in dieser Einspeisestelle sind dann noch die notwendigen 25 kV-Kabelstrecken zu den Gleichrichterwerken zu realisieren.

3.5 Oberbau

Es sind nachfolgende Maßnahmen durchzuführen:

- Vorbereitung des Oberbaus (Schwellentausch). Die im betrachteten Abschnitt vorhandenen Holz- bzw. Betonschwellen sind gegen Schwellen zur Aufnahme der Stromschienestützpunkte auszutauschen.
- Messung des Ableitbelages der Gleise (siehe auch Punkt 5.1). Die zur Vermeidung von Streuströmen gegenüber der Erde isolierte Verlegung der Gleise ist durch Messungen gemäß DIN EN 50122-2 [8] nachzuweisen.

3.6 Rückleitung von Gleichstrombahnen

Bei der Gleichstromelektrifizierung sind besondere Anforderungen an die Personensicherheit sowie den Anlagenschutz zu berücksichtigen. Die Bahnrückströme im Betrieb verursachen längs der Fahrschienen Spannungsfälle. Aufgrund der notwendigen Isolierung der Fahrschienen treten Spannungen gegen angrenzende Erdungsanlagen, z.B. Bahnhöfe, technische Gebäude auf. Die auftretenden Spannungen während des Betriebes, bei Fehlern, bei Schalthandlungen sowie atmosphärischen Entladungen erfordern zusätzliche Schutzmaßnahmen an Bauwerken und Anlagen, um den Anforderungen des Personenschutzes, aber auch des Anlagenschutzes, gerecht zu werden, die bei der Kostenschätzung zu berücksichtigen sind. Dazu gehören z.B. Spannungsdurchschlagsicherungen (SDS) oder Spannungsbegrenzungseinrichtungen (SBE) bei metallischen Brückenkonstruktionen.

3.7 Bauliche und betriebsbedingte Zusammenhangsmaßnahmen

Ein weiterer Aspekt für die Kostenschätzung sind die baulichen und betriebsbedingten Zusammenhangsmaßnahmen, die bei der Gleichstromelektrifizierung erforderlich sind. Das betrifft die Anpassung der vorhandenen Bahnsteige und Haltepunkte an die Bedingungen des Gleichstrombetriebes (Verlängerung sowie Erhöhung der Bahnsteige). Des Weiteren sind die Werkstattarbeitsplätze (Dacharbeitsstände sowie Teststände) für die elektrischen Fahrzeuge anzupassen. Die Gleichstromelektrifizierung erfordert auch die Umstellung der vorhandenen Signaltechnik, einschließlich der Stellwerke.

4 Kostenschätzung

4.1 Allgemeines

Zur Gesamt-Kostenschätzung für die Maßnahme Gleichstromelektrifizierung der AKN-Strecke Hamburg-Eidelstedt - Kaltenkirchen gehören nachfolgende Einzelkosten:

- a) Fahrzeugkosten
- b) Unterhaltungskosten Fahrzeuge
- c) Infrastrukturkosten der Elektrifizierung der Strecke mit DC 1,2kV; siehe Punkt 4.2
- d) Zusätzliche Investitionskosten (u.a. Anpassung der an der Strecke vorhandenen Bahnübergänge, der Signalanlagen, der Stellwerke sowie der Werkstatt für die elektrischen Fahrzeuge an die Erfordernisse der Gleichstromelektrifizierung). Darin eingeschlossen ist auch die Überprüfung der gesamten Strecke unter der Beachtung erforderlicher Erdungs-Maßnahmen sowie durchzuführender Vorkehrungen zur Verringerung der Streustromkorrosion).
- e) Zusätzliche Investitionskosten (Erhöhung sowie Verlängerung der im o.g. Streckenabschnitt liegenden Bahnhöfe bzw. Haltepunkte)
- f) Instandhaltungskosten der elektrischen Anlagen.

4.2 Investitionsaufwand (Infrastrukturkosten Elektrifizierung)

Mittelspannungsversorgung:

Neben den Mittelspannungskabeln wurden auch die Kosten für die Errichtung der Kabelwege berücksichtigt.

Einheitspreis: 150 € pro Systemmeter MS-Kabel sowie Legung
Investitionsaufwand: 4.000 T€

Stromschienenanlage:

Die eingeschätzten Investitionskosten beinhalten auch den Aufwand für die Herstellung des Planums als auch für den Oberbau (Schwellen zur Aufnahme der Stromschienenstützpunkte). Von den ca. 30 km Streckenlänge sind ca. 18 km zweigleisig ausgeführt und ca. 12 km eingleisig. Bei der Ermittlung der Länge der Stromschienenanlage wird davon ausgegangen, dass die bei den Bahnübergängen reduzierte Länge durch den Mehraufwand bei den Stromschienenwechseln an Bahnhöfen und Haltepunkten kompensiert wird.

Einheitspreis: 400 € pro Meter Stromschienenanlage
Investitionsaufwand: 20.000 T€ bei ca. 50.000 m Stromschienenanlage

Triebstromrückführung:

Neben den Kosten für die Kabel der Triebstromrückführung, einschließlich der Legung von zusätzlichen Rückleitungskabeln an der Strecke sind Maßnahmen der Streustromkorrosi-

on und des Korrosionsschutzes berücksichtigt. Eingeschlossen sind auch die Kosten für die erforderlichen Kabelgefäße.

Investitionsaufwand: 2.500 T€ (Kabel, einschl. Kabelkanäle)
2.000 T€ (Maßnahmen Streukorrosion, Korrosionsschutz)

Gleichrichterwerke:

Bei den Gleichrichterwerken wurde davon ausgegangen, dass ein redundanter Aufbau der Anlagen der S-Bahnstromversorgung realisiert wird, d.h. 2 Transformatoren sowie 2 Gleichrichter. Des Weiteren wird die Einspeisung der Mittelspannungs-Schaltanlage in den Gleichrichterwerken durch das 25kV-Kabelsystem realisiert, d.h. es ist kein 110kV/25kV-Transformator vorgesehen.

Einheitspreis: 5.000 T€
Investitionsaufwand: 40.000 T€ (bei 8 Gleichrichterwerken)

Außenverkabelung:

Bei der Außenverkabelung wurden die Stromschienekabel von den Unterwerken zu den Anschlusspunkten an der Stromschiene, die Verbindungskabel an den Bahnübergängen sowie die Überschneidungskabel an den Stromschiene-Wechseln an Bahnhöfen bzw. Haltepunkten berücksichtigt. Eingeschlossen sind auch die Kosten für die erforderlichen Kabelgefäße.

Einheitspreis: 100 € pro Meter Kabel und Kanal sowie Legung
Investitionsaufwand: 2.500 T€

Schutzmaßnahmen:

Investitionsaufwand: 1.000 T€

Zentrale Schaltwarte:

Investitionsaufwand: 600 T€

Fernwirkanlage:

Investitionsaufwand: 800 T€

Grunderwerb:

Es wird davon ausgegangen, dass die vorhandene Trassenführung beibehalten wird. Der Standort für die Abstellanlage sowie für die Gleichrichterwerke ist möglichst so zu wählen, dass kein zusätzlicher Grunderwerb erforderlich ist.

4.3 Unterhaltungskosten

Auf Basis der standardisierten Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs wurden in Tabelle 1 durchschnittliche jährliche Unterhaltungskosten für die Hauptkomponenten der Gleichstromelektrifizierung auf der Grundlage der Investitionskosten gemäß Punkt 4.4 (Tabelle 2) ermittelt [10].

Lfd. Nr. gemäß [10]	Anlagenteil	Investitionsaufwand gemäß Punkt 4.2 in T€	Durchschnittliche jährliche Unterhaltungskosten in %	Durchschnittliche jährliche Unterhaltungskosten in T€
19	Kabel	6.500	1,5	97,5
20	Fernmeldeanlagen	1.600	7,0	112,0
22	Unterwerke	40.000	2,0	800
25	Stromschienenanlagen	20.000	0,5	100
	Summe Jährliche Unterhaltungskosten			1.109,5

Tabelle 1: Übersicht der jährlichen Unterhaltungskosten für die Infrastruktur Gleichstromelektrifizierung

4.4 Zusammenfassung

Position	Kostenanteil	Kosten in T€
a)	Fahrzeugkosten *)	54.000
b)	Unterhaltungskosten Fahrzeuge *)	5.617
c)	Infrastrukturkosten	73.400
d)	zusätzliche Investitionskosten *)	12.600
e)	zusätzliche Investitionskosten (Umbau Bahnhöfe) *)	9.400
	Zwischensumme	155.017
	Planungskosten (10%)	15.502
	Summe Invest gesamt	170.519

Tabelle 2: Übersicht der Investitionskosten

*) entnommen aus [9]

Die jährlichen Unterhaltungskosten für den Anteil der Infrastruktur der Gleichstromelektrifizierung gemäß Aufstellung im Punkt 4.2 sind in der Tabelle 1 aufgelistet.

5 Risikobewertung

5.1 Rückstromführung/Streuströme

Die Rückstromführung und die Erdungsmaßnahmen sind ein wesentlicher Bestandteil bei der Auslegung von Bahnstromversorgungsanlagen.

„Gleichstrombahnen können Streuströme verursachen, welche die betreffenden Bahnanlagen und/oder bahnfremde Anlagen ungünstig beeinflussen können, wenn die Rückleitung nicht ausreichend gegen Erde isoliert ist.“ [8]

Um zu vermeiden, dass Bahnrückströme als Streuströme (Streustromkorrosion) über das Erdreich fließen, müssen die Fahrschienen von Gleichstrombahnen hochohmig gegen Erde verlegt werden.

Als Gradmesser für einen hochwertig isolierenden Oberbau dient der Ableitungsbelag zwischen Gleis und Erde. Die Ermittlung des Ableitungsbelages ist gemäß DIN EN 50122-2 (VDE 0115-4) [8] durchzuführen.

Gemäß [8] wird davon ausgegangen, dass die Kriterien zum Schutz der Gleise eingehalten werden und keine weiteren Untersuchungen erforderlich sind, wenn die folgenden Werte für den Ableitungsbelag G_{RE} und das mittlere Schienenpotential U_{RE} während der Anlagenlebensdauer bei offenem Oberbau eingehalten werden:

- $G_{RE} \leq 0,5S/km$ je Gleis und
- $U_{RE} \leq + 5V$.

„Bei dem mittleren Schienenpotential U_{RE} dürfen nur positive Anteile der Gleis-Erde-Spannung berücksichtigt werden. Die Dauer der Mittelwertbildung muss 24 h oder ein Vielfaches betragen.“

Wenn die ermittelten Messwerte die o.g. Werte überschreiten, sind weitere Untersuchungen in Bezug auf die Streustromverhältnisse erforderlich. Geeignete Korrekturmaßnahmen, wie z.B.

- Verringerung des Längswiderstandes der Schienen,
- Entwässerung des Unterbaus,
- Verwendung von Stahlbetonschwellen mit isolierenden Befestigungen,
- Parallel zu den Fahrschienen gelegte und in regelmäßigen Abständen mit diesen verbundene Rückleiter

sind in [8] beschrieben.

In [5] wird ein Verfahren zur Abschätzung des Ableitbelages beschrieben, bei dem eine Trennung des zu messenden Streckenabschnitts von den weiterführenden Strecken nicht erforderlich ist. Dieses Verfahren ist damit für die Beurteilung neuer Strecken geeignet.

5.2 Sicherheitsbedenken/Personenschutz

Die Stromschiene wird im Regelfall bei einer zweigleisigen Strecke zwischen den Gleisen montiert. Im Bereich von Mittelbahnsteigen wechselt die Stromschiene nach außen auf die dem Bahnsteig abgewandte Seite (Stromschienenwechsel beachten).

An Bahnübergängen wird die Stromschiene unterbrochen. Die entstandenen Lücken werden mittels Kabelverbindungen überbrückt.

Bei der Hamburger S-Bahn wird die Stromschiene von der Seite mit dem Stromabnehmer bestrichen.

Bedingt durch die Anordnung der Stromschiene neben den Gleisen ist vor allem im ländlichen Raum eine Gefährdung von dienstfremden Personen bzw. Tieren nicht auszuschließen, da eine Berührung der Stromschiene leicht zugänglich ist, es sei denn, dies wird durch streckenbezogene Abgrenzungen (Zäune) unterbunden. An öffentlichen Bahnübergängen sowie am Bahnsteigende ist ebenfalls eine Berührbarkeit der Stromschiene möglich. Hier ist durch aufzustellende Warnschilder auf die Gefahren durch das Berühren spannungsführender Anlagenteile hinzuweisen.

6 Abschließende Bewertung

Gegenstand des Gutachtens war die Einschätzung einer möglichen Gleichstromelektrifizierung der AKN-Strecke HH-Eidelstedt – Kaltenkirchen mit DC 1200V.

Die Einschätzung basiert auf der Auswertung der beigegebenen Unterlagen vom LVS Schleswig-Holstein und der AKN Eisenbahn AG [7] sowie den Erfahrungen der Fa. ETC bei der Planung von Gleichstrom-Unterwerken und Stromschienenanlagen für die Berliner S-Bahn.

Berechnungen und Dimensionierungen von Anlagenteilen sowie eine Netzberechnung zu Standorten der Gleichrichterwerke war nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens.

Um einen Überblick über die entstehenden Gesamtkosten zu haben, wurden die Ergebnisse der durch die AKN durchgeführte Untersuchung [9], betreffs Fahrzeugkosten und zusätzlicher Investitionskosten infolge der Anpassung der Bahnhöfe, Signale u.s.w. an die neuen Erfordernisse der Gleichstromelektrifizierung in die zusammengefasste Kostentabelle im Punkt 4 übernommen.

Die Kostenpositionen a) und b) werden von den einzusetzenden Fahrzeugtypen bestimmt und sind nicht direkt von den Infrastrukturkosten der Streckenelektrifizierung abhängig. Einen weiteren großen Anteil an den Gesamtkosten nehmen gemäß c) die Kosten für die Strecken-Elektrifizierung ein. Hier sind, bei einer weiteren Vertiefung der Realisierungsmöglichkeit der Streckenelektrifizierung mit DC 1,2kV, Netzberechnungen erforderlich, um die Anzahl der erforderlichen Gleichrichterwerke, einschließlich Umfang der Kabelanlagen zu optimieren.

Die durchzuführenden Anpassungen in den Positionen d) und e) sind größtenteils von der Anzahl der zu errichtenden Gleichrichterwerke unabhängig. Die jährlichen Unterhaltungskosten gemäß Punkt 4.3 sind dann nach der zuvor genannten Präzisierung ebenfalls anzupassen.

Die im Punkt 5 aufgeführten Risiken betreffs der Personensicherheit bleiben bestehen. Derartige Konstellationen existieren aber auch an den Ausläuferstrecken in das naheliegende Umfeld von anderen Großstädten, z.B. in Berlin. Der Unterschied hierzu liegt nur in der verringerten Spannungsebene von DC 750V gegenüber DC 1200V.

Die Berührungsmöglichkeit der Stromschiene an den Bahnübergängen ist immer möglich. Durch die Aufstellung von Warnschildern wird jedoch auf die Gefahr hingewiesen und es ist davon auszugehen, dass dadurch eine ausreichende Sicherheitsvorkehrung vorhanden ist.

Auf der freien Strecke dagegen kann das Betreten der Bahnanlage und das Berühren der Stromschieneanlage durch unbefugte Personen nur durch eine kostenintensive Zaunerrichtung unterbunden werden. Sollte das nicht in Betracht gezogen werden, muss zumindest durch die Aufstellung von Warnschildern auf die Gefahren hingewiesen werden.

Die Problematik der Rückstromführung/Erdungsmaßnahmen wurde im Punkt 5.1 aufgeführt. Es wird empfohlen, nochmal an verschiedenen Stellen der Gleisanlage, den Ableitwiderstand zu messen. Maßnahmen beim Vorhandensein zu hoher Messwerte wurden aufgezeigt. Bei der Einschätzung des Investitionsbedarfs für die Stromschieneanlage, einschließlich Oberbau, wurde gegenüber den in Berlin anzusetzenden Kosten ein höherer Wert für die vorliegende Kostenschätzung zugrunde gelegt.

Es wird empfohlen, aufgrund der zu erwartenden Investitionshöhe sowie den aufgezeigten Personen-Sicherheitsrisiken, vor Auslösung weiterer vertiefender Untersuchungen zur Machbarkeit einer Gleichstromelektrifizierung mit DC 1,2 kV, die Akzeptanz dieser Elektrifizierung bei allen Beteiligten (LVS Schleswig Holstein, AKN Eisenbahn AG, S-Bahn Hamburg GmbH sowie die anliegenden Gemeinden) zu prüfen.

Erst wenn Klarheit über eine positive Resonanz betreffs der Gleichstromelektrifizierung mit DC 1,2kV besteht, sollten weitere Planungsschritte betrieben werden.

7 Literatur/Vorschriften

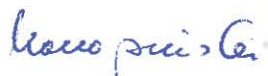
- [1] *Biesenack, George, Hofmann, Schmieder u.a.*: „Energieversorgung elektrischer Bahnen“, 2006
- [2] *Staisch, E. (Hrsg)*: „Die Hamburger S-Bahn“, Geschichte und Zukunft
- [3] *Schmidt, H.*: Traktionsspannungswechsel in 100 Jahren S-Bahn Hamburg. In: Elektrische Bahnen 105 (2007), H. 12, S. 647-654
- [4] *Altmann, M., Schneider, E.*: Spannungen und Überspannungen in der Rückleitung von Gleichstrombahnen. In: Elektrische Bahnen 104 (2006), H. 3, S. 129-136
- [5] *Bette, U., Sons, W.*: Streustrombewertungen gemäß prEN 50122-2. In: Elektrische Bahnen 106 (2008), H. 1-2, S. 66-72
- [6] *Henning, H.*: Standardleistungsverzeichnis (StLV) für die Bahnstromanlagen der Gleichstrom-S-Bahn Hamburg vom 09.06.2009
- [7] Lagepläne der AKN-Strecke A1 der AKN Eisenbahn AG von km 04,00 bis km 35,00 von 01/2012.
- [8] DIN EN 50122-2 (VDE 0115-4):2011-09
- [9] Machbarkeitsstudie AKN, Abteilung Bauwesen Infrastruktur von 02/2010
- [10] Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs, Tabelle 3-1 (Stand 2006)

8 Anhang

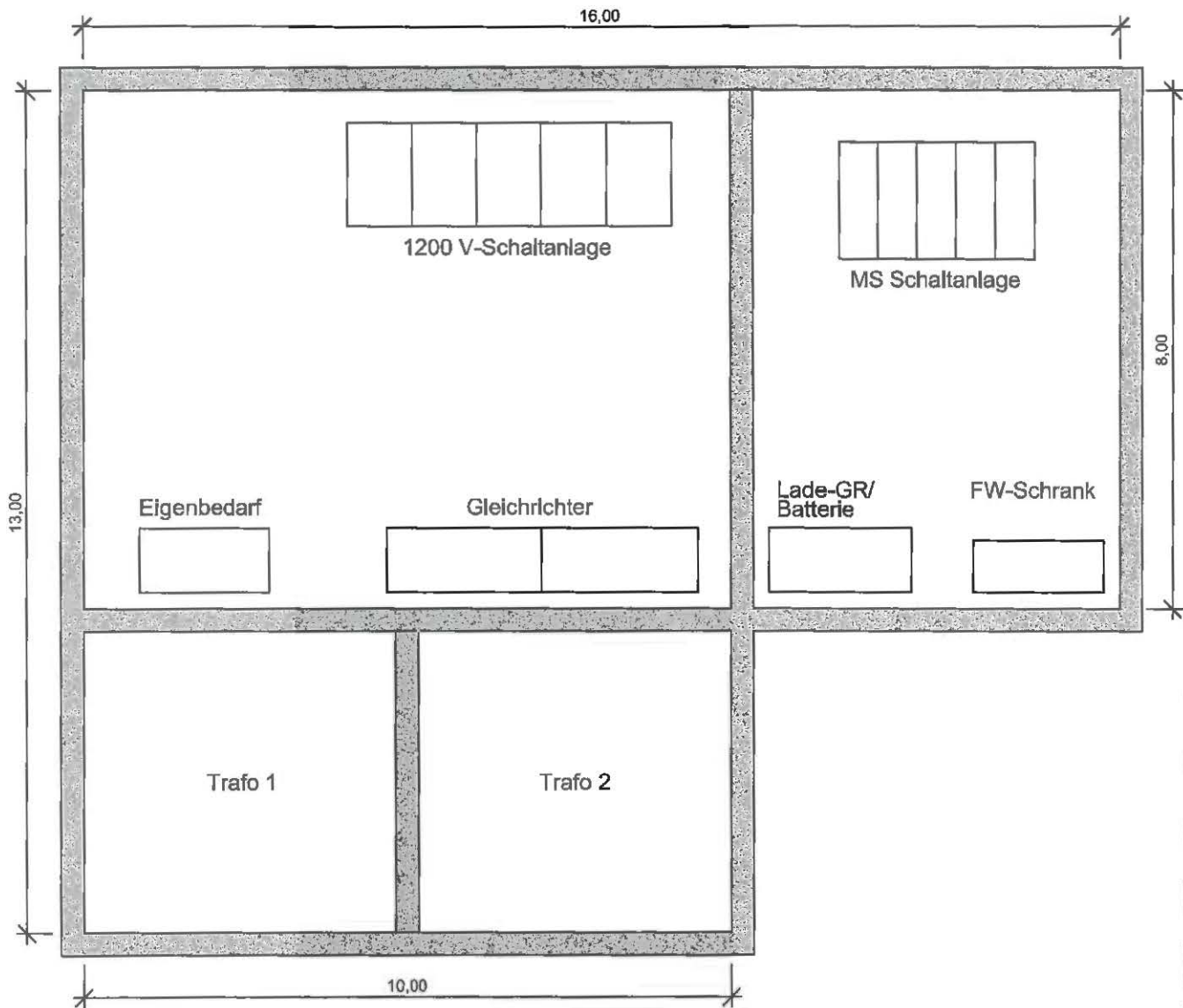
- Anlage 1: Prinzip-Darstellung Grundriss Gleichrichterwerk
- Anlage 2: Prinzip-Darstellung Stromschienenanordnung – Freie Strecke
- Anlage 3: Prinzip-Darstellung Stromschienenanordnung – Bahnübergang
- Anlage 4: Prinzip-Darstellung Stromschienenanordnung - Bahnhof

Berlin, 12.12.2012

ETC Transport Consultants GmbH



Konopinski



			 nah.sh <small>Die Fachhochschule für Technik und Design</small>		Anlage 1 zum Gutachten	
			Datum	Name	Prinzip-Darstellung Grundriss Gleichrichterwerk	
		Bearb.	10/2012	Konoplnskl		
		Gepr.				
		Norm				
			Maßstab	1:500		
					Blatt 1/1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	Urpr.		

Gemarkung Schnelsen

Flur 6_3

8171

504T

ra = 6000.000
lt = 13.050
a = -0.014

-1.932 ‰
75.041 m

-6.282 ‰
214.974 m

AA 8,5+35,949

Km 8,5+48,939
NW=18,733

AE 8,5+62,059

193/



200

VSR 250
D 18,87
R 16,67
E 16,78

AA 8,5+35,949

-1.932 ‰
75.039 m

-6.279 ‰
245,303 m

AE 8,5+62,079

2965

1980

1979

500V

ra = 6000.000
lt = 13.040
a = -0.014



Anlage 2 zum Gutachten

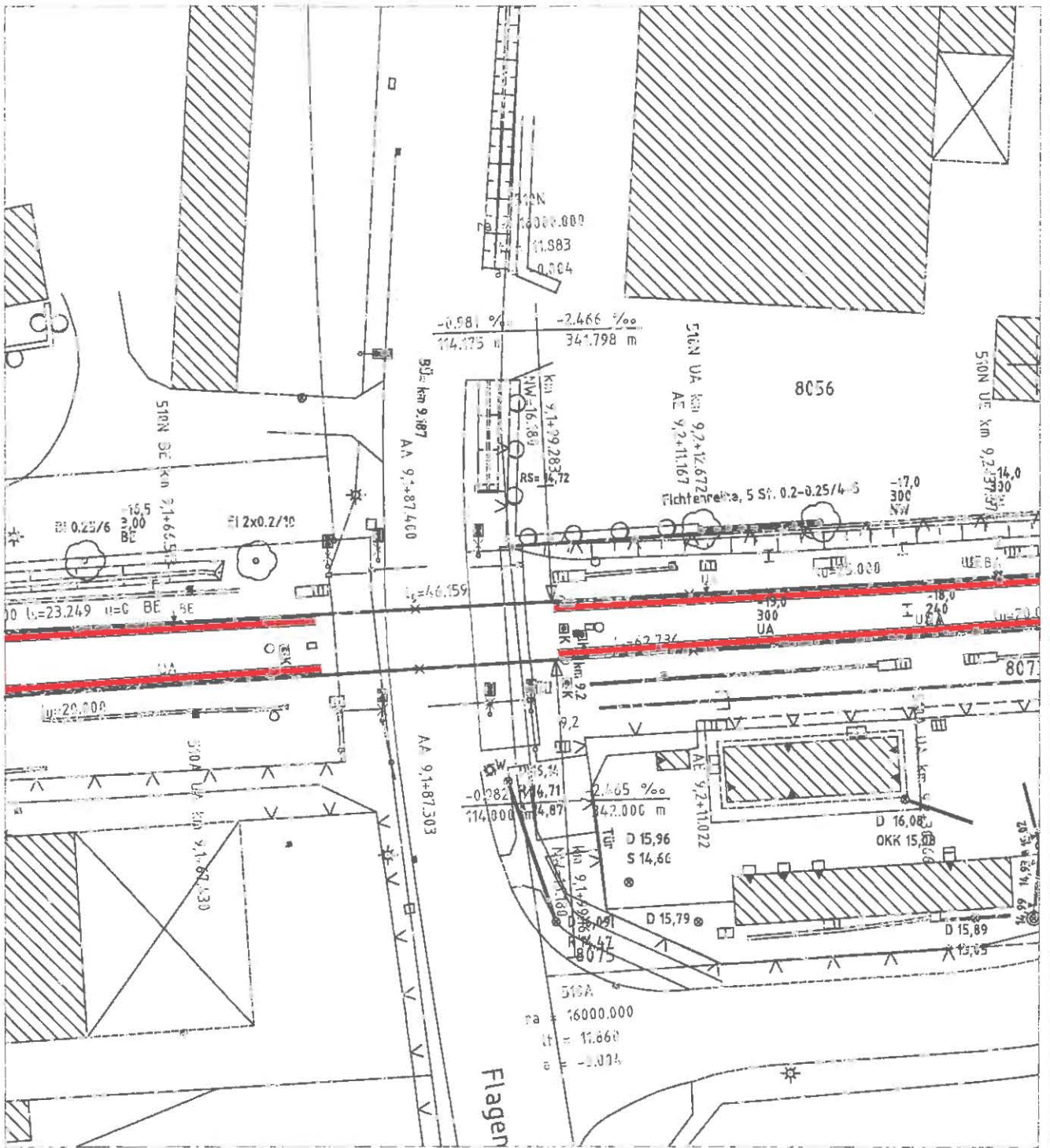
Datum	Name
Bearb. 10/2012	Konopinski
Gepr.	
Norm	
Maßstab	1:500

Prinzip-Darstellung
Stromschienenanordnung
Freie Strecke
z.B. Gemarkung Schnelsen



Blatt
1/1

Zust.	Änderung	Datum	Name	Urpr.



Anlage 3 zum Gutachten

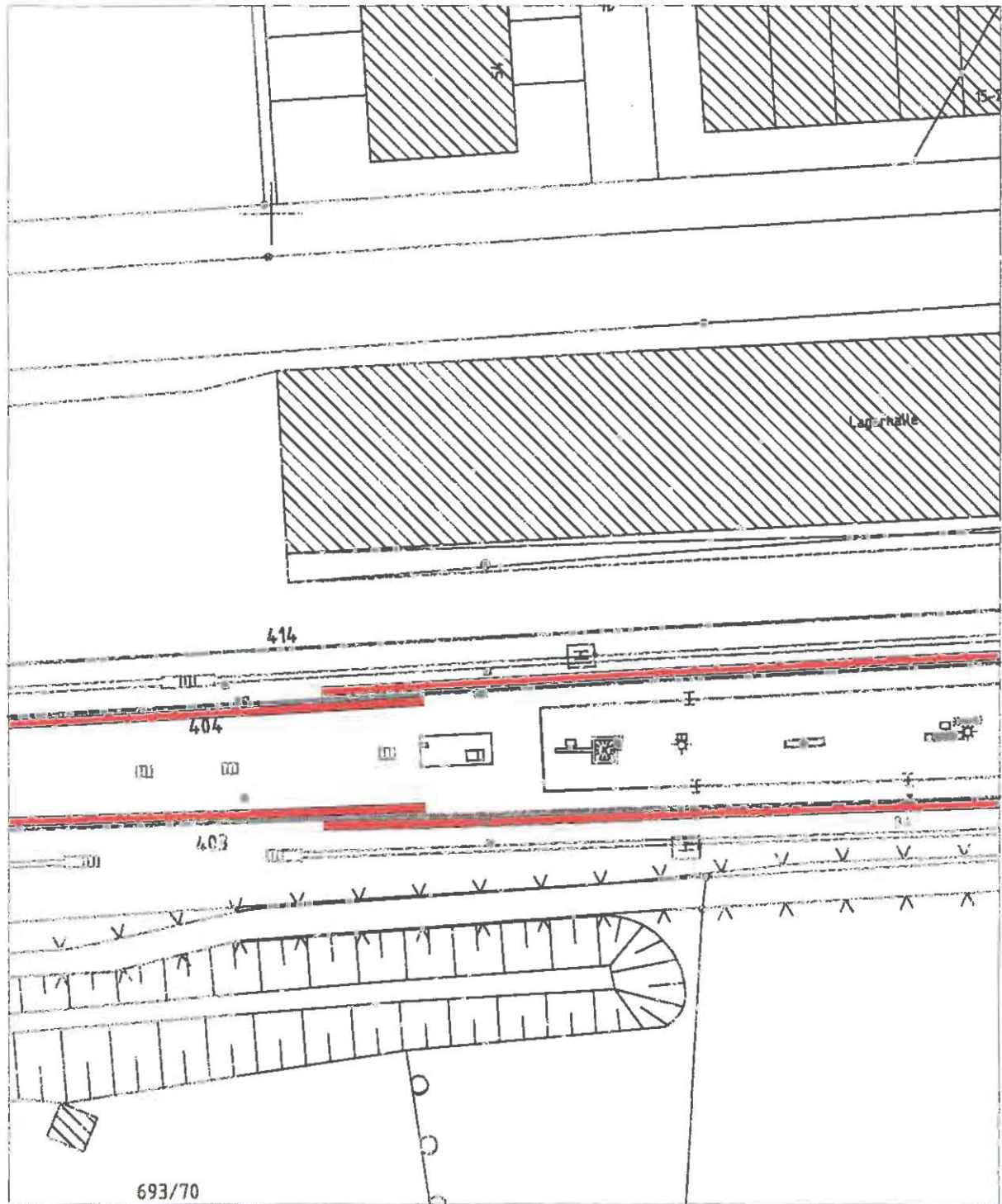
Datum	Name
Bearb. 10/2012	Konopinski
Gepr.	
Norm	
Maßstab	1:500

Prinzip-Darstellung
 Stromschienanordnung
 Bahnübergang
 z.B. BÜ Flagentwiet km 9,187



Blatt
1/1

Zust.	Änderung	Datum	Name	Urpr.



				 <small>Netz der Nahverkehrsleistungen in Schleswig-Holstein</small>		Anlage 4 zum Gutachten		
				Datum	Name	Prinzip-Darstellung Stromschienenanordnung Bahnhof z.B. Bf. Böningstedt		
				Bearb.	10/2012			Konopinski
				Gepr.				
				Norm				
				Maßstab		1:500		
							Blatt 1/1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	Urpr.				