

Energie Wasser Bern / BLS Netz AG Arealentwicklung Ausserholligen, Bern

Umweltbericht

Gemäss Art. 47 RPV

10. Juli 2025 / 1-06



B+S AG
Weltpoststrasse 5 | Postfach 313
CH-3000 Bern 15 | +41 31 356 80 80
www.bs-ing.ch



Impressum

<i>Auftraggeber</i>	Energie Wasser Bern / BLS Netz AG
<i>Projektleiter*in</i>	René Bayer / Lucia Muther
<i>Berichtsverfasserin</i>	Anne Klauser
<i>Projektnummer</i>	83.1458
<i>Dokument</i>	20250710_Umweltbericht_Ausserholligen.docx

Änderungsverzeichnis

<i>Version</i>	<i>Datum</i>	<i>Verfasser</i>	<i>Bemerkungen</i>
0-01	21.06.2019	Anne Klauser	Zwischenergebnisse
0-02	09.09.2019	Anne Klauser	Entwurf
0-03	24.04.2020	Anne Klauser	Anpassungen aufgrund Rückmeldung ewb / SPA / Kontur sowie Stadtgrün Bern und ANF
1-00	09.06.2020	Anne Klauser	Anpassungen aufgrund Rückmeldung SPA
1-01	20.10.2020	Anne Klauser	Aktualisierung neue Hochhausbereiche
1-02	15.12.2020	Anne Klauser	Aktualisierung aufgrund neuen ÜO-Plan
1-03	01.11.2021	Anne Klauser	Aktualisierung mit Grundlagen Siegerprojekt
1-04	30.04.2024	Anne Klauser	Aktualisierung aufgrund neue UeO, Validierung Siegerprojekt und Fachberichte
1-05	22.05.2025	Anne Klauser	Aktualisierungen Energieversorgung, Grundlage Grundwasser, Lärm und Störfall
1-06	10.07.2025	Anne Klauser	Aktualisierung Störfall



Inhalt

1	Einleitung	4
1.2	Ausgangslage	4
1.3	Zielsetzung	4
2	Verfahren und Methodik	4
2.1	Massgebliches Verfahren und zuständige Behörden	4
2.2	Methodik und Abgrenzung der Untersuchung	5
3	Standort und Umgebung	6
4	Vorhaben	8
4.1	Beschreibung des Vorhabens	8
4.2	Übereinstimmung mit der Raumplanung	9
4.3	Verkehrsgrundlagen	10
5	Relevanzmatrix	12
6	Auswirkungen der Realisierung der Entwicklung Ausserholligen VI	13
6.1	Luftreinhaltung, Lokalklima und Energieversorgung	13
6.2	Lärm	18
6.3	Erschütterung, Körperschall	24
6.4	Nichtionisierende Strahlung (NIS)	25
6.5	Grundwasser	28
6.6	Entwässerung	30
6.7	Boden	32
6.8	Altlasten	35
6.9	Abfälle / Umweltgefährdende Stoffe	37
6.10	Umweltgefährdende Organismen	38
6.11	Störfallvorsorge	41
6.12	Naturschutz (Flora, Fauna, Lebensräume)	43
6.13	Landschaft und Ortsbildschutz (inkl. Lichtimmissionen)	53
6.14	Kulturdenkmäler und Archäologische Stätten	54
7	Schlussfolgerungen	56
8	Anhänge	57

1 Einleitung

1.2 Ausgangslage

Energie Wasser Bern (ewb) und BLS Netz AG beabsichtigen ihre Areale am Standort Ausserholligen zu entwickeln. ewb sieht vor, den Unternehmenshauptsitz aus dem Stadtzentrum auf ihren Teilbereich zu verlagern und den Rest ihres Grundstücks einer neuen Nutzung zuzuführen. BLS beabsichtigt, die heute auf ihrem Teilbereich vorhandenen bahn-betriebsnotwendigen Gebäude und Anlagen an einem anderen Standort zu konzentrieren und auf ihrem Grundstück neue Nutzungen zu ermöglichen.

Gemeinsam verfolgen die Stadt Bern und die Grundeigentümerinnen die Absicht, das Areal im Kontext des Entwicklungsschwerpunktes (ESP) Ausserholligen zeitnah zu einem dichten, gemischt genutzten und öffentlich zugänglichen Quartierbaustein mit Schwerpunkt Arbeitsnutzung («Werken und Denken») zu entwickeln und dazu die notwendigen Planungsinstrumente und Realisierungsvoraussetzungen zu schaffen.

Auf der Grundlage der im Juni 2016 abgeschlossenen Testplanung und der Entwicklungsstrategie ewb vom Februar 2018 führten die Grundeigentümer ein Vertiefungsstudium und einen mehrstufigen Gesamtleistungstudienauftrag (GSA) durch. Mithilfe des Städtebaulichen Gesamtkonzeptes aus der Vertiefungsstudie, der Charta Arealentwicklung und dem validierten Siegerprojekt aus dem GSA hat das Stadtplanungsamt für den Planungssperimeter ein Planungsinstrument erstellt – in Form der Überbauungsordnung (ÜO) Stöckackerstrasse 33 – Ladenwandweg.

Gemäss Art. 47 RPV soll das Bundesrecht, insbesondere die Umweltschutzgesetzgebung in der Planung berücksichtigt werden. Ein Umweltbericht, welcher sämtliche Umweltfachbereiche abdeckt und sich an einen Umweltverträglichkeitsbericht gemäss Vorlage BAFU anlehnt, erfüllt diese Anforderung.

1.3 Zielsetzung

Der Umweltbericht umfasst alle Umweltbereiche. Soweit möglich und bekannt und dem Planungsstand entsprechend, werden die Umweltwirkungen ausgewiesen, ansonsten werden das gesetzliche Regelwerk und die Nachweise aufgeführt, die im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens bzw. vor Baubeginn noch zu erbringen sind.

2 Verfahren und Methodik

2.1 Massgebliches Verfahren und zuständige Behörden

Die ÜO Stöckackerstrasse 33 - Ladenwandweg wird im ordentlichen Verfahren gemäss Art. 88 des kantonalen Baugesetzes (BauG) erlassen. Es sind die Verfahrensschritte der Mitwirkung, der kantonalen Vorprüfung, der öffentlichen Auflage (mit Einspracheverhandlungen) sowie der Genehmigung durchzuführen. Die ÜO ist dem Gemeinde und Stadtrat der Stadt Bern vorzulegen. Der Entscheid erfolgt durch eine Volksabstimmung.

Der vorliegende Umweltbericht umfasst alle Auflagen oder benötigten Untersuchungen mit Umwelt-Bezug und gilt als Ergänzung zu den Vorschriften der Überbauungsordnung. Der folgende Bericht inkl. der Vorschriften und Rahmenbedingungen lehnt sich an das Modul 5 des Umweltverträglichkeit-Handbuches (Richtlinie BAFU) an und handelt alle relevanten Umweltbereiche ab, ist aber nicht als Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) zu betrachten, da die vorliegende ÜO-Planung selbst nicht UVP-pflichtig ist.

Für die Überbauungsordnung ist eine Vorprüfung durch das kantonale Amt für Gemeinden und Raumordnung (AGR) und eine anschliessende öffentliche Auflage mit Einspracheverfahren durchzuführen. Im Rahmen der Baugesuche sind unter Umständen ergänzende Umweltabklärungen erforderlich.

Leitbehörde im obenstehenden Verfahren ist das kantonale Amt für Gemeinden und Raumordnung (AGR).

2.2 Methodik und Abgrenzung der Untersuchung

Die Untersuchungen beschränken sich auf den Wirkungsbereich der ÜO. In Anlehnung an die Erstellung eines Umweltverträglichkeitsberichtes wurden alle Umweltbereiche behandelt. Es wird der Istzustand 2019 sowie die Umweltauswirkungen des Ausbauzustands beschrieben. Aufgrund dieser Erkenntnisse werden Vorschriften und Rahmenbedingungen definiert, welche für die weitere Planung der ÜO massgebend sind.

Die Untersuchungsperimeter für verkehrsorientierte Auswirkungen des Ausbauzustandes in den Umweltbereichen Luftreinhalte und Lärm umfassen die relevanten Strassenabschnitte des Strassensystems. Dies beinhaltet neben der Nationalstrasse N02 auf dem Weyermannsviadukt auch die Stöckackerstrasse, über welche das Areal durch den motorisierten Verkehr erschlossen ist.

Die angewandten Methoden der Untersuchungen sowie allfällige Detaillierungen zum Untersuchungsperimeter sind für die einzelnen Umweltbereiche in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

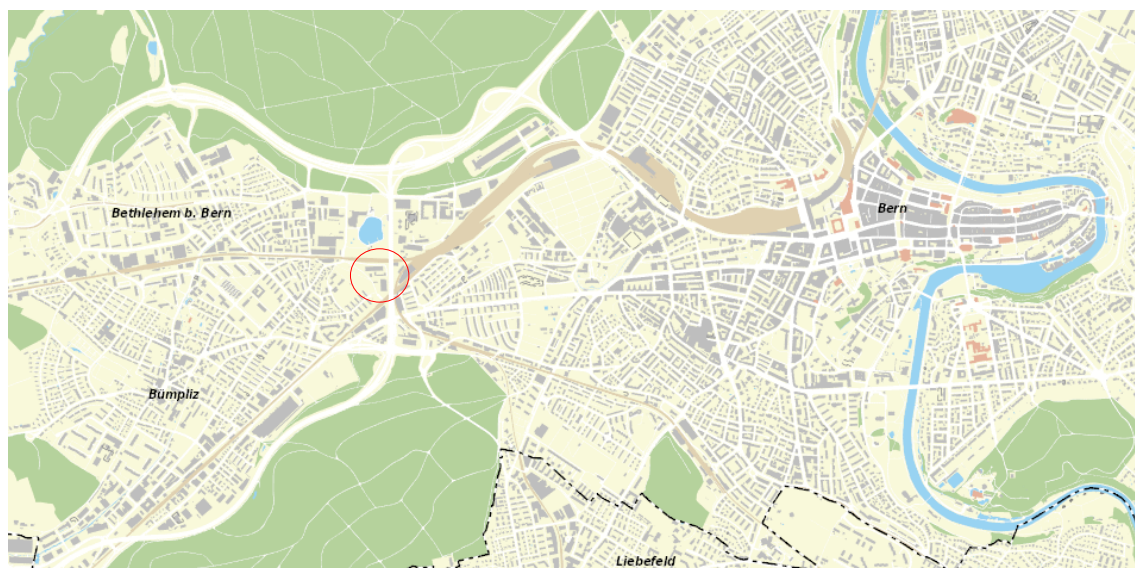


Abbildung 2: Standort (Kreis) des ÜO-Perimeters (Quelle: map.be.ch/stadtplan)

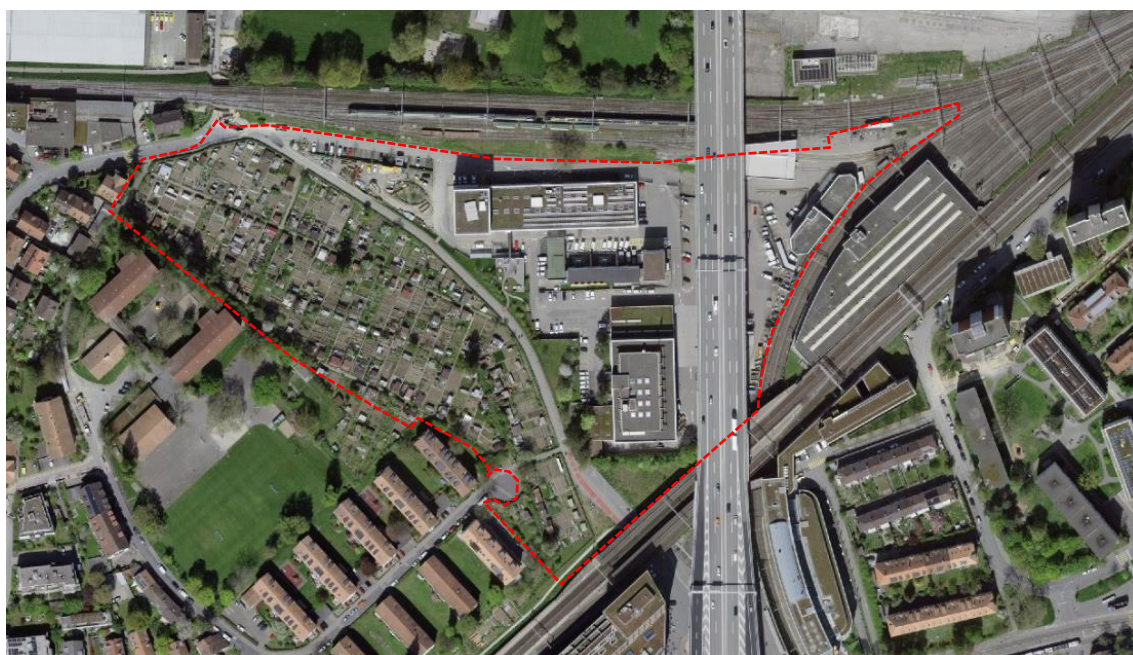


Abbildung 3: Luftbild mit approx. ÜO-Perimeter (Quelle: swisstopo)

4 Vorhaben

4.1 Beschreibung des Vorhabens

Das Siegerprojekt Halter – Villeverte beinhaltet im mittleren Bereich drei unterschiedlich hohe Türme (A, B, C in Abbildung 4), in welchen sowohl Wohn- und Dienstleistungsnutzungen geplant sind. Östlich davon ist ein Hochhausbereich ausgeschieden (D) mit tieferen maximalen Höhen als westlich vom Viadukt. Unter dem Weyermannsviadukt sind Freiraum- sowie temporäre Nutzungen und Events geplant.

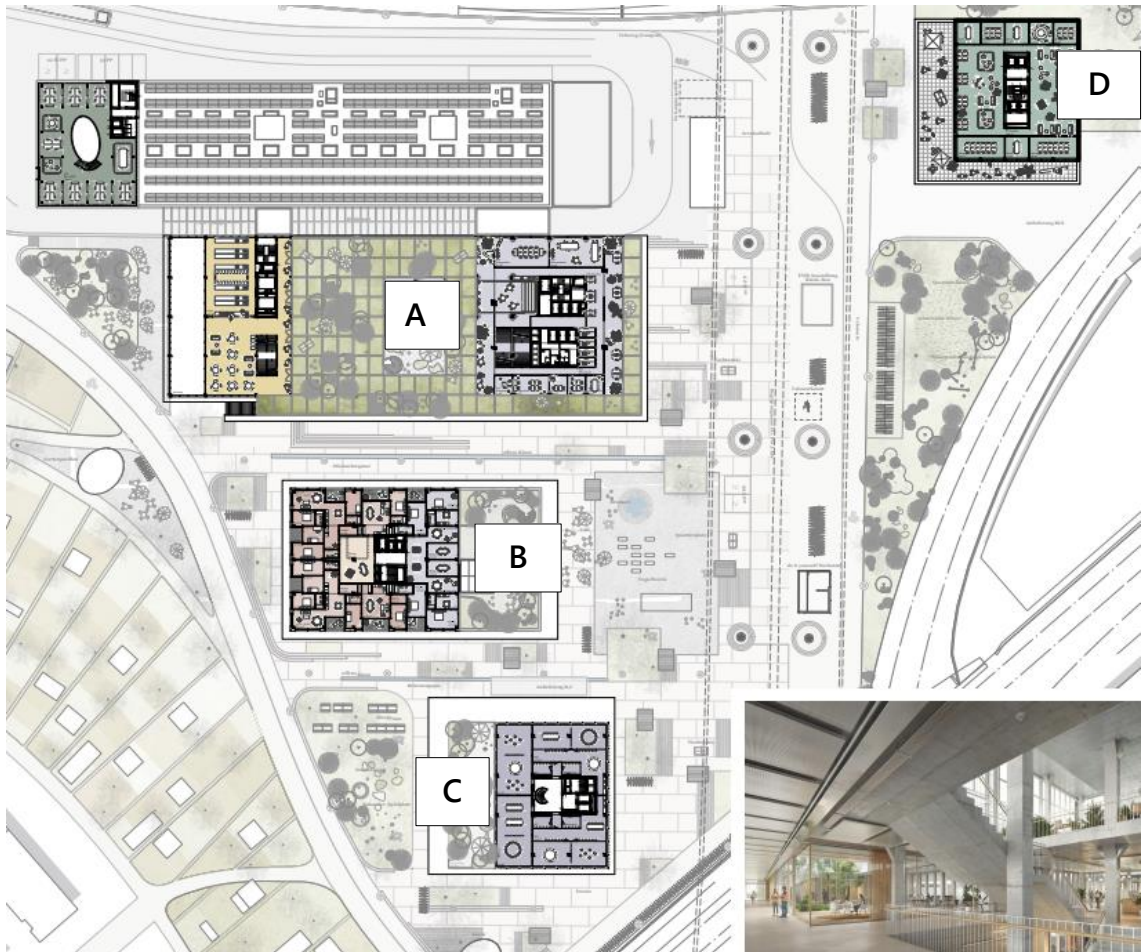


Abbildung 4: Hochhausbereiche (satt farbig) der geplanten Überbauung (Quelle: Siegerprojekt Gesamtleistungsstudie Halter AG, 28.07.2021)

Dienstleistungsturm

Der Turm auf Baufeld A wird maximal 115 m hoch. Im mittleren Teil des Turmes ist der Hauptsitz der ewb geplant.

Wohntürme

Der Turm im Baufeld B wird maximal 102 m hoch, der Turm im Baufeld C maximal 83 m. Das Dach der unteren Geschosse wird als Terrasse für gemeinschaftliche Nutzungen bzw. als Freiraum genutzt.

BLS-Gebäude

Das Gebäude weist eine Höhe von maximal 59 m auf.

4.2 Übereinstimmung mit der Raumplanung

4.2.1 Zonenplan Gemeinde Bern

Wie aus dem Zonenplan der Stadt Bern ersichtlich, befinden sich im ÜO-Perimeter eine Industrie- und Gewerbezone, Verkehrsanlagen und eine Freifläche A.

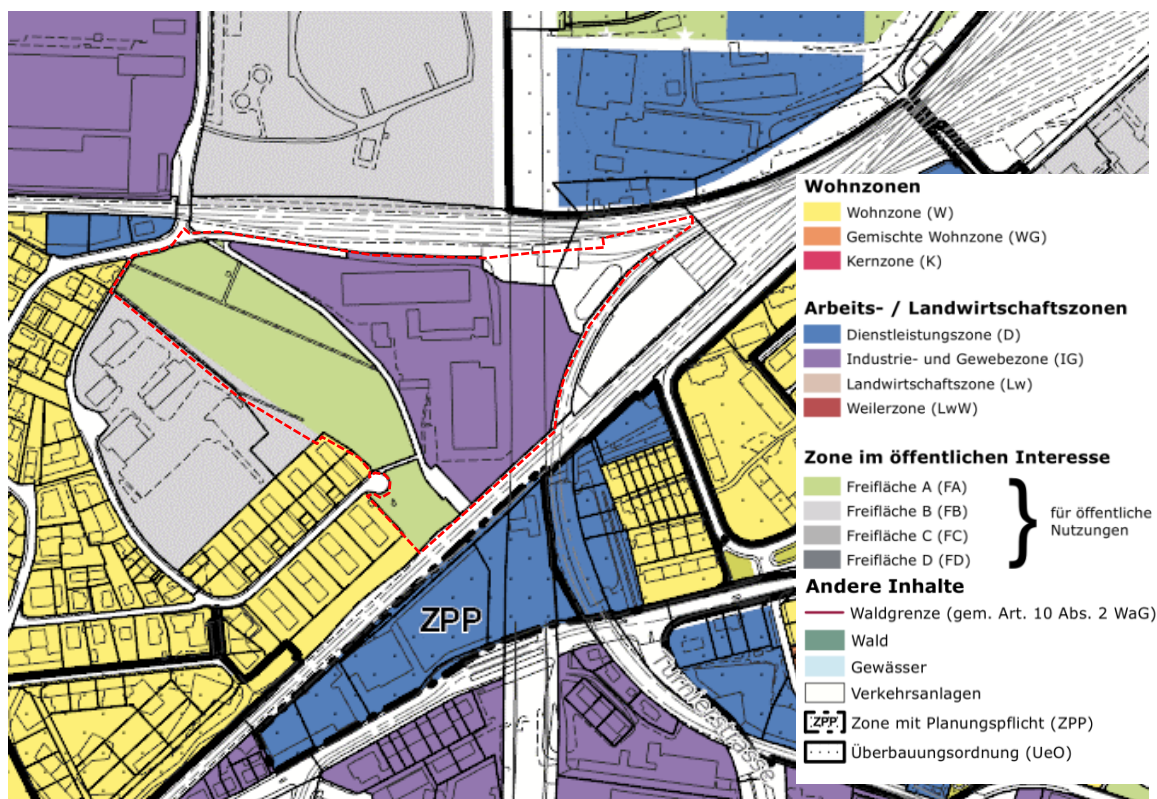


Abbildung 5: Ausschnitt Nutzungszonen der Stadt Bern, inkl. Legende, rot = ÜO-Perimeter (Quelle: map.bern.ch, Mai 2020)

4.2.2 Entwicklungsschwerpunkt (ESP) Ausserholligen

Wirtschaftliche Entwicklungsschwerpunkte (ESP) sind Standorte, die sich insbesondere für eine intensive bauliche Nutzung im Bereich Arbeiten, Wohnen und Freizeit eignen. Sie sind aufgrund ihrer Lage und ihrer Erschliessung für viele Menschen rasch und direkt erreichbar.

Der Entwicklungsschwerpunkt (ESP) Ausserholligen ist hervorragend erschlossen (S-Bahn-Stationen Europaplatz und Stöckacker, Tram Bern-West). Er bietet eines der grössten Entwicklungs- und Flächenpotenziale in Stadt und Agglomeration Bern. Für den ESP-Perimeter liegt ein rechtsgültiger Richtplan aus dem Jahre 1994 vor. Dieser wurde durch das Stadtplanungsamt überarbeitet und aktualisiert. Die Teilkraftsetzung (ohne Störfall) ist erfolgt mittels Verfügung vom 21.03.2024.

Einige grundeigentümerverbindliche Planungen und Infrastrukturprojekte konnten in den letzten 25 Jahren erfolgreich abgeschlossen werden. Das Haus der Religionen und der Europaplatz wurden im Dezember 2014 eingeweiht, womit zwei weitere wichtige städtebauliche Bausteine im ESP erfolgreich realisiert werden konnten. Für mehrere Areale sind zurzeit Planungen für Umnutzungen im Gang und es besteht von verschiedenen Akteuren ein hohes Interesse das gesamte Gebiet städtebaulich weiterzuentwickeln.

Darüber hinaus hat der Kanton Bern Ende 2012 beschlossen den ESP Ausserholligen neben drei weiteren Standorten in die Premium-Kategorie aufzunehmen. Dieser wird nun von der Stadt Bern gemeinsam mit dem Kanton und den Grundeigentümerinnen gezielt entwickelt.

4.3 Verkehrsgrundlagen

Mobilitätskonzept

In den nächsten 10 Jahren sind diverse Entwicklungsprojekte im Umfeld des ESP Ausserholligen vorgesehen: Weyermanshaus West (Wohn- und Arbeitsnutzung), Sport- und Freizeitanlage Weyermanshaus (Sanierung aller Anlagen), Berner Fachhochschule (Neubau), Volksschulhaus Stöckacker (Ausbau), Leistungssteigerung Bern West (Sanierung und Ausbau Gleisanlagen). Diese Entwicklungsprojekte sind im Mobilitätskonzept mit einbezogen und erzeugen u.a. eine Überlastung des Verkehrsknoten Forsthaus (Bremgartenstrasse / Murtenstrasse) im 2035. Daher wurde für das vorliegende Projekt ein Fahrtenkontingent von 2'200 Fahrzeugen (DWV) festgelegt.

Um dieses Fahrtenkontingent im Bereich des ÜO-Perimeters zu erreichen müssen diverse Massnahmen festgelegt werden wie z.B. Reduktion der Parkplätze für MIV, Car-Sharing und Ausbau Velo- und Fussverkehr. Das Verkehrskonzept sieht eine reduzierte Aufteilung der Fahrten gemäss Tabelle 1 vor. Durch eine Erhöhung des Spezifisches Verkehrspotential pro Parkplatz (SVP) mittels Parkplatz-Pooling oder Sharing-Fahrzeuge kann die Anzahl Fahrten reduziert werden. Daher ist die Erreichung des Kontingentes möglich.

Nutzung	Baufeld	m ² GfO	Quotient	Ausmass	PP-Bedarf	SVP	Fahrten
Wohnen	B/C	29'000	0.15 PP/Whg.	222 Whg.	33	3.0	99
Arbeiten ewb	A	8'600	0.50 PP/100 m ² GfO	8'600 m ² GfO	43	4.0	172
Büro und Gewerbe	A/B/C	20'600	0.35 PP/100 m ² GfO	20'600 m ² GfO	72	4.0	288
Übrige Nutzungen	A/B/C	3'600	0.35 PP/100 m ² GfO	3'600 m ² GfO	13	4.0	52
Bestand ewb/BLS	A	6'200			211	5.0	1'055
Wohnen	D	6'000 ^{1b}	0.15 PP/Whg.	96 Whg. ^{1b}	14	3.0	42
Büro und Gewerbe	D	6'000 ^{1b}	0.35 PP/100 m ² GfO	6'000 m ² GfO	21	4.0	84
Taxi Vorfahrt					3	8.0	24
Carsharing					8	8.0	64
Total exkl. Anlieferung					418		1'880
Kleinanlieferung						8.0	40
LWK Ver-/Entsorgung						2.0	36
Total inkl. Anlieferung		80'000			418		1'956

*) betriebsnotwendiger Verkehr

Tabelle 1 Reduzierter Bedarf an Parkplätzen, Fahrtenabschätzung mit Mobilitätskonzept (Quelle: Mobilitätskonzept Entwicklung Ausserholligen IV, Rapp, 30.04.2024) SVP = Spezifisches Verkehrspotential pro Parkplatz

Im Mobilitätskonzept sind diverse Massnahmen aufgelistet und beschrieben, welche ermöglichen die vorgegebene Anzahl Fahrten nicht zu überschreiten. Ein Auszug von Massnahmen zur Reduktion der Anzahl Fahrten wird hier stichwortartig aufgeführt:

- Poolfahrzeuge
- Car-Sharing
- E-Sharing-Systeme (Velo, Cargovelo, E-Scooter,...)
- Kleinbus-Sammeltaxis
- Flexible Arbeitsformen
- Co-Working-Spaces
- Sensibilisierung bezüglich Mobilität
- Velofreundliche Infrastruktur
- ÖV-Förderung

Damit das Fahrtenkontingent auch langfristig eingehalten wird, ist ein Monitoring vorgesehen, welches u.a. die Fahrten laufend und punktuell zählt. Die erfassten Daten sind jährlich der Baupolizeibehörde und einem Fachgremium zuzustellen. Zudem wird vorgeschlagen, das Mobilitätskonzept periodisch zu überprüfen und in einem Kurzbericht zu dokumentieren.

Die Erschliessung mit dem öffentlichen Verkehr ist bereits gut (ins. Haltestelle Europaplatz) und wird ausgebaut (Leistungssteigerung Bern West mit Verlagerung / Neubau S-Bahnhaltestelle Europaplatz Nord). Auch der Fuss- und Veloverkehr weist im Ausgangszustand gute Verbindungen auf, wobei diverse Lücken bekannt sind und in den nächsten Jahren geschlossen werden sollten. In der Überbauungsordnung ist sichergestellt, dass auf dem Areal eine hohe Durchlässigkeit von Fuss- und Veloverkehr zu gewährleisten ist.

Verkehrsintensive Vorhaben

Als Verkehrsintensive Vorhaben (VIV) gelten gemäss Art. 91a der Bauverordnung (BauV) des Kantons Bern Bauvorhaben, die im Jahresdurchschnitt 2'000 oder mehr Fahrten verursachen. Nach Art. 91a BauV werden Zulieferfahrten und Fahrten für die Wohnnutzung nicht mitgezählt, womit im vorliegenden Fall die rechtliche Grenze von 2000 Fahrten unterschritten wird.

Das Projekt im ÜO-Perimeter Stöckackerstrasse 33 - Ladenwandweg darf kein VIV sein und das Fahrtenkontingent darf nicht überschritten werden.



5 Relevanzmatrix

Die Relevanzmatrix teilt aufgrund der örtlichen Gegebenheiten die Auswirkungen des Bauvorhabens auf die jeweiligen Umweltbereiche wie folgt in relevante und keine oder unbedeutende Auswirkungen ein. Es werden sowohl die Umweltauswirkungen ausgehend vom Planungsperimeter und die Auswirkungen auf den Planungsperimeter beschrieben.

Phasen Umweltbereiche

	Luftreinhaltung, Klima, Energie					Lärm		Erschütterungen, Körperschall		Nichtionisierende Strahlung		Grundwasser	Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	Entwässerung	Boden	Altlasten	Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	Umweltgefährdende Organismen	Störfallvorsorge / Katastrophenschutz	Wald	Naturschutz (Flora, Fauna, Lebensräume)	Landschaft und Ortsbildschutz (inkl. Lichtimmissionen)	Kulturdenkmäler, archaische Stätten
Bau	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Betrieb	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Legende: ◦ keine oder unbedeutende Auswirkungen auf die Umwelt

• relevante Auswirkungen auf die Umwelt

Keine weiteren Untersuchungen (Umweltbereich nicht relevant bzw. nicht vorhanden)

Untersuchungen / Beurteilungen im Rahmen des Umweltberichts

Im Planungsperimeter sind keine Oberflächengewässer vorhanden, auch keine unterirdisch verlaufende (eingedolte) Fliessgewässer.

Im Planungsperimeter ist kein Wald ausgeschieden.

Luftfahrthindernis

Gemäss Art. 63 VIL ist für die Erstellung einer Baute die eine Höhe von mehr als 60 m aufweisen, eine Bewilligung des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) einzuholen. Die Abklärungen diesbezüglich erfolgten separat (siehe Bericht von Bächtold & Moor, Beurteilung Luftfahrthindernis) und werden in vorliegendem Bericht nicht behandelt.

6 Auswirkungen der Realisierung der Arealentwicklung Ausserholligen

6.1 Luftreinhaltung, Lokalklima und Energieversorgung

6.1.1 Gesetzliche Grundlagen

Folgende gesetzliche Grundlagen sind für den Umweltbereich Luftreinhaltung massgebend:

- Luftreinhalteverordnung des Bundes (LRV) vom 16. Dezember 1985
- Massnahmenplan zur Luftreinhaltung 2015 / 2030 des Kantons Bern vom Juni 2015
- Bauverordnung des Kantons Bern (BauV) vom 6. März 1985
- Kantonales Energiegesetz (KEng) vom 15. Juni 2011 (Stand 01.01.2023)
- Kantonale Energieverordnung (KEnV) vom 25. Oktober 2011 (Stand 01.03.2023)
- Richtlinie über betriebliche und technische Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoff-Emissionen von Baustellen (kurz: Baurichtlinie Luft), BAFU, Ergänzte Ausgabe, Februar 2016
- Vollzugshilfe „Luftreinhaltung bei Bautransporten“ des BUWAL (heute: BAFU), 2001.
- Arbeitshilfe zur Berechnung der Belastbarkeiten von Strassen aus Sicht der Luftreinhaltung, beco, November 2015
- Richtplan Energie der Stadt Bern vom 1. November 2014
- Mindesthöhe von Kaminen über Dach, Kamin-Empfehlung, BAFU 2018

Die Aussagen der nachfolgenden Kapitel basieren zudem auf folgenden Grundlagen:

- Luftqualität in der Nordwestschweiz, Kantone AG, BE, BL, BS, JU, SO, Jahresbericht 2018

Allgemeine Anforderungen

Die Luftreinhalteverordnung des Bundes (LRV) legt Immissionsgrenzwerte (IGW) für verschiedene Luftschadstoffe fest und verpflichtet die Kantone gemäss Art. 31 bei übermässigen Immissionen einen sog. Massnahmenplan auszuarbeiten. Der „Massnahmenplan zur Luftreinhaltung 2015 / 2030“ des Kantons Bern definiert den ganzen Kanton als Massnahmenplangebiet (Beiträge zur Sanierung erforderlich) und bestimmt konkrete Massnahmen zur Reduktion der Luftschadstoffbelastung z.B. in den Bereichen Verkehrsverlauf, Mobilitätsmanagement, Mobility Pricing, Feuerungen.

Anforderungen Strassenverkehr bzw. MIV

Bezüglich des Personenverkehrs müssen gemäss Massnahme P4 des kantonalen Massnahmenplans die sog. örtlichen Belastbarkeiten eingehalten werden. Zur Prüfung dieses Sachverhalts hat das beco die „Arbeitshilfe zur Berechnung der Belastbarkeiten von Strassen aus Sicht der Luftreinhaltung“ erarbeitet. Diese Arbeitsanleitung dient zur Ermittlung der durch ein Einzelvehaben bedingten, maximal zulässigen Mehrbelastung eines Strassenquerschnitts.

Anforderungen Lufthygiene und Lokalklima

Gemäss Art. 6 Abs. 1 LRV müssen im Sinne der Vorsorge Emissionen möglichste nahe am Entstehungsort erfasst und abgeleitet werden, dass keine übermässigen Immissionen entstehen (betrifft insbesondere Feuerungsanlagen, siehe auch Kamin-Empfehlung). Auch höhere Häuser und Hochhäuser sollten keine klimatologisch-lufthygienisch nachteiligen Auswirkungen auf Nachbarschaft und weitere Umgebung haben.

Anforderungen Energieversorgung

Gemäss Art. 53 des kantonalen Energiegesetzes bzw. Art. 41 der kantonalen Energieverordnung können Grossverbraucher vom Kanton verpflichtet werden, ihren Energieverbrauch zu analysieren und die zumutbaren Massnahmen zur Verbrauchsoptimierung sowie zur Verminderung der Umweltbelastung und der Treibhausgasemissionen zu treffen. Auf vertraglicher Basis können dabei mittel- bis langfristige Verbrauchsziele vereinbart werden.

Gemäss Art. 35 des kantonalen Energiegesetzes sind bei Neubauten, Umbauten oder Umnutzungen Minimalanforderungen an die Energienutzung (z.B. zum Wärmeschutz) zu erfüllen. Die Minimalanforderungen werden in Art. 14 ff. der kantonalen Energieverordnung und deren Anhängen konkretisiert.

Anforderungen Bauphase

Die LRV definiert die Anforderungen bezüglich der Ausrüstung von dieselbetriebenen Maschinen und Geräten mit einem Partikelfiltersystem (PFS) und zwar in Abhängigkeit der Leistungs-klasse und des Baujahrs (mit Übergangsfristen). Neben dieser Anforderung ist die Baurichtlinie Luft betreffend Beurteilung und Massnahmenfestlegung im Bereich Baustellenarbeiten massgebend. Die Stadt Bern wird bezüglich seiner Lage als "Stadt und Agglomeration" eingestuft, daher ist die Massnahmenstufe B anzuwenden, sofern eines der folgenden Kriterien durch ein Bauvorhaben bzw. eine Realisierungsetappe erfüllt ist:

- Dauer der Baustelle > 1 Jahr
- Grösse der Baustelle, Fläche > 4'000 m²
- Grösse der Baustelle, Kubatur > 10'000 m³.

Aufgrund der geplanten Überbauung gehen wir davon aus, dass bei der Realisierung dieses Überbauungsvorhabens mind. eines dieser Kriterien erfüllt ist und demzufolge die Massnahmenstufe B umzusetzen sein wird.

Die Baurichtlinie Luft gibt in Form einer Checkliste allgemeine und bauverfahrensspezifische Massnahmen zur Reduktion der Luftschadstoff- und Staubemissionen auf Baustellen vor. Dies kann z.B. die Minimierung von Staubemissionen bei Abbruch- und Rückbauarbeiten sein, die Verwendung von emissionsarmen Verfahren oder Materialien bei Belags- und Dichtungsarbeiten oder der Einsatz von emissionsarmen Arbeitsgeräten (z.B. solche mit Elektromotoren).

Die Vollzugshilfe „Luftreinhaltung bei Bautransporten“ des BUWAL (heute: BAFU) definiert für NO_x einen Zielwert bezüglich spezifischen Bautransportemissionen von Baustellen. Für Flächenbaustellen wie sie bei der Realisierung der vorliegend geplanten Überbauung Ausserholligen auftreten, beträgt der Zielwert 8 g NO_x / m³ transportiertes Massengut¹. Wenn der Zielwert nicht eingehalten werden kann, sollten weitere Massnahmen zur Reduktion, der mit Bautransporten im Zusammenhang stehenden Luftschadstoffemissionen getroffen werden (z.B. Anpassung Materialbewirtschaftungs- und Transportkonzept). Eine mögliche Massnahme ist namentlich die Festlegung einer verschärften Abgasanforderung an Lastwagen, welche für Massenguttransporte eingesetzt werden.

¹ Antransport von Sand, Kies, Zement, Beton, Backsteinen, Elemente, etc. und Abtransport von Abbruch- und Aushubmaterial, etc.

6.1.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Strassenverkehr / MIV

Der Ist-Zustand hinsichtlich Luftbelastung wird gemäss den Jahresbericht Luftqualität Nordwestschweiz 2018 beschrieben.

Im Bauzustand umfasst der Untersuchungsperimeter die Baustelle im engeren Sinne (Rückbau bestehender Gebäude, Neubau von neuen Bauwerken, Baugrube, Baustellenzufahrten, evtl. Installationsplätze im näheren Umfeld, etc.) sowie die wesentlich von Baustellentransporten betroffenen Strassenabschnitte des bestehenden Strassennetzes (im vorliegenden Fall nur die Stöckackerstrasse bis zur Murtenstrasse).

Die Auswirkungen des Ausbauzustandes bzw. der durch die Überbauung voraussichtlich zusätzlich erzeugte Mehrverkehr wurde anhand der „Arbeitshilfe zur Berechnung der Belastbarkeiten von Strassen aus Sicht der Luftreinhaltung“ des beco des Kantons Bern, Version November 2015 geprüft und beurteilt.

Der Untersuchungsperimeter für die verkehrsorientierten Auswirkungen des Ausbauzustandes umfasst die relevanten Strassenabschnitte des umliegenden Strassennetzes bis zu einer ausreichenden Verdünnung (Stöckackerstrasse bis zur Murtenstrasse).

Lokalklima und Lufthygiene

Die Untersuchungen zum Einfluss der projektierten Überbauungen auf das lokale Klima sowie der Lufthygiene wurden durch KBP GmbH durchgeführt und in einem separaten Bericht dokumentiert (vgl. Anhang A). Im Bericht wurden 3 Varianten geprüft, das Projekt Nissen Wentzlaff Architekten (als 3-NW bezeichnet) wird im vorliegenden Kapitel 6.1 zusammengefasst dargestellt. Die Lufthygienischen Auswirkungen (Einfluss Hochhäuser auf die Abgasfahne der Energiezentrale Forsthaus) bei Westwind und Bise wurden mit dem Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 durchgeführt. Das Modell erlaubt die Simulation von zeitlichen Abläufen der sich ausbreitenden Schadstoffbelastung.

Mit der Modellierung des Windfeldes wird in Bereichen mit komplexen Überbauungen die gegenseitige Beeinflussung verschiedener Bauten sichtbar gemacht und es wird aufgezeigt, wo Windkanalisierungen und Bereiche hoher Windturbulenzen auftreten. Die kann bei komplexen Bebauungen nur mit einem Computermode realitätsnah berechnet werden und wurde mit dem Model MISKAM (mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell) von giese-eichhorn vorgenommen. Mit dem gleichen Modell wurde ebenfalls der lokalklimatische Einfluss der Überbauung auf die Durchlüftung der Stadt Bern bei Westwind analysiert.

Energieversorgung

Überprüfung der Energieziele des Projektes mit den Anforderungen des Richtplan Energie Stadt Bern und der Kantonalen Energiegesetzgebung.

6.1.3 Ist-Zustand

Strassenverkehr / MIV

Gemäss dem Jahresbericht Luftqualität der Nordwestschweiz liegen die aktuellen Stickstoffdioxid-(NO₂)-Belastungen an der Morgartenstrasse in Bern mehrheitlich unterhalb des gemäss Luftreinhalteverordnung des Bundes (LRV) massgebenden Immissionsgrenzwertes (Jahresmittelwert 18 µg/m³); entlang der Nationalstrasse sind die IGW bis zu einem gewissen Abstand überschritten.

Die Luftbelastung mit dem Sekundärschadstoff Ozon (O₃) überschreitet in der gesamten Agglomeration Bern – wie praktisch überall im Kanton – den geltenden Immissionsgrenzwert (1h-Mittelwert = 120 µg/m³) häufig und z.T. deutlich.

Die Belastung der Luft mit lungengängigem Feinstaub PM₁₀ liegt im ganzen Kanton unterhalb des Jahresmittel-Grenzwertes (20 µg/m³), die Anzahl Tage über dem 24h-Mittelwert von 50 µg/m³ waren im 2018 erfreulicherweise gering.

Lokalklima und Lufthygiene

Die Windverhältnisse am Standort sind in erster Linie geprägt durch die typischen Hauptwindrichtungen des schweizerischen Mittellandes, Westwind und Bise. Der Westwind weht aus südwestlicher Richtung, die Bise aus nordöstlicher.

Bei der Lufthygiene kann davon ausgegangen werden, dass sie im heutigen Zustand ähnlich ist, wie im Bericht der KBP beschrieben: Die Grenzwerte für die zulässige Belastung (LRV, Anhang 7) werden nicht überschritten.

Energieversorgung

Da das Entwicklungsareal der ewb und BLS grösstenteils neu gestaltet und überbaut wird, ist eine Untersuchung des Ist-Zustandes nicht notwendig.

6.1.4 Ausbauzustand / Auswirkungen

6.1.4.1 Bauphase

Während der Bauzeit wird es im näheren Umfeld der Baustelle sowie entlang den Transportrouten vorübergehend zu erhöhten Luftschadstoff- und Staubimmissionen kommen. Die Realisierungsphase inkl. deren Materialbewirtschaftungs- und Transportkonzept ist in der aktuellen Projektphase (auf Stufe ÜO) jedoch noch unklar bzw. zu wenig genau spezifiziert, um konkrete Massnahmen zur Reduktion von Luftschadstoff- und Staubemissionen von Baustellenarbeiten und Bautransporten definieren zu können. Es wird Aufgabe der Projektingenieure bzw. der beauftragten Umweltfachleute sein, diese Massnahmen beim Vorliegen des konkreten Bauvorhabens festzulegen und in die Submissionsbestimmungen einfließen zu lassen.

6.1.4.2 Betriebszustand

Strassenverkehr / MIV

Gemäss kantonalem Massnahmenplan (Massnahmen P4) sind bei einer Projektbeurteilung im Bereich Personenverkehr die sog. örtlichen Belastbarkeiten aus Sicht Luftreinhaltung zu prüfen: dazu stellt das beco des Kantons Bern eine Arbeitshilfe zur Verfügung, mit welcher die infolge eines Einzelvorhabens zulässige Mehrbelastung eines Strassenabschnittes durch Motorisierten Individualverkehr (MIV) ermittelt werden kann.

Auf der Grundlage des Berichtes Verkehr und Umwelt (siehe Kapitel 6.2.3 des vorliegenden Berichtes) kann im Ausgangszustand auf der Stöckackerstrasse von einem durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) von 2'220 Fahrzeugen ausgegangen werden (Stand 2011). Der ÜO-Perimeter wird als Kerngebiet von Bern eingeteilt (Be-K). Aufgrund dieser Angaben wird gemäss Tabelle in der Arbeitshilfe eine lokale Belastbarkeit der Stöckackerstrasse von bis zu 2'170 Zusatzfahrten pro Tag als lufthygienisch tragbar erachtet.

Bei einem geplanten MIV von maximal 2200 Fahrten pro Werktag (DWV) (bzw. einen DTV von 1'590 Fahrten) werden die Belastbarkeiten aus Sicht Luftreinhaltung eingehalten.

Lokalklima und Lufthygiene

Die Lufthygienischen Analysen des Schadstofftransportes der Windfahne der Energiezentrale Forsthaus zeigen, dass die massgebenden Immissionsgrenzwerte gemäss LRV, Anhang 7 mit den erwarteten Zusatzbelastungen auch im ungünstigsten Fall nicht überschritten werden.

Die Windfeldanalysen zeigen folgende Resultate: Die drei in einem Dreieck angeordneten Neubauten mit relativ geringer Grundfläche bilden für den Wind eine komplexe Hindernisstruktur.

Entsprechend überlagern sich Wirbel verschiedener Gebäudekanten und es bilden sich je nach Windrichtung unterschiedliche Windkanalisierungen zwischen den Gebäuden hindurch aus. Beim Durchgang zwischen Betriebsgebäude und Bau B (mittleres Hochhaus) halten wir bauliche Massnahmen zur Reduktion der Windkanalisierung für zwingend. Bei der zentralen Freifläche ist zu beachten, dass diese bei allen Windrichtungen mit Kanalisierungen und Wirbelbildung durchquert wird.

Als lokalklimatische Einflüsse werden die Wärme-Insel-Effekte in Städten beschrieben und mögliche Abhilfemassnahmen, wie z.B. Begrünung versiegelter Flächen, Verwendung Material mit stark reflektierender Oberfläche, Planung von Durchlüftungsschneisen in Windrichtung etc. aufgezeigt. Die Windfeldberechnungen zeigen, dass die Turbulenzen in ca. 1km Abstand von den Neubauten (entspricht ca. dem Zehnfachen der Gebäudehöhe der Hochhäuser) nahezu wieder den Werten des ungestörten Windfeldes entsprechen. Die Untersuchungen zeigen zudem, dass noch keine Rückschlüsse auf eine allfällige Beeinträchtigung der Durchlüftung der Stadt Bern durch die Bebauung durchgeführt werden können.

Energieversorgung

Das ESP Ausserholligen soll als Leuchtturmprojekt der ewb in Bereich Energieversorgung als Wegweiser gelten. Es wird auf erneuerbare Energieträger gesetzt und sämtlich Liegenschaften werden mit Fernwärme von der Energiezentrale Forsthaus und lokaler Umweltwärme beheizt.

6.1.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Einhaltung der Anforderungen der Luftreinhalteverordnung des Bundes (LRV) in der Bauphase (Baustellenarbeiten mit Baumaschinen, welche über Partikelfiltersysteme verfügen)
- Einhaltung der Anforderungen der Baurichtlinie Luft (Überprüfung der Zuordnung der massgebenden Massnahmenstufe, Festlegung konkreter Massnahmen spätestens im Rahmen der Submissionserarbeitung)
- Einhaltung der Anforderungen der Luftreinhalteverordnung des Bundes (LRV) bezüglich allfälliger Feuerungen
- Einhaltung der Anforderungen der kantonalen Energieverordnung bei Neubauten, Umbauten und Umnutzungen, namentlich betreffend Wärmeschutz der Gebäude.
- Einhaltung der Anforderungen der kantonalen Bauverordnung hinsichtlich Bereitstellung von Abstellplätzen für Motorfahrzeuge und Fahrräder (Art. 49 ff BauV).

Normen und Massnahmen

- Konkrete Ausformulierung aller vom Bauunternehmer basierend auf der LRV und der Baurichtlinie Luft einzuhaltenden Massnahmen in den Submissionsbestimmungen des jeweiligen Bauvorhabens bzw. der jeweiligen Realisierungsetappe
- Massenguttransporte (Beton, Kies, Zement, Abbruch- und Aushubmaterial) des jeweiligen Bauvorhabens bzw. der jeweiligen Realisierungsetappe: Nachweis der Einhaltung des Zielwerts NO_x gemäss der Vollzugshilfe „Luftreinhaltung bei Bautransporten“ des BUWAL (heute: BAFU) bzw. Festlegung einer entsprechenden verschärften Abgasanforderung für Lastwagen, welche für diese Transporte eingesetzt werden. Ausformulierung der entsprechenden Abgasanforderungen in den Submissionsbestimmungen.
- Erstellen eines detaillierten Energiekonzepts im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens.

Empfehlungen

- Empfehlungen der KBP zur Reduzierung des Wärme-Insel-Effektes bei der Wahl der Materialien.

6.2 Lärm

6.2.1 Gesetzliche Grundlagen

- Lärmschutzverordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986
- Verordnung über die Lärmsanierung der Eisenbahnen (VLE) vom 14. November 2001
- Baulärm-Richtlinie (BLR), BAFU, Bern, Stand 2011
- Anwendungshilfe zur Baulärm-Richtlinie des Cercle Bruit (Stand 2005)
- Checkliste Industrie- und Gewerbelärm, beco (Ausgabe Mai 2012)
- Baureglement und Zonenplan der Gemeinde Bern

Die Aussagen der nachfolgenden Kapitel basieren zudem auf folgenden Untersuchungen:

- EWB, Areal Holligen, Bern, Verkehr und Umwelt, Schlussbericht, B+S AG, 31. März 2015
- EWB Areal Bern, Bericht zur Lärmsituation, Kopitsis Bauphysik AG, 24. April 2024

Anforderungen LSV

Art. 31 LSV, Baubewilligungen in lärmbelasteten Gebieten

Das Entwicklungsareal der ewb und BLS ist eine erschlossene Bauzone, d.h. beim vorliegenden Vorhaben zur Neuüberbauung handelt es sich um eine Umzonung. Dementsprechend sind die Immissionsgrenzwerte (IGW) – und nicht die Planungswerte – gemäss LSV anzuwenden.

Art. 9 LSV, Mehrbeanspruchung von Verkehrsanlagen

Der Betrieb neuer oder wesentlich geänderter ortsfester Anlagen darf nicht dazu führen, dass:

- durch die Mehrbeanspruchung einer Verkehrsanlage die Immissionsgrenzwerte (IGW) überschritten werden oder
- durch die Mehrbeanspruchung einer sanierungsbedürftigen Verkehrsanlage wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugt werden.

Als wahrnehmbar wird gemäss BAFU eine Zunahme des Beurteilungspegels von ≥ 1.0 dBA betrachtet.

Art. 7 LSV, Emissionsbegrenzungen bei neuen ortsfesten Anlagen

Falls neue lärmtechnisch relevante Anlagen erstellt werden (Lüftungen; Rückkühler, Kompressoren o.ä.), sind diese entsprechend Art. 7 LSV als neue Anlagen zu beurteilen und es sind die Planungswerte (PW) massgebend.

Allgemeines

Die massgebenden Lärmbelastungen in Form eines Beurteilungspegels (L_r) beziehen sich nach LSV stets auf die Mitte von offenen Fenstern lärmempfindlicher Räume. Als solche gelten Räume in Wohnungen (ausgenommen Küchen ohne Wohnanteil, Sanitärräume und Abstellräume) sowie Räume in Betrieben, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten (Ausnahme: Räume mit erheblichem Betriebslärm).

Belastungsgrenzwerte

Für die Beurteilung der Lärmbelastung von künftigen Räumen mit Wohnnutzung sind die IGW der ES III massgebend, d.h. 65 dBA am Tag und 55 dBA in der Nacht. Bei Fenstern von Räumen in Betrieben bzw. von betrieblichen Nutzungen (Büros, Praxen und klimatisierte Hotelzimmer) gelten

entsprechend Art. 42 LSV um 5 dBA höhere IGW, d.h. vorliegend 70 dBA am Tag und 60 dBA in der Nacht (ES IIIB).

6.2.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Für die Bauphase wird der Wirkungsbereich der ÜO untersucht.

Der Lärm infolge Nationalstrasse und Eisenbahn wird an den exponiertesten Seiten der Baufelder A - D angegeben. Die Methodik zur Berechnung der Lärmimmissionen infolge Bahn- und Strassenlärm wird im Bericht im Anhang C beschrieben.

Bezüglich des Lärms vom Bereich der ÜO auf die umliegenden Strassen wurde auf den Bericht Verkehr und Umwelt von März 2015 zurückgegriffen und mit den aktuellen Verkehrsdaten eine Prognose erstellt.

Der Untersuchungsperimeter für die Betriebsphase beschränkt sich auf den Perimeter der ÜO und die relevanten Strassenabschnitte des umliegenden Strassennetzes, insbesondere Stöckackerstrasse und die Nationalstrasse N02.

6.2.3 Istzustand

Auf der Grundlage des Berichtes Verkehr und Umwelt (2015) kann im Ausgangszustand innerhalb des ÜO-Perimeters von einem durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) von 900 Fahrzeugen und dem durchschnittlichen Werkverkehr (DWV) von 1'200 Fahrten ausgegangen werden. Der Verkehr des Areals verteilt sich 65% Richtung Murtenstrasse und 35% Richtung Bethlehemstrasse.

Die Stöckackerstrasse (in Richtung Murtenstrasse) weist einen DTV von 2'220 und einen DWV von 2'595 Fahrten auf (Stand 2011).

6.2.4 Ausbauzustand

6.2.4.1 Bauphase

Während der Bauphase sind die Bestimmungen der Baulärmrichtlinie einzuhalten. Die Bestimmung der Massnahmenstufe wird vor Baubeginn auf der Grundlage des konkreten Bauprojektes definiert.

6.2.4.2 Betriebsphase

6.2.4.2.1 Immissionen auf dem Areal infolge Nationalstrassen- und Eisenbahnlärm

Die Beurteilung der Lärmsituation in Bezug auf den Nationalstrassen- und Eisenbahnlärm erfolgt basierend auf dem validierten Siegerprojekt Halter - Villeverte des Gesamtleistungsstudienauftrags Ausserholligen. Der Eisenbahnlärm hat vorliegend keine relevanten Auswirkungen und wurde im Bericht zur Lärmsituation (Anhang C) bereits beurteilt und wird vorliegend nicht mehr thematisiert.

Baubereich A

In diesem Baufeld ist eine Gewerbe- und Dienstleistungsnutzung vorgesehen. Die Immissionsgrenzwerte für Gewerbe und Dienstleistung werden an der Strassenfassade für 4 Geschosse um bis zu 1 dB überschritten.

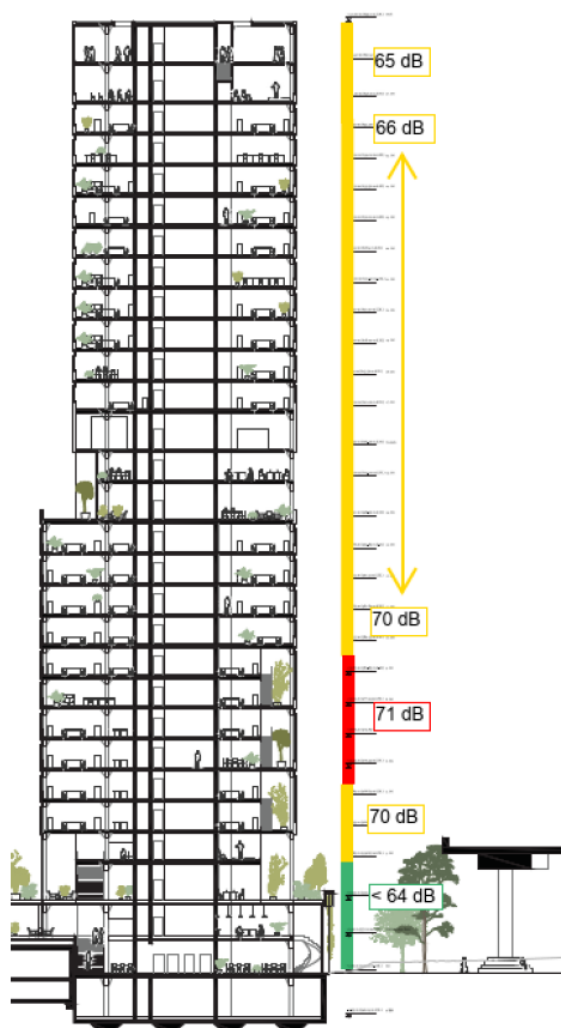


Abbildung 6 Übersicht maximale Lärmbelastung am Tag (Gewerbe- und Dienstleistungsnutzung) über Gebäudehöhe BB A (Quelle: Bericht zur Lärmsituation, Kopitsis Bauphysik AG, 24. April 2024)

Baubereich B

Erdgeschoss und 1. Obergeschoss sehen Gewerbe und Dienstleistungsnutzungen vor. Diese liegen unterhalb des Fahrbahnniveaus des Weyermannshausviadukts und sind dadurch vor übermässigen Lärmimmissionen abgeschirmt. Die Wohnnutzungen ab dem 2. Obergeschoss weisen Überschreitungen des IGW um bis zu 5 dB auf.

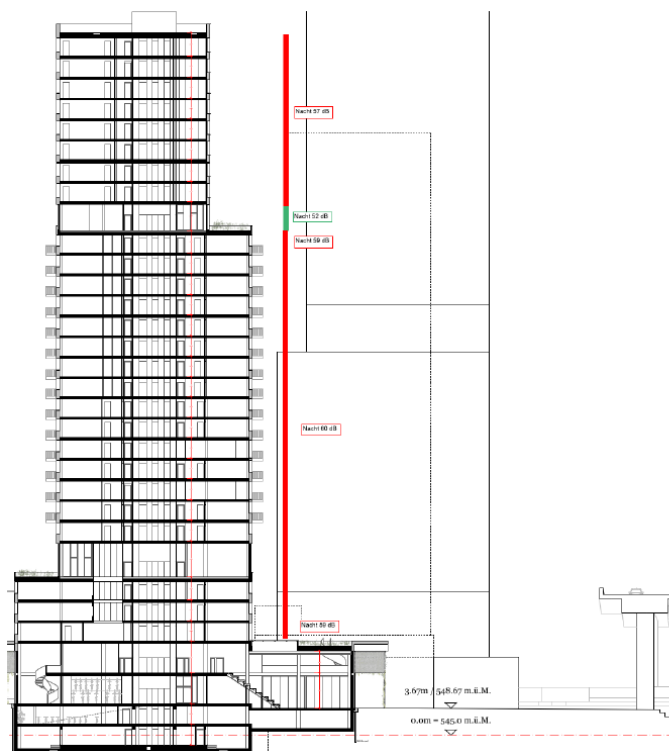


Abbildung 7 Übersicht maximale Lärmbelastung in der Nacht (Wohnnutzung) BB B (Quelle: Bericht zur Lärmsituation, Kopitsis Bauphysik AG, 24. April 2024)

Baubereich C

Erdgeschoss und 1. Obergeschoss sehen Gewerbe- und Dienstleistungsnutzungen vor. Diese liegen unterhalb des Fahrbahnniveaus des Weyermannshausviadukts und sind dadurch vor übermässigen Lärmimmissionen abgeschirmt. Die Kita-Nutzung im 2. Obergeschoss sowie die Wohnnutzungen ab dem 3. Obergeschoss weisen an der strassenseitigen Fassade Überschreitungen des IGW um bis zu 9 dB auf.

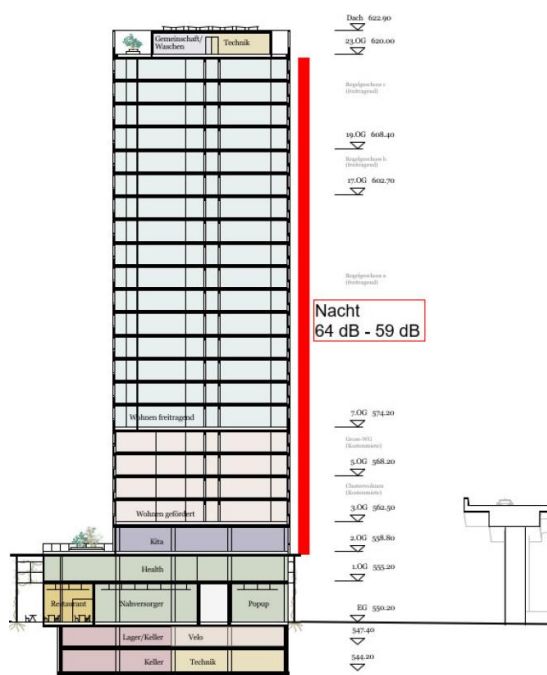


Abbildung 8 Übersicht maximale Lärmbelastung in der Nacht (Wohnnutzung) über Gebäudehöhe BB C (Quelle: Bericht zur Lärmsituation, Kopitsis Bauphysik AG, 24. April 2024)

Baufeld D

Für dieses Baufeld sind noch keine Nutzungen abschliessend festgelegt. Denkbar sind Büro- und Arbeitsbereiche, sowie bspw. studentisches Wohnen im lärmabgewandten Bereich. Die Nutzung an der lärmexponierten Westseite kann z.B. durch Dienstleistungsnutzung erfolgen. Entlang der lärmabgewandten Ostfassade werden die IGW für Wohnnutzung eingehalten.

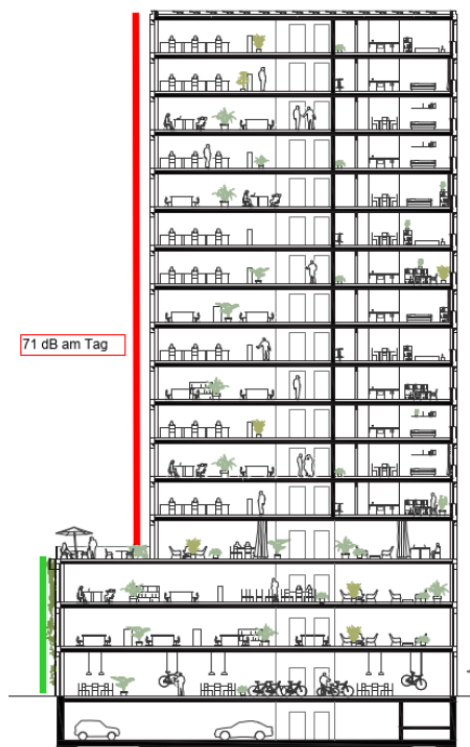


Abbildung 9 Übersicht maximale Lärmbelastung am Tag (Gewerbenutzung an den lärmbelasteten Fassaden) über Gebäudehöhe BB D (Quelle: Bericht zur Lärmsituation, Kopitsis Bauphysik AG, 24. April 2024)

Fazit: Um die Realisierbarkeit in Bezug auf den Lärmschutz zu gewährleisten, sind auf allen Baubereichen Massnahmen vorzusehen. Im Rahmen des Gesamtleistungsstudienauftrags und der Validierung des Siegerprojektes wurde ein entsprechendes Massnahmenkonzept ausgearbeitet, welches planerische und gestalterische Massnahmen am Gebäude vorsieht (siehe Anhang B). Dieses wird in der Folge aufgelistet.

Planerische und gestalterische Massnahmen am Gebäude

Baubereich A

- Dienstleistungsnutzung mit kontrollierter Lüftung.
- Pufferzone mit vollständig geschlossenem Wintergarten

Baubereich B

- Anordnen von (teilverglasten) Loggias.
- Grundrissanordnungen mit Lüftungsmöglichkeiten der lärmempfindlichen Räume über Seiten- und Rückfassaden und keine öffentbare Fenster lärmempfindlicher Räume an den lärmbelasteten Fassaden resp. nur in Kombination mit Massnahmen am Gebäude.

Baubereich C

- Anordnung von nicht lärmempfindlichen Räumen an der lärmexponierten Fassade.
- Anordnen von Loggias.
- Grundrissanordnungen mit Lüftungsmöglichkeiten der lärmempfindlichen Räume über Seiten- und Rückfassaden und keine öffentbare Fenster lärmempfindlicher Räume an den lärm-belasteten Fassaden resp. nur in Kombination mit Massnahmen am Gebäude.

Baubereich D

- Anordnung von nicht lärmempfindlichen Räumen und Nutzungen an der lärmexponierten Fassade.

6.2.4.2.2 Mehrbelastung auf dem übrigen Strassennetz, Strassenverkehrslärm

Im Verkehrskonzept wird mit einem Werkverkehr (DWV) von maximal 2'200 Fahrten ausgegangen. Unter der Annahme, dass am Sonntag nicht gearbeitet wird, kann ein DTV von 1590 Fahrten geschätzt werden. Das Verkehrskonzept sieht vor, dass der gesamte Verkehr von und zum Areal über die Stöckackerstrasse und Murtenstrasse erfolgt, da der Durchgang ÜO-Perimeter - Stöckackerstrasse Richtung Bethlehemstrasse für die Mehrheit des Verkehrs gesperrt wird (Verkehrsberuhigung Wohnquartier).

Bei einem DTV von 1'900 Fahrten auf der Stöckackerstrasse (Annahme von 300 Fahrten aus Gewerbe- und Industrienutzung Stöckackerstrasse) und einer signalisierten Geschwindigkeit von 50 km/h kann von einem Emissionswert der Strasse von 70 dB(A) tags bzw. 56 dB(A) nachts ausgegangen werden. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Immissionsgrenzwerte (ES IIIB) an lärmempfindlichen Liegenschaften und bei Gewerbenutzung eingehalten sind.

6.2.4.2.3 Lärmemissionen infolge auf dem Areal geplanter Anlagen

Lärm, welcher aus Anlagen für den Betrieb der geplanten Gebäude entsteht (Lüftungen, Klimaanlagen und andere Lärmemittanten), muss die Planungswerte der LSV einhalten.

Um dies zu gewährleisten ist insbesondere bei der weiteren Projektierung die Platzierung sowie die Wahl lärmarmen Geräte massgeblich. Für Anlieferungen sind zusätzlich die möglichen Anlieferungszeiträume und täglichen Lieferfrequenzen zu beachten. Bei der Planung zur Platzierung von Gewerbeflächen und sonstigen allfällig lärmintensiven Nutzungen ist darauf zu achten geringes Konfliktpotential für umliegende lärmempfindliche Nutzungen zu gewährleisten. Eine detaillierte Prognose ist beim heutigen Planungsstand noch nicht möglich.

6.2.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Zusätzlich zum USG, zur LSV und zur Baulärm-Richtlinie des BAFU sowie der entsprechenden Anwendungshilfe des Cercle Bruit sind die Richtlinien des Amtes für Umweltkoordination und Energie (AUE) des Kantons Bern und die Checkliste Industrie- und Gewerbelärm des beco verbindlich einzuhalten.

Normen und Massnahmen

- Zum Schutz vor übermässiger Lärmbelastung sind für lärmempfindliche Nutzungen geeignete Massnahmen zu treffen, mit denen die Immissionsgrenzwerte (IGW) nach LSV eingehalten werden können. Dies betrifft bestimmte Stockwerke sämtlicher Baubereiche. Der Nachweis bezüglich Einhaltung der Immissionsgrenzwerte ist im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens zu erbringen.

- Bauphase: Da im Innerortsbereich gebaut wird, ist auf besonders lärmintensive Bauweisen (wie z.B. Rammen) zu verzichten.

Empfehlungen

- Keine

6.3 Erschütterung, Körperschall

6.3.1 Gesetzliche Grundlagen

Für den Fachbereich Erschütterungen sind primär folgende gesetzliche Grundlagen von Bedeutung (nicht abschliessende Aufzählung):

- Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand: 1. August 2010)
- SN 640 312a „Erschütterungen, Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke“, Ausgabe vom April 1992
- DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, Ausgabe vom Juni 1999
- Weisung für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen (BEKS) vom 20.12.1999
- SIA Ordnung 181 Schallschutz im Hochbau

Die Aussagen der nachfolgenden Kapitel basieren zudem auf folgenden Untersuchungen:

- ewb-BLS-Areal Stöckackerstrasse, Bern Erschütterungs- und Körperschallimmissionen infolge Bahnbetrieb (offene Strecke), Vorbericht, Trombik, 31. August 2023

Entsprechend Art. 11, Abs. 2 USG sind Emissionen unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Für die Beurteilung der schädlichen oder lästigen Einwirkungen legt der Bundesrat durch Verordnung Immissionsgrenzwerte fest. Nach Art. 15 USG sind die Immissionsgrenzwerte für Lärm und Erschütterungen so festzulegen, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung, Immissionen unterhalb dieser Werte die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören.

Nach geltender Rechtspraxis sind zur Erteilung der Baubewilligung durch die Behörden die Anforderungen der BEKS (Weisung für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen (BEKS) vom 20.12.1999, herausgegeben von BAV und BUWAL) einzuhalten. Zur Beurteilung der Erschütterungen verweist die BEKS auf die DIN 4150-2 (Juni 1999). Beim Körperschall gelten die Richtwerte der BEKS, die sich auf den Leq des Tages, bzw. den Leq der maximalen Nachtstunde beziehen.

6.3.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Der Untersuchungsperimeter für Erschütterungseinwirkungen erstreckt sich primär auf den Wirkungsbereich der ÜO.

In erster Priorität sind Erschütterungseinwirkungen auf den Menschen zu vermeiden bzw. auf ein Minimum zu beschränken; in zweiter Priorität sind die Einwirkungen auf Bauwerke (insbesondere geschützte Bauten) von Bedeutung.

Die DIN 4150, Teil 2 verwendet für die Beurteilung von zeitlich begrenzten Erschütterungseinwirkungen durch Baumassnahmen eine 3-teilige Einstufung (untere, mittlere und obere Stufe), für welche jeweils Anhaltswerte definiert sind. Je grösser die Anzahl der Tage mit Erschütterungseinwirkungen ist, desto strenger, d.h. kleiner sind die Anhaltswerte. Für besonders

schutzwürdige Gebiete (Objekte) werden keine Anhaltswerte genannt. Solche Fälle erfordern gesonderte Untersuchungen und Absprachen.

6.3.3 Istzustand

Es kann davon ausgegangen werden, dass der bestehende Strassenverkehr der Nationalstrasse (Weyermannsviadukt) sowie auf der Stöckackerstrasse keine relevanten Emissionen verursacht.

Es ist gemäss Voruntersuchungen EKS-Immissionen (Anhang G) davon auszugehen, dass die als Emission verursachten Erschütterungen der Bahnstrecke über die erdberührten Aussenwände und von der Bodenplatte auf die Wohnräume bzw. deren Geschossdecken übertragen werden und entsprechend massgebend sind.

6.3.4 Ausbauzustand

6.3.4.1 Bauphase

Auf der Basis des konkreten Bauprojektes sind bei erschütterungsrelevanten Bauarbeiten (Rammen, Schlagen) Massnahmen vorzusehen, damit bei den umliegenden Gebäuden die Anforderungen der Normen eingehalten werden.

6.3.4.2 Betriebsphase

Basierend auf den vor Ort durchgeführten Messungen und dem Prognosemodell gemäss (Anhang G) liegen die berechneten Prognosewerte in der Betriebsphase Erschütterungen / Körperschall unterhalb der Richtwerte der Weisung BEKS (Anforderungen hinsichtlich 'Belästigung'). Die Immissionsrichtwerte werden in allen Baubereichen eingehalten und es sind keine Massnahmen erforderlich.

Die Anforderungen an die **Behaglichkeit und Wertschöpfung** insbesondere in Anlehnung an die SIA 181 werden für Normalanforderungen (Wohnungen) im Allgemeinen eingehalten. Der empfohlene Zielwert für Wohnen an den abgestrahlten Körperschall wird im Baufeld D überschritten. In den Baubereichen A, B und C sind keine Massnahmen erforderlich. Bei hohen Komfortansprüchen oder werden Wohnungen im Baufeld D geplant, so werden hier Massnahmen erforderlich sein.

6.3.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Die Vorgaben des Umweltschutzgesetzes sind einzuhalten

Normen und Massnahmen

- Die Vorgaben der Norm SN 640 312a und SIA 181 sind einzuhalten

Empfehlungen

- Berücksichtigung der DIN 4150, Teil 2

6.4 Nichtionisierende Strahlung (NIS)

6.4.1 Gesetzliche Grundlagen

Die gesetzliche Grundlage für diesen Fachbereich bildet die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) vom 23. Dezember 1999 (Stand 1. Juli 2019). Sie definiert:

- Immissionsgrenzwerte (IGW), welche überall, wo sich Personen aufhalten können (auch nur kurzfristig), eingehalten werden müssen.

- Anlagengrenzwerte (AGW), welche an sog. Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) eingehalten werden müssen². Als OMEN gelten Orte an denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten. Der AGW beträgt:
 - für Mobilfunkstationen gemäss Ziffer 64c Anhang 1 NISV 5 V/m für Anlagen, die sowohl im Frequenzbereich um 900 MHz und 1800 MHz oder höher senden,
 - für Transformatorenstationen gemäss Ziffer 24 Anhang 1 NISV 1 Mikrottesla (μT),
 - für Übertragungsleitungen gemäss Ziffer 14 Anhang 1 NISV 1 Mikrottesla (μT) und
 - für Eisen- und Strassenbahnen gemäss Ziffer 54 Anhang 1 NISV 1 Mikrottesla (μT), gemessen als Mittelwert während 24 Stunden.

Für neue Anlagen, für die der Anhang 1 NISV Emissionsbegrenzungen festlegt, hat der Inhaber der Behörde im Bewilligungsverfahren ein Standortdatenblatt einzureichen (Art. 11 NISV). Es wird nur bei Leitungen zwischen alten und neuen Anlagen unterschieden, bei Transformatorenstationen (TS) und Unterwerken (UW) gibt es diese Unterscheidung nicht (höchstens Ausnahmegewilligung durch Behörde).

Folgende Untersuchungen bezüglich NIS wurden bereits durchgeführt.

- Magnetfeldmessungen Schaltstation Holligen und Betriebsgebäude BLS-Stöckackerstrasse 25-Bern, CFW EMC-consulting AG, Reute AR, 07. Dezember 2015
- NIS am Standort BLS Dienstgebäude Holligen, ENOTRAC AG, Thun 28. Juli 2017

6.4.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Es wurde überprüft, ob im Bereich bzw. in der Nähe des ÜO-Perimeters heute Anlagen vorhanden sind, welche Emissionen von elektrischen und magnetischen Feldern im für die NIS-Verordnung relevanten Frequenzbereich verursachen, und soweit möglich ob deren Belastungssituation durch das Vorhaben eine relevante Änderung erfährt.

6.4.3 Istzustand

Eisenbahn

Beide Untersuchungsberichte (siehe Anhang D und E) zeigen, dass bei Magnetfeldmessungen am Betriebsgebäude der BLS, Stöckackerstrasse 25, eine Grenzwertüberschreitung an allen Messpunkten ausgewiesen wurde.

Grundsätzlich kann jedoch auch festgehalten werden, dass die NISV in der aktuellen Situation keine nicht erfüllten Anforderungen stellt: Die Eisenbahnanlagen im Untersuchungsperimeter gelten als „Alte Anlagen“ im Sinne der NISV und müssen deshalb gemäss NISV nur mit Rückleiterseilen ausgerüstet sein (was sie sind) und aufgrund des Verursacherprinzips der NISV gibt es keine Vorgaben, die von Immobilienbesitzern im Einflussbereich elektrischer Anlagen zu erfüllen sind. Erst bei einer Verlegung der Eisenbahnanlagen oder bei einem Ausbau auf mehr Spuren muss der Anlagebetreiber verschärfte Anforderungen erfüllen.

Mobilfunkantennen

Auf dem ÜO-Perimeter sind bereits Antennenstandorte vorhanden (Abbildung 10). Die Einhaltung der Grenzwerte der NISV ist seitens Antennenbetreiber zu gewährleisten und wird seitens beco überwacht.

² Gemäss NISV sind die AGW deutlich kleiner als die IGW: bei Mobilfunkantennen je nach Frequenz mehr als 10 Mal (bezogen auf den Effektivwert der elektrischen Feldstärke) und bei Anlagen (TS, UW, Kabel) genau 10 Mal (AGW: 1 μT , IGW: 100 μT)



Abbildung 10: Antennenstandorte im Projektperimeter (Quelle: map.admin.ch, BAKOM, September 2021)

Transformatorenstandorte

Beim Unterwerk, Stöckackerstrasse 35 bestehen zwei Transformatoren und Hochspannungskabel, wie dies in der Abbildung ersichtlich ist.



Abbildung 11: Ausschnitt Plan EWB Rahmenbedingungen mit Trafostandorten und Sperrflächen für Betrieb Unterwerk (rosa Fläche). (Quelle: ewb, 18.05.2015)

6.4.4 Ausbauzustand

6.4.4.1 Bauphase

Falls während der Bauphase provisorische Stationen (z.B. Bau-Transformatoren) eingesetzt werden, müssen die Anlagengrenzwerte und Immissionsgrenzwerte ebenfalls eingehalten werden.

6.4.4.2 Betriebsphase

Zum aktuellen Zeitpunkt sind die Nutzungen innerhalb der geplanten Gebäude noch nicht definiert.

Sobald die Nutzungen definiert sind, können die OMEN bestimmt werden. Bei diesen Orten werden die Belastungen mit NIS bezüglich der Fahrleitungen sowie den Transformatorenstandorte konkret berechnet und falls die Anlagengrenzwerte überschritten sind, entsprechende Massnahmen zum Schutz der Personen (Abschirmungen.) definiert.

6.4.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Seitens Betreiber (Mobilfunkantenne, Transformatorenstation und Bahn) ist zu gewährleisten, dass die Grenzwerte der NISV eingehalten werden.

Normen und Massnahmen

- Auf der Grundlage des Vorprojekts (SIA Phase 31) oder der Abklärung der Machbarkeit (SIA Phase 21) sind die OMEN zu definieren. Bei Überschreitungen der Grenzwerte an den OMEN sind Schutzmassnahmen zu definieren. Die Umsetzung der Schutzmassnahmen wird in diesen Projektphasen in ein Kosten-Nutzen-Verhältnis zur gewünschten Nutzung für OMEN gesetzt.

Empfehlungen

- Bei Grenzwertüberschreitungen ist eine Zusammenarbeit mit der Abteilung Immissionsschutz des beco zu empfehlen. Das beco als Bewilligungsbehörde überwacht die Grenzwerte.

6.5 Grundwasser

6.5.1 Gesetzliche Grundlagen

Für den vorliegenden untersuchten Umweltbereich sind insbesondere folgende gesetzliche Grundlagen von Bedeutung:

- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) vom 24. Januar 1991
- Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998
- Kantonales Gewässerschutzgesetz (KGSchG) vom 11. November 1996
- Kantonale Gewässerschutzverordnung (KGV) vom 24. März 1999

Die Aussagen der nachfolgenden Kapitel basieren zudem auf folgenden Untersuchungen:

- Geotest AG: Bern Stöckackerstrasse, Neubau Betriebs- und Bürogebäude EWB, Baugrunduntersuchung Bericht Nr. 03147.2A, 2. April 2004
- Synaxis AG Zürich, Entwicklung Ausserholligen VI, Projekt Ville Verte, Bericht zur Gewährleistung der Durchflusskapazität des Grundwassers, 29. September 2021

6.5.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Der Ist-Zustand wurde einerseits anhand der Gewässerschutzkarte sowie der Grundwasserkarte des Kantons Bern ermittelt, andererseits wurden die Untersuchungen der Geotest AG (Anhang F) und der Synaxis AG (Anhang H) beigezogen.

Als Untersuchungsperimeter gilt der Wirkungsbereich der ÜO.

6.5.3 Istzustand

Der ÜO-Perimeter befindet sich im Gewässerschutzbereich A_U (Abbildung 12), d.h. im Bereich, der sich auf sämtliche potentiell für die Trinkwassergewinnung nutzbaren unterirdischen Gewässer erstreckt und die zu deren Schutz notwendigen Randgebiete umfasst. Laut Grundwasserkarte liegt der mittlere Grundwasserspiegel unterhalb 540 m ü. M. (Abbildung 12). Bei einer Terrainoberkante von 545.4 bis 545.8 m ü. M. liegt der Grundwasserspiegel rund 5 m unterhalb Terrain. Gemäss Bericht von Geotest lag der untere durchgehende Grundwasserspiegel im März 2004 bei 537.9 m ü. M.. Aus früheren Berichten sind Schwankungen zwischen 533.9 – 538.8 m ü. M. bekannt. Der Grundwasserspiegel ist um nur 10 cm von West abfallend nach Ost geneigt.

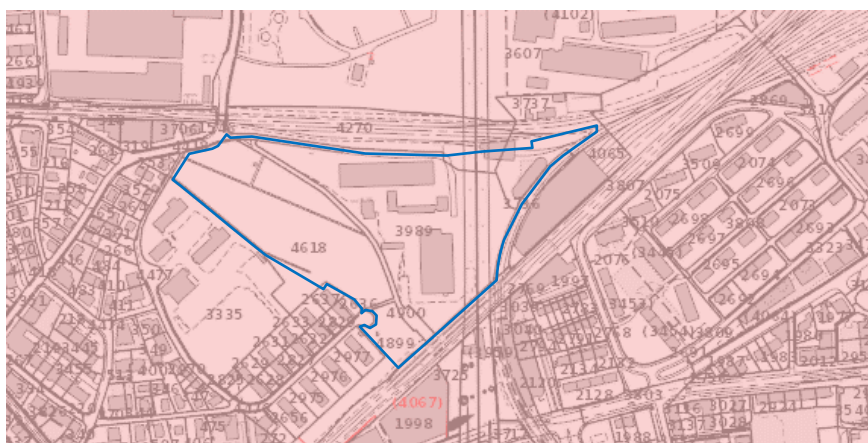
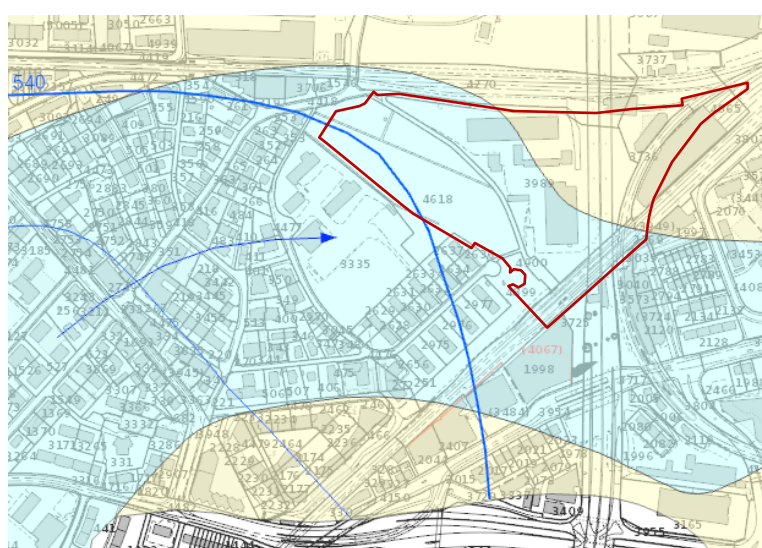


Abbildung 12: Auszug aus der Gewässerschutzkarte des Kantons Bern, rot = Gewässerschutzbereich AU, blau = ÜO-Perimeter (Quelle: Geoportel Kanton Bern, April 2020)



Legende:

Grundwasserfließrichtung

► Oberes Stockwerk (Mittelwasser)

► Unteres Stockwerk (Mittelwasser)

Grundwasserspiegel-Isophypsen frei

— 10 m-Isophyse

— 1 m-Isophyse

Grundwasservorkommen im Lockergestein

■ Randgebiet

■ Randgebiet (vermutet)

■ Hauptgebiet, mittlere Mächtigkeit

Abbildung 13: Auszug aus der Grundwasserkarte des Kantons Bern, rot = ÜO-Perimeter (Quelle: Geoportel Kanton Bern, April 2020)

Geotest empfiehlt von einem mittleren Grundwasserspiegel von 539 m ü. M. auszugehen.

6.5.4 Ausbauzustand

6.5.4.1 Bauphase

Die Untergeschosse der geplanten Überbauung kommen im Grundwasser zu liegen. Durch die im Grundwasser verbleibenden Bauteile dürfen weder ein Aufstau noch wesentliche Veränderungen der natürlichen Strömungsverhältnisse entstehen. Laut Gewässerschutzverordnung (GSchV) dürfen im Gewässerschutzbereich Au keine Anlagen erstellt werden, die unterhalb des mittleren Grundwasserspiegels liegen. Die Behörde (AWA) kann Ausnahmen bewilligen, wenn die Durchflussskapazität des Grundwassers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10% vermindert wird. Der Nachweis für das Einhalten dieser 10-Prozent-Regel ist zusammen mit einem hydrologischen Gutachten (Beizug eines Geologen) als Beilage mit dem Baugesuch einzureichen. Voraussichtlich sind spezifische Massnahmen in der Bauphase notwendig (Wasserhaltung, Baugrubensicherung, usw.).

Für das Bauvorhaben sind bautechnische Massnahmen vorzusehen, um den Bau gewässerverträglich zu gestalten. So dürfen beispielsweise nur Baustoffe und Materialien verwendet werden, die keine Schadstoffe ins Grundwasser abgeben.

6.5.4.2 Betriebsphase

Wie oben bereits erwähnt, ist zu gewährleisten, dass durch die im Grundwasser zu liegen kommenden Gebäudeteile die Durchflussskapazität des Grundwassers um höchstens 10% eingeschränkt wird.

6.5.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Die Vorgaben und Grenzwerte des GSchG und der GSchV sind einzuhalten
- Im Gewässerschutzbereich AU wird für Bauten unterhalb des langjährigen mittleren Grundwasserspiegels in jedem Fall eine Gewässerschutzrechtliche Bewilligung des AWA benötigt.
- Es ist nachzuweisen, dass die Durchflussskapazität des Grundwassers auf der Parzelle um weniger als 10% eingeschränkt wird. Ansonsten sind Massnahmen zur Erhöhung der Durchflussskapazität zu treffen.

Normen und Massnahmen

- Bezüglich Durchflussskapazität ist durch eine Fachperson (Geologe) ein hydrologisches Gutachten zu erstellen.
- Abklären der effektiven Lage des Grundwasserspiegels vor Baubeginn bei den tiefergelegenen Bauten.

Empfehlungen

- Frühzeitige Vorbesprechung des Bauvorhabens mit dem AWA (bezüglich Durchflussskapazität)

6.6 Entwässerung

6.6.1 Gesetzliche Grundlagen

- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) vom 24. Januar 1991
- Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998

- Bundesgesetz über den Wasserbau vom 21. Juni 1991
- Verordnung über den Wasserbau vom 2. November 1994
- SIA/VSA-Empfehlung 431 (SN 509 431) "Entwässerung von Baustellen", Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein (SIA) Zürich
- Merkblatt für das Versickern von Regen- und Reinabwasser, AWA Bern, Januar 2009
- Merkblatt Gewässerschutz- und Abfallvorschriften für Baustellen, AWA Bern, September 2011

6.6.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Im Bauzustand umfasst die räumliche Ausdehnung alle Installationsplätze, Baustellenzufahrten, Baugruben sowie alle für die Entwässerung notwendigen Anlagen sowie Entwässerungsleitungen bis und mit den Einleitstellen in die Kanalisation oder Gewässer. Die Bau- und Installationsplatzentwässerung ist auf deren Konformität gemäss SIA 431 und gegebenenfalls relevante Angaben der zuständigen Behörde zu prüfen.

Im Betriebszustand umfasst der Untersuchungsperimeter alle abwasserproduzierenden Anlagen und Gebäude innerhalb des ÜO-Perimeters sowie allfällige Versickerungsanlagen für nicht verschmutztes Regenabwasser.

6.6.3 Istzustand

Im heutigen Zustand sind alle Gebäude an die öffentliche Kanalisation angeschlossen.

6.6.4 Ausbauzustand

6.6.4.1 Bauphase

Während der Bauphase fallen voraussichtlich häusliches Abwasser, Meteor-, Baugruben- und Bauabwasser an. Baustellenabwasser muss vorbehandelt werden (Absetzbecken, Neutralisation). Die Abwässer müssen einer Kanalisation zugeführt werden. Vorgängig muss die Kapazität der Kanalisation und der Kläranlage mit dem Inhaber abgeklärt werden (Merkblatt AWA). Vor Baubeginn ist ein Entwässerungskonzept gemäss SIA 431 in Absprache mit dem AWA zu erstellen.

6.6.4.2 Betriebsphase

Im Betrieb ist das anfallende Schmutzwasser (häusliches Abwasser) der Kanalisation und einer Kläranlage zuzuführen. Allfällige Kapazitätsengpässe der Kanalisation aufgrund der neuen Gebäude und erhöhten Anzahl Personen sind im Rahmen des Baugesuches zu bearbeiten.

Das nicht verschmutzten Regenabwasser von Dächern, Zufahrten, Wegen und ähnlichen Flächen muss gemäß ÜO in der Prioritätenfolge verdunstet, zurückgehalten und versickert werden oder einer Nutzung (z.B. Zisternen zur Grünbewässerung) zugeführt werden. Entsprechend sind nach dem Kaskadenprinzip auf allen Ebenen Verdunstungs-, Retentions- und Versickerungsanlagen vorzusehen. Eine Versickerung des anfallenden Regenwassers ist in 1. Priorität anzustreben. Regenereignisse bis zu einer Niederschlagshöhe von 10 mm dürfen im ÜO-Wirkungsbereich innerhalb von 24 Stunden keinen Abfluss in die öff. Kanalisation generieren. Gemäss Bericht Geotest bietet sich eine Regenwasserversickerung im Felderschotter Af an.

6.6.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Einhalten der gesetzlich vorgeschriebenen Einleitgrenzwerte für Oberflächengewässer und die Kanalisation (insb. GSchV Anhang 3.2, Ziff. 37 Nr. 5)

Normen und Massnahmen

- Erstellen eines Baustellenentwässerungskonzeptes gemäss SIA 431 in Absprache mit dem AWA vor Baubeginn.
- Einholen aller notwendigen Bewilligungen für die Ableitung von nicht verschmutztem bzw. behandeltem Baustellenabwasser in die Kanalisation oder Gewässer.
- Erstellen eines Alarmdispositivs für die Meldung von Schadenfällen, welche eine Gewässer-verschmutzung verursachen oder für den Fall, dass Grundwasservorkommen betroffen sind.
- Vertiefte Abklärungen bezüglich Regenwasserversickerung durch eine Fachperson und Gewährleistung der Versickerung von unverschmutztem Regenabwasser nach den Vorgaben des AWA (Merkblatt für das Versickern von Regen- und Reinabwasser) und Einholen von Bewilligungen für entsprechende Anlagen.
- Erstellung Entwässerungskonzept für die Betriebsphase unter Beizug das Tiefbauamt der Stadt Bern

Empfehlungen

- Keine

6.7 Boden

6.7.1 Gesetzliche Grundlagen

- Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998.
- Bundesamt für Umwelt BAFU (2001), „Wegleitung Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub)“, Vollzug Umwelt Nr. 4812.
- Bundesamt für Umwelt BAFU (2001), „Bodenschutz beim Bauen“, Leitfaden Umwelt Nr. 10.
- Bundesamt für Umwelt BAFU (2015), „Boden und Bauen: Stand der Technik und Praktiken“, Umwelt-Wissen Nr. 1508.
- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2019), „Erdbau, Boden – Bodenschutz und Bauen“, Norm VSS 40 581.
- Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie); BUWAL (heute BAFU), Bern, Juni 1999
- Handbuch Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden; BUWAL (heute BAFU), Bern, 2003
- Richtlinien zum Schutz des Bodens für Terrainveränderungen; AWA Kanton Bern, Januar 2010
- Faktenblatt „Bodenbelastungen entlang von Strassen“, Arbeitsgruppe Interventionswerte und Risikobeurteilung (AGIR); Fachstellen BS, AG, BE, BL, LU SG, SH, SO TG, ZG, ZH; 11. Juli 2009

6.7.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Die Untersuchungen zum Umweltbereich Boden beschränken sich auf unversiegelte, bewachsene Flächen innerhalb des Projektperimeters, in welchen fruchtbare Böden in Sinne des USG und der VBBo vom Projekt vorübergehend betroffen oder definitiv beansprucht werden.

Ziel ist die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit bzw. das Verhindern ihrer dauerhaften Beeinträchtigungen durch physikalische, chemische oder biologische Belastungen während der Bau- und der Betriebsphase.

Im vorliegenden Fall wird es in erster Linie darum gehen, allfällige Schadstoffbelastungen der bewachsenen Bodenschicht zu erkennen und eine geeignete Triagierung, Verwertung oder Entsorgung des abgetragenen Bodenmaterials festzulegen. Zudem wird das Aufkommen und die Verbreitung von Neophyten zu bekämpfen sein (vgl. Kapitel 6.10).

Im Rahmen des vorliegenden Umweltberichts wurden keine pedologischen Aufnahmen oder Schadstoffuntersuchung der Böden innerhalb des Projektperimeters durchgeführt.

6.7.3 Istzustand

Bodenaufbau und -art

Vom Projekt sind keine natürlich gewachsenen, fruchtbaren, tiefgründigen Böden oder Fruchtfolgeflächen betroffen. Bei den heute noch unversiegelten, bewachsenen Flächen handelt es sich um Bankette und Randflächen im Bereich von Verkehrsflächen (Velo-/Fussweg, Strassen, Zufahrten und Parkplätze, teilweise unter dem Weyermannsviadukt) sowie um Grün-/ Gartenflächen um Gewerbehäuser. Es ist davon auszugehen, dass es sich dabei um künstlich aufgebaute Böden bzw. Auffüllungen handelt. Gestützt auf einen Augenschein vor Ort und den Aussagen aus den Baugrunduntersuchungen wird damit gerechnet, dass die heute noch unversiegelten, bewachsenen Flächen voraussichtlich nur eine dünne, humushaltige Deckschicht (Oberboden) und kaum Unterboden aufweisen.

Die unversiegelten Flächen sind heute mit Ruderalvegetation (hier kann davon ausgegangen werden, dass kein oder nur äusserst geringen Mengen an Boden vorhanden sind), Gras, Büschen und Bäumen bewachsen.

Chemische Bodenbelastungen

Böden im Nahbereich stark befahrener Strassen sind erfahrungsgemäss mit Schwermetallen (Blei, Cadmium und Zink) sowie PAK über den Richt- und allenfalls auch den Prüfwert der VBBo belastet.

In älteren, intensiv genutzten Siedlungsgebieten und Gärten sind ebenfalls Schadstoffbelastungen über den Richtwerten der VBBo möglich. Im Bereich von Hausgärten ist erfahrungsgemäss vor allem mit Schwermetallen (Blei, Cadmium, Kupfer, Quecksilber und Zink) zu rechnen.

Mögliche Belastungen in der Umgebung von Gewerbebetrieben hängen von den dort verwendeten Stoffen ab.

Biologische Belastungen

Innerhalb des ÜO-Perimeters kommen Neophyten vor, diese werden im Kapitel 6.10 Umweltgefährdende Organismen behandelt.

6.7.4 Ausbauzustand

6.7.4.1 Bauphase

Es wird davon ausgegangen, dass zu Beginn der Bauphase die bewachsene Deckschicht innerhalb des ganzen Projektperimeters abgetragen wird, nachdem der Bewuchs entfernt worden ist. Im Bereich der Büsche und Bäume wird wegen den Wurzelstöcken der Boden nicht schichtweise bzw. separat ausgehoben werden können und kaum wiederverwertbar sein. In mit Gräser und Kräuter

bewachsenen Bereichen aber kann die Wurzelschicht (Oberboden) und allenfalls auch etwas Unterboden separat abgetragen werden.

Der abgetragene Boden soll – soweit er sich von seiner Qualität her (Eigenschaften, Belastung) eignet – wieder vor Ort bei der Erstellung der geplanten Grünflächen eingesetzt werden.

Chemischer Bodenschutz

Vor Beginn der Bauarbeiten (d.h. vor dem Abtrag) ist der Boden von einer Fachperson zu beproben, und auf ihren Schadstoffgehalt hin untersuchen zu lassen. Das Beprobungskonzept (Anzahl und Verteilung der Mischproben sowie analysierte Stoffe) ist vorgängig mit den zuständigen Behörden (AWA) abzusprechen. Gestützt auf die Analyseresultate hat die Fachperson eine geeignete, gesetzeskonforme Wiederverwertung oder Entsorgung des abgetragenen Bodenmaterials festzulegen. Im Rahmen des Materialverwertungs- und Entsorgungskonzepts ist der Umgang mit dem abgetragenen Boden (Menge, Belastung und Triage/Verwertung/Entsorgung) darzulegen und vor Baubeginn den Behörden zur Stellungnahme einzureichen.

Wir schlagen vor, dass das anfallende Bodenmaterial (v.a. humushaltige Deckschicht) so weit wie möglich wieder innerhalb des Projektperimeters an gleicher oder vergleichbarer Stelle eingesetzt wird. Auf Flächen, bei denen zukünftig eine direkte Bodenaufnahme auftreten kann (z.B. Kinderspielfeld/Spielwiese), ist geeignetes Bodenmaterial einzusetzen, das die Prüfwerte der VBBo für diese Nutzung einhält. Für begrünte Randflächen/Bankette ist auch mit Schadstoffen höher belastetes Material zu verwenden. Nicht vor Ort wiederverwertbares Bodenmaterial kann je nach Schadstoffbelastung an einem anderen vergleichbaren Ort mit mindestens identischer Vorbelastung wieder eingesetzt oder muss gesetzeskonform entsorgt werden.

Physikalischer Bodenschutz

Die humushaltige Deckschicht (Oberboden) und falls vorhanden auch der Unterboden sind so zu behandeln, dass sie/er wieder als Boden verwendet werden kann.

Für eine Wiederverwendung muss das Bodenmaterial nach den Regeln des physikalischen Bodenschutzes schonend d.h. vor allem in genügend trockenem Zustand separat abgetragen und nach der Zwischenlagerung wieder aufgetragen werden. Die Erdarbeiten sind wenn immer möglich während Schönwetterperioden in der Vegetationszeit durchzuführen. Dabei sind Raupenfahrzeuge/-maschinen zu verwenden. Radfahrzeuge dürfen nicht direkt auf dem Bodenmaterial fahren und arbeiten.

Bekämpfung von Neophyten

Hinweise dazu in Kapitel 6.10 umweltgefährdende Organismen.

6.7.4.2 Betriebsphase

Eine gewisse weitere Belastung der humushaltigen Deckschicht mit Schadstoffen ist im Siedlungsgebiet allgemein und insbesondere im Nahbereich der Verkehrsflächen weiterhin möglich.

Der Betrieb der Überbauung selber ist nach heutigem Kenntnisstand nicht mit einer besonderen bzw. relevanten Bodenbelastung verbunden.

6.7.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Die gesetzlichen Grenzwerte nach VBBo (Ober- und Unterboden) sowie diejenigen der Aushubrichtlinie für das Untergrundmaterial (Aushub- und Abraummateriale) müssen zur Wiederverwertung vor Ort eingehalten werden.

Normen und Massnahmen

- Vor Beginn der Bauarbeiten ist der Boden von einer Fachperson zu beproben und auf ihren Schadstoffgehalt hin untersuchen zu lassen. Das Beprobungskonzept (Anzahl und Verteilung der Mischproben sowie analysierte Stoffe) ist vorgängig mit den zuständigen Behörden (AWA) abzusprechen.
- Gestützt auf die Analyseresultate hat die Fachperson eine geeignete, gesetzeskonforme Wiederverwertung oder Entsorgung des abgetragenen Bodenmaterials festzulegen. Im Rahmen des Materialverwertungs- und Entsorgungskonzepts ist der Umgang mit dem abgetragenen Boden (Menge, Belastung und Triage/Verwertung/Entsorgung) darzulegen und vor Baubeginn den Behörden zur Stellungnahme einzureichen.
- Die vorhandene Wurzelschicht (Oberboden) und wo vorhanden auch der Unterboden sind so weit wie möglich separat abzutragen und entsprechend der Eignung/Qualität vor Ort im Projekt bei der Erstellung der geplanten Grünflächen wiederzuverwenden.
- Für eine Wiederverwendung muss das Bodenmaterial nach den Regeln des physikalischen Bodenschutzes schonend d.h. vor allem in genügend trockenen Zustand separat abgetragen und wieder aufgetragen werden. Die Erdarbeiten sind wenn immer möglich während Schönwetterperioden in der Vegetationszeit durchzuführen. Dabei sind Raupenfahrzeuge/-maschinen zu verwenden. Radfahrzeuge dürfen nicht direkt auf dem Bodenmaterial fahren und arbeiten.

Empfehlungen

- Keine

6.8 Altlasten

6.8.1 Gesetzliche Grundlagen

- Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlasten-Verordnung AltIV), 26. August 1998
- Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA), 22. Juni 2005
- Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen LVA, 18. Oktober 2005
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL (1999), "Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von mineralischem Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie)", Vollzug Umwelt.
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL (1999), "Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie)", Vollzug Umwelt Nr. 3003.
- Bundesamt für Umwelt BAFU (2013), "Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich", Vollzug Umwelt Nr. 1334.
- Bundesamt für Umwelt BAFU (2016), "Bauvorhaben und belastete Standorte: Ein Modul der Vollzugshilfe „Allgemeine Altlastenbearbeitung“, Vollzug Umwelt Nr. 1616.

Die Aussagen der nachfolgenden Kapitel basieren zudem auf den Untersuchungen der Geotest AG:

- Bern Stöckackerstrasse, Neubau Betriebs- und Bürogebäude EWB, Baugrunduntersuchung Bericht Nr. 03147.2A, 2. April 2004

6.8.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Für den Untersuchungsperimeter wurde der Kataster der belasteten Standorte (KbS) konsultiert. Zudem wurden die Untersuchungen der Geotest AG beigezogen (Anhang F).

6.8.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Einhalten der gesetzlichen Vorgaben nach VevA bei der Wiederverwertung sowie Entsorgung von Ausbruch-, Aushub- und Abraummateriale

Normen und Massnahmen

- Abklären ob eine historische und/oder technische Untersuchung des Standortes durchgeführt werden muss.
- Vorgängige Beprobung des Ausbruch- und Aushubmaterials auf Schadstoffe

Empfehlungen

- Keine

6.9 Abfälle / Umweltgefährdende Stoffe

6.9.1 Gesetzliche Grundlagen

- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) vom 24. Januar 1991
- Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA), 22. Juni 2005
- Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie); BUWAL (heute BAFU), Juni 1999
- Kantonales Gesetz über die Abfälle (AbfG) vom 18. Juni 2003 (BSG 822.1)
- Kantonale Abfallverordnung (AbfV) vom 11. Februar 2004 (BSG 822.111)
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA (1993), "Entsorgung von Bauabfällen bei Neubau-, Umbau- und Abbrucharbeiten", SIA-Empfehlung 430

6.9.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Für die im Bauzustand anfallenden Abfälle kann in einer ersten Abschätzung die bestehende Bausubstanz angenommen werden.

6.9.3 Istzustand

Im heutigen Zustand fallen vorwiegend Siedlungsabfälle sowie Gewerbeabfälle an.

Für die Umsetzung der geplanten Überbauung werden diverse bestehende Gebäude abgebrochen. Vor dem Rückbau sind die Gebäude auf allfällige Schadstoffe (z.B. Asbest, PAK) zu untersuchen, damit ein fachgerechter Rückbau und eine entsprechende Entsorgung vorgenommen werden können.

6.9.4 Ausbauzustand

6.9.4.1 Bauphase

Beim Rückbau bestehender Gebäude fallen durch Abbrucharbeiten diverse mineralische Bauabfälle unterschiedlicher Materialqualität an. Dabei ist allenfalls auch mit Asbest bzw. PAK-haltigen Bauabfällen zu rechnen. Ein detailliertes Entsorgungskonzept gemäss SIA 430 ist für die Rückbauphase zu erstellen.

Diese muss vor der Rückbau- und Bauphase der zuständigen Behörde zur Beurteilung vorgelegt werden und eine Deklaration der angestrebten Verwertungs- und Entsorgungswege enthalten. Für den Rückbau der bestehenden Gebäude sind sodann den im Entsorgungskonzept

festgelegten Bestimmungen Folge zu leisten. Generell ist für möglichst viele mineralische Bauabfälle eine Verwertung anzustreben. Der Rückbau der Gebäude und asphaltierten Beläge ist von einer Fachperson zu begleiten.

Zudem fällt Ausbauasphalt an. Dieser muss vorgängig von einer Fachperson auf die PAK-Werte untersucht werden. Je nach PAK-Wert kann er dem Belagsrecycling zugeführt werden oder muss in einer Deponie Typ B resp. Typ E entsorgt werden.

Allgemein gilt: Während der Bauphase entstehende mineralische Abfälle sind gemäss den im Entsorgungskonzept festgelegten Bestimmungen durchzuführen. Generell sind mineralische Bauabfälle einer gesetzeskonformen Verwertung zuzufügen oder zu entsorgen. Während der Bauphase ist zur Materialtriage eine Fachperson beizuziehen. Die Fachperson ist befugt nach Notwendigkeit Proben zwecks der genauen Materialklassierung zu entnehmen. Nach SIA 430 ist zur reibungslosen Verwertung ein Mehrmuldenkonzept vorzusehen.

6.9.4.2 Betriebsphase

Die aus dem Betrieb der vorgesehenen künftigen Nutzungen anfallenden Abfälle sind in der Kehrichtverbrennungsanlage oder in anderen Entsorgungsbetrieben fachgerecht zu entsorgen. Durch das deutlich höhere Nutzungsmass des Areals gegenüber dem Referenzzustand ist mit einer Zunahme der Abfälle zu rechnen.

6.9.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Fachgerechte Entsorgung der in der Bauphase anfallenden Abfälle nach VVEA und SIA 430
- Fachgerechte Entsorgung der im Betrieb anfallenden Abfälle nach VVEA

Normen und Massnahmen

- Gebäudecheck durch eine Fachperson bezüglich Schadstoffgehalt der Baumaterialien vor Abbruch
- Erstellen eines Entsorgungskonzepts für die anfallenden Abbruchmaterialien
- Begleitung des Abbruchs durch eine Fachperson im Bereich Gebäudeschadstoffe

Empfehlungen

- Frühzeitige Durchführung eines Gebäudechecks bei den rückzubauenden Gebäuden, um allfällige Entsorgungskosten bereits in der Planung zu berücksichtigen.

6.10 Umweltgefährdende Organismen

6.10.1 Gesetzliche Grundlagen

- Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsverordnung, FrSV) vom 10. September 2008
- Schwarze Liste und Watch-Liste der invasiven Neophyten der Schweiz von Info Flora vom August 2014 sowie Neophyten-Feldbuch (www.infoflora.ch)

6.10.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Bei der Begehung des ÜO-Perimeters für den Naturschutz im August 2019, wurde auch ein besonderes Augenmerk auf gebietsfremde invasive Pflanzenarten (Neophyten) der Schwarzen Liste und der Watch-Liste des nationalen Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora (Info Flora) gerichtet.

6.10.3 Istzustand

Anlässlich der Begehung wurden im Untersuchungsperimeter verschiedene Neophyten gefunden. So konnten insbesondere entlang der Bahnlinie mehrere Standorte des Götterbaumes (*Ailanthus altissima*) nachgewiesen werden, sowie zwei Standorte mit Kanadischer Goldrute (*Solidago canadensis*) und zwei Flächen mit dem Einjährigen Berufkraut (*Erigeron annuus*). Alle drei Arten sind Pflanzenarten der Schwarzen Liste³.



Abbildung 15: Götterbaum entlang Bahndamm



Abbildung 16: Götterbaum auf dem Areal zwischen Beton und Asphalt



Abbildung 17: Goldrute beim Eingang Stöckerstrasse 37



Abbildung 18: Berufkraut (weisse Blüten) auf dem Platz vor dem ewb Gebäude

³ Liste der invasiven Neophyten der Schweiz, die in den Bereichen der Biodiversität, Gesundheit und/oder Ökonomie Schäden verursachen. Vorkommen und Ausbreitung muss verhindert werden.

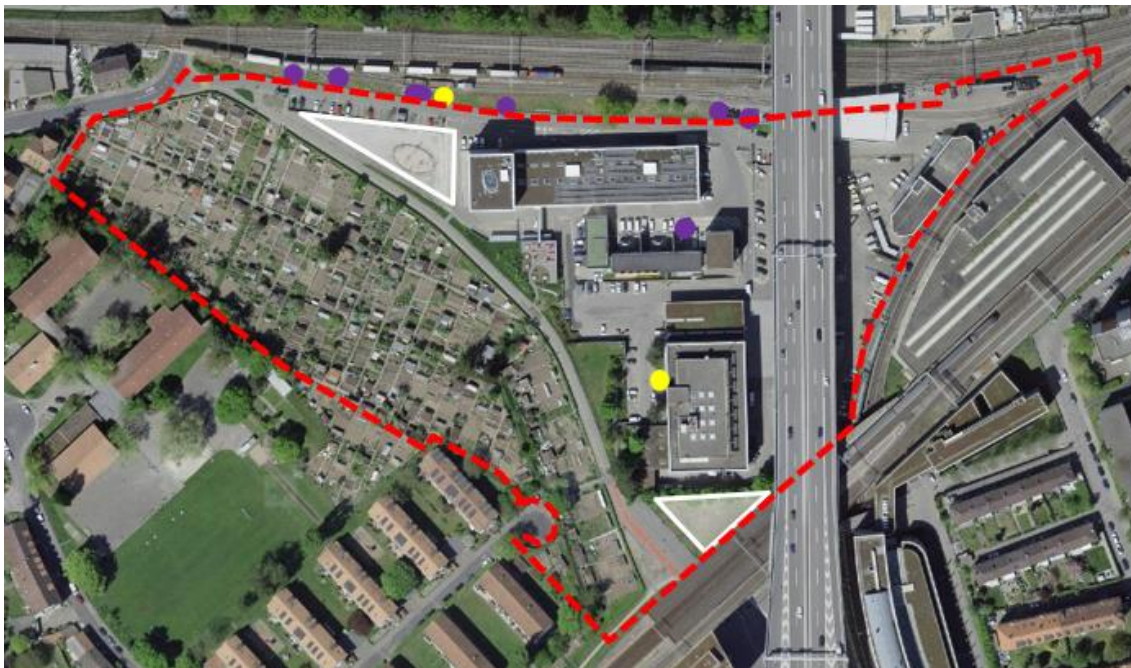


Abbildung 19: Ungefähre Standorte der Arten der Schwarzen Liste, gelb = Goldrute, violett = Götterbaum, weiss = Fläche mit viel Berufkraut

6.10.4 Ausbauzustand

6.10.4.1 Bauphase

Das Aufkommen und die Verbreitung von invasiven Neophyten sind zu verhindern. Das Pflanzenmaterial ist fachgerecht zu entsorgen. Mit Neophyten belastetes Bodenmaterial ist fachgerecht zu entsorgen und darf nicht mit noch unbelastetem Boden vermischt oder auf heute noch unbelastete Standorte ausserhalb des Projektperimeters aufgebracht werden.

Das Aufkommen von invasiven Neophyten im Bereich der Baustelle und auf den neu geschaffenen Grünflächen ist zu überwachen und nötigenfalls mit geeigneten Massnahmen zu bekämpfen.

6.10.4.2 Betriebsphase

In den ersten drei Jahren nach Abschluss der Bauarbeiten ist dem Aufkommen von Neophyten ein besonderes Augenmerk zu widmen, und falls nötig, müssen geeignete Schritte zu deren Beseitigung ergriffen werden (gemäss Empfehlungen der Info Flora⁴). Die Pflanzung invasiver Neophyten ist nicht zulässig.

6.10.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Die Vorgaben aus der Freisetzungsverordnung sind einzuhalten.

Normen und Massnahmen

- Das Pflanzenmaterial von invasiven Neophyten ist fachgerecht zu entsorgen.
- Mit Neophyten belastetes Bodenmaterial darf nicht mit noch unbelastetem Boden vermischt oder auf heute noch unbelastete Standorte ausserhalb des Projektperimeters aufgebracht werden.

⁴ www.infoflora.ch

- Das Aufkommen von invasiven Neophyten im Bereich der Baustelle und auf den neu geschaffenen Grünflächen ist zu überwachen und nötigenfalls mit geeigneten Massnahmen zu bekämpfen
- Berücksichtigen der Empfehlungen zum Umgang mit Neophyten (www.infoflora.ch)

Empfehlungen

- Keine

6.11 Störfallvorsorge

6.11.1 Gesetzliche Grundlagen

- Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV) vom 27. Februar 1991
- Arbeitshilfe Koordination Störfallvorsorge in der Raumplanung, Amt für Gemeinden und Raumordnung, Kantonales Laboratorium, 26. März 2018
- Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge, Bundesamt für Raumentwicklung ARE et al, Oktober 2013
- Kantonales Laboratorium (KL), Fachbericht, Bern, Überbauungsordnung Stöckackerstrasse 33 – Ladenwandweg [...], Vorprüfung 31. Juli 2024

6.11.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Gemäss Art. 11a StFV müssen die Kantone die Störfallvorsorge in der Richt- und Nutzungsplanung berücksichtigen. Es werden nur Planungsvorhaben untersucht, die sich in einem Konsultationsbereich befinden. Dies erfolgt durch eine schrittweise Abschätzung der Risikorelevanz gemäss der Arbeitshilfe Koordination Störfallvorsorge in der Raumplanung.

6.11.3 Istzustand

Der ÜO-Perimeter befindet sich im Konsultationsbereich (KOB) der Nationalstrasse, wie dies in Abbildung 20 ersichtlich ist.

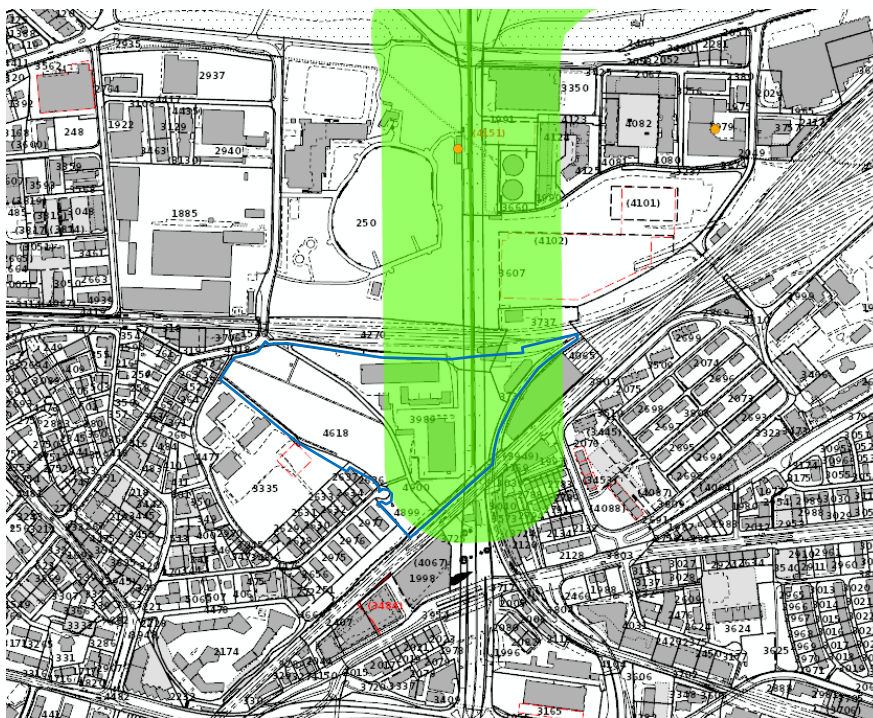


Abbildung 20 Auszug aus Konsultationsbereichskarte, grün = KOB Nationalstrasse, gelb = Betriebe (Geportal BE, Stand Juli 2025)

6.11.4 Ausbauzustand

Die Abschätzung der Risikorelevanz erfolgte gemäss der Arbeitshilfe und befindet sich im Anhang 0. Mit der verdichteten Bauweise im städtischen Bereich ist die Risikorelevanz gegeben und raumplanerische und bauliche Massnahmen zur Störfallvorsorge sind zu berücksichtigen. Im Bericht im Anhang 0 wurden zudem die Kernaussage der Stellungnahme des ASTRA vom 6. April 2021 eingefügt, inkl. einer ersten Berechnung der Risikosummenkurven. Grundsätzlich kann von einer Tragbarkeit des Vorhabens aus Sicht StfV ausgegangen werden.

Folgende Massnahmen sind in der Überbauungsordnung festgehalten:

- Empfindliche Einrichtungen sind innerhalb der Konsultationsbereiche von Anlagen im Geltungsbereich der Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung) vom 27. Februar 1991 nicht zulässig.
- Empfindliche Aussenflächen wie Kinderspielplätze sind in hinreichender Distanz zur Nationalstrasse und / oder an geschützten, anlagenabgewandten Orten anzuordnen.
- Kindertagesstätten sind möglichst weit weg von der Nationalstrasse auf der anlagenabgewandten Seite zu errichten.
- In Räumen mit Sicht auf die Autobahn sind keine Nutzungen vorzusehen, welche die Selbstrettung einschränken und / oder eine systematische Benutzung durch Personen mit eingeschränkter Fähigkeit zur Selbstrettung vorsehen.
- Luftansaugstellen von Lüftungsgeräten und Klimaanlage sowie luftzubringende Aggregate sind gefahrenseitig abgeschirmt, anlagenabgewandt sowie möglichst hoch über dem Boden zu platzieren. Falls die Luftansaugstellen anlagezugewandt erfolgt, so muss diese mit einer Notfallabschaltung nach dem Stand der Technik ausgerüstet sein.
- In Gebäuden entlang der Nationalstrasse dürfen die Flucht- und Sicherheitstreppehäuser grundsätzlich nicht direkt an den Fassaden zur Nationalstrasse liegen. Andernfalls ist der Nachweis zu erbringen, dass die Fluchtwege für die relevanten Szenarien auf der Nationalstrasse (Lachenbrand und Gasstrahlbrand) bis zur vollständigen Evakuierung gemäss Norm und Richtlinien VKF benutzbar sind. Die Flucht- und Rettungswege sind barrierefrei und möglichst kurz und über Hauseingänge sowie möglichst anlagenabgewandt zu planen.
- Im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens ist ein Ereignis- und Evakuierungskonzept zu Händen der Ereignisdienste und Gebäudenutzenden vorzulegen.

6.11.4.1 Bauphase

Falls während der Bauphase umweltgefährdende Stoffe in solchen Mengen gelagert werden, die unter die Störfallverordnung fallen, sind entsprechende Massnahmen vorzusehen.

6.11.4.2 Betriebsphase

Es wird davon ausgegangen, dass in der Betriebsphase keine umweltgefährdenden Stoffe in Mengen gelagert werden, die unter die Störfallverordnung fallen. Falls doch, sind Massnahmen vorzusehen.

6.11.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Die Vorgaben aus der Störfallverordnung sind einzuhalten

Normen und Massnahmen

- Massnahmen bezüglich der Störfallvorsorge sind in der Überbauungsordnung festgehalten
- Sobald die Massnahmen auf der planerischen Ebene abschliessend feststehen, kann eine entsprechende Validierung durch die Erstellung einer detaillierten Risikoermittlung erfolgen.

Empfehlungen

- Keine

6.12 Naturschutz (Flora, Fauna, Lebensräume)

6.12.1 Gesetzliche Grundlagen

- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966
- Verordnung zum Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991
- Kantonales Naturschutzgesetz (NSG) vom 15. September 1992
- Kantonale Naturschutzverordnung (NSchV) vom 10. November 1993
- Baumschutzreglement der Stadt Bern vom 7. Juni 1998

Die Aussagen der nachfolgenden Kapitel basieren zudem auf folgenden Untersuchungen bzw. Grundlagen:

- Schmid H., Doppler W., Heynen D., Rössler M. (2012), "Vogelfreundliches Bauen mit Glas und Licht", Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- Einmalige Feldbegehung im August 2019
- Informationen anlässlich der Besprechung vom 26.8.2019 bei Stadtgrün Bern
- Kontakte mit Stadtgrün Bern im März 2020
- Biodiversitätskonzept Teil 1 und Teil 2, Stadt Bern, 2012
- Biodiversität in der Stadt Bern, Handbuch und Ratgeber, Stadtgrün Bern, 2014
- Delarze et al, Lebensräume der Schweiz, otf Sachbuchverlag, 2008
- SBB Ausbauschritt AS 2025 Leistungssteigerung Bern West, Situationsplan Lebensräume Ist - Zustand Plan, PRONA, 24. Januar 2023
- SBB Ausbauschritt AS 2025 Leistungssteigerung Bern West, Situationsplan: Resultate Reptilien, Heuschrecken- und Tagfalteraufnahmen, PRONA, 09. Februar 2021

6.12.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Für die Beurteilung des Fachbereichs Naturschutz wurde das Untersuchungsgebiet im August 2019 begangen. Dabei lag ein besonderes Augenmerk auf den nach Art. 18 Abs. 1^{bis} Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) geschützten Lebensräumen. Die schutzwürdigen Lebensräume, welche durch das Projekt „SBB Ausbauschritt AS 2025 Leistungssteigerung Bern West“ b beeinträchtigt werden, wurden im Zuge dieses Vorhabens bilanziert und falls nötig Ersatz geschaffen.

In Absprache mit Stadtgrün Bern, welche wiederum in Rücksprache mit der kantonalen Abteilung Naturförderung (ANF) stand, wurde auf eine Bilanzierung der ökologischen Werte verzichtet. Die vorkommenden schutzwürdigen Lebensräume, welche durch das Projekt beeinträchtigt werden, sollen aber unter Einhaltung qualitativer Vorgaben quantitativ durch den gleichen Lebensraumtyp ersetzt werden (vgl. Kap. 6.12.4), wodurch ein "1:1 Ersatz" entsteht. Folglich sollen bspw. 650 m² Hecke durch 650 m² Hecke ersetzt werden (bestehend aus mind. 5 verschiedenen einheimischen, standortgerechten Laubholzarten mit mind. 20% Dornenanteil, einer Mindestfläche von 50 m² pro Hecke und umgeben von einem Krautsaum).

Nebst dem Ersatz der NHG-relevanten Lebensräume gelten bezüglich naturnaher Gestaltung im Ausbauzustand die Vorgaben und Ziele gemäss Biodiversitätskonzept der Stadt Bern, wonach mind. 15% der Perimeterfläche naturnah ausgestaltet und entsprechend gepflegt werden müssen. Die Anrechenbarkeit der Lebensräume (welche Lebensräume zu wieviel Prozent) erfolgt nach dem Schlüssel auf Seite 45 des Biodiversität-Handbuchs von Stadtgrün Bern (Details hierzu siehe Kap. 6.12.4).

Gemässe Naturkarte der Stadt Bern, gehört der Perimeter zu den sog. Schwerpunktgebieten Natur (Typ «Wirkungsgebiet») die entwickelt werden sollen. Umgeben ist der Perimeter von zahlreichen Vernetzungsachsen, die ebenfalls in der Naturkarte aufgeführt sind. Folglich ist in

diesem Perimeter die ökologische Vernetzung wichtig. Deshalb werden bei einzelnen Lebensraumtypen auch Angaben zum Standort auf dem Areal gemacht, so dass die ökologische Vernetzung entsprechend gefördert werden kann.

6.12.3 Istzustand

Flora

Bei der Begehung konnten keine Arten der Roten Liste oder andere geschützte Arten gefunden werden. Gemäss Stadtgrün Bern sind keine Fundmeldungen von Rote Liste Arten oder National Prioritäre Arten bekannt.

Für die Neophyten wird auf Kapitel 6.10 verwiesen.

Fauna

Innerhalb des Beurteilungssperimeters besteht eine Mauereidechsenpopulation entlang der Bahnböschung im Norden der Parzelle, welche im Zuge des SBB Ausbauabschnitt AS 2025 Leistungssteigerung Bern West behandelt wird. Einzelbeobachtungen von Mauereidechsen sind auf dem ganzen Bereich der ÜO verzeichnet worden. Sämtliche Reptilien sind gemäss Anhang 3, NHV geschützt.

Lebensräume

Innerhalb des ÜO-Perimeters sind diverse Grünflächen, Hecken/Feldgehölze und Einzelbäume vorhanden. Entsprechend der Feldbegehung und der Rücksprache mit Stadtgrün Bern entsprechen nicht alle vorkommenden Grünflächen den schutzwürdigen Lebensräumen im Sinne von Art. 18 Abs. 1^{bis} NHG. Im Nachfolgenden wird nur auf die NHG-relevanten Lebensräume eingegangen und auch nur diese werden in Abbildung 21 aufgezeigt. Zudem wird die Böschung zur Bahn hin im Norden des Untersuchungsperimeters von vorliegenden Vorhaben nicht tangiert und daher in diesen Untersuchungen nicht berücksichtigt. Betreffend den dort vorhandenen Naturwerten und geplanten Ersatzmassnahmen wird auf das Auflageprojekt SBB Ausbauschritt AS 2025 Leistungssteigerung Bern West verwiesen.

Wiesen/Ruderalflächen

Bei der selektiven Kartierung der naturnahen Lebensräume wurde die Ruderalfläche beim Bahnhof Europaplatz als Ruderalflur/Trittsflur vermerkt (Abbildung 22). Die Fläche⁵ mit einer Grösse von 850 m² und Arten wie Wilde Möhre, Beifuss, Wilder Lattich, Kartäusernelke, Leimkraut ist teilweise am Zuwachsen und weist auch Arten der trockenen Artenreichen Fettwiesen auf wie Margerite, Schafgarbe, Kleiner Wiesenknopf, Wiesensalbei.

Eine weitere schutzwürdige Ruderalfläche⁶ (350 m²) befindet sich in der nordöstlichen Perimetercke im Gleisbereich.

Ruderalflächen sind im städtischen Raum selten, haben eine ausgleichende Funktion im Naturhaushalt und gelten daher als ersatzpflichtig gemäss Art. 18 Abs. 1^{bis} NHG.

Auf dem Areal der ewb bei der Terrasse befindet sich eine Artenreiche (Fett-)Wiese (Arrhenatherion) (u.a. Margerite, Flockenblume, Wiesensalbei, Wittwenblume, Hornklee), welche gemäss

⁵ Diese Arten könnten am ehesten einer mesophilen Ruderalflur (*Dauco-Melilotion*) zugeordnet werden. Die trockenwarme Ruderalflur (*Onopordion*) ist ein stark gefährdeter Lebensraum und kommt nur im Zentralwallis und in Graubünden vor. Die typischen Arten eines mitteleuropäischen Halbtrockenrasens (*Mesobromion*) sind in keiner der beschriebenen Flächen vertreten.

⁶ Die Arten an diesem Standort wurden im Auftrag von Stadtgrün Bern im 2019 kartiert, aber nicht auf Niveau Delarze-Verbände. Gemäss Einschätzung des Kartierers (Ch. Käsermann) dominiert die Einjährige Trittsflur (*Sisymbrium*), weiter kommen in der Ruderalfläche auch Lebensraumtypen der Trockenen Trittsfluren (*Polygonum avicularis*) und der Mesophilen Ruderalflur (*Dauco-Melilotion*) vor.

Art. 18 Abs. 1^{bis} NGH als schützenswerter Lebensraum gilt (gelb in Abbildung 20). Die angrenzende Böschung wird zur Artenreichen Fettwiese hinzugezählt.

Hecken/Feldgehölze und Einzelbäume

Entlang der stark bewachsenen Ruderalfläche besteht eine Hecke mit diversen einheimischen Gehölzen (u.a. Schwarzdorn, Hartriegel, Heckenkirsche, Wildrosen) auf einer Fläche von 450 m².

Bei der Terrasse des ewb-Gebäudes besteht ein noch junges Feldgehölz mit ausschliesslich einheimischen Arten auf einer Fläche von 200 m².

Ausserholligen befindet sich in der Baumschutzzone B gemäss Baumschutzreglement der Stadt Bern, somit sind Bäume mit einem Stammumfang ab 80 cm geschützt. Innerhalb des ÜO-Perimeters befinden sich insgesamt 8 Einzelbäume, die dieses Kriterium erfüllen.

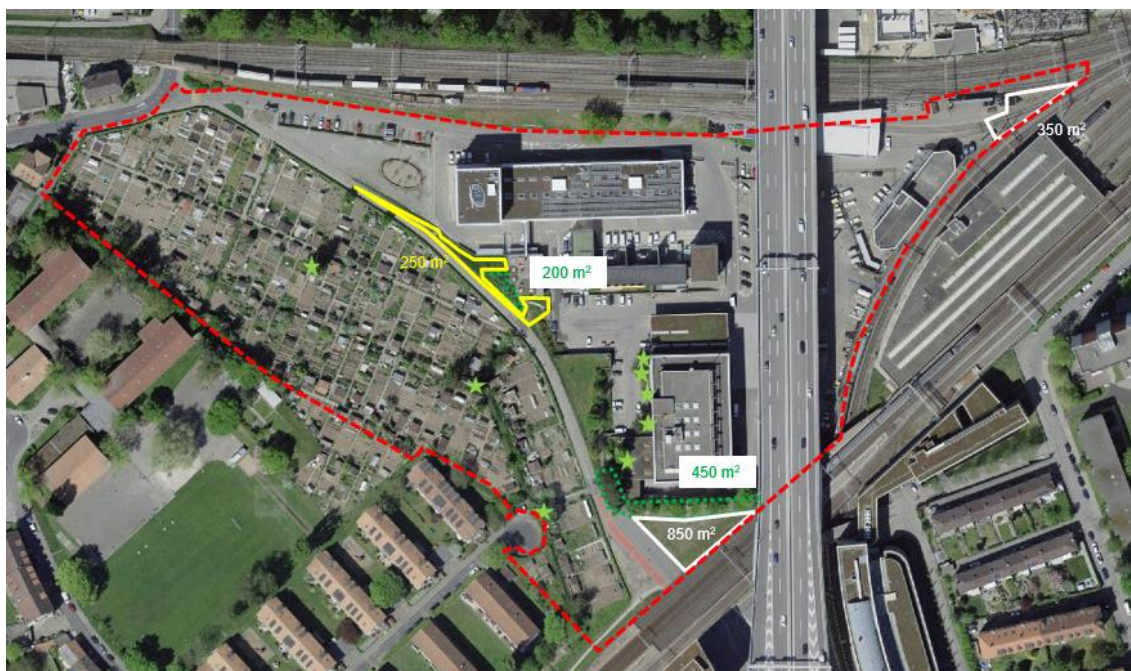


Abbildung 21: Standorte der NHG-relevanten Lebensräume im ÜO-Perimeter mit Angabe der Fläche, weiss = Ruderalflächen, gelb = Artenreiche Wiese, grün = Hecken mit einheimischen Strauch- und Baumarten, Stern = Einzelbäume



Abbildung 22: stark zugewachsene Ruderalfläche beim Europaplatz



Abbildung 23: Artenreiche Wiese beim ewb-Gebäude und Hecke



Abbildung 24: Detail Artenreiche Wiese



Abbildung 25: Wildhecke Europaplatz

In der folgenden Tabelle werden die NHG-relevanten Lebensräume innerhalb des ÜO-Perimeters aufgelistet.

Lebensraum	Bestehende Fläche in m ²	Anzahl
Ruderalfläche Europaplatz	850	
Ruderalfläche Nord-Ost	350	
Artenreiche Wiese (inkl. Böschung)	250	
Wildhecke Europlatz	450	
Feldgehölze / Hecke ewb	200	
Einzelbäume	-	8
Total	2'100	8

Tabelle 2: Liste der schutzwürdigen Lebensräume innerhalb des ÜO-Perimeters

Ökologische Vernetzung

Gemässe Naturkarte der Stadt Bern, gehört der Perimeter zu den sog. Schwerpunktgebieten Natur (Typ «Wirkungsgebiet»), die entwickelt werden sollen (Abbildung 26). Umgeben ist der Perimeter von zahlreichen Vernetzungsachsen, die ebenfalls in der Naturkarte aufgeführt sind. Folglich ist in diesem Perimeter die ökologische Vernetzung wichtig. Diese ist aktuell aufgrund der versiegelten Flächen bzw. der Zerschneidung durch Verkehrsträger ungenügend. Einzelne bestehende Lebensräume weisen eine gewisse Vernetzungsfunktion auf, bspw. Hecken / Feldgehölze oder auch die Familiengärten.

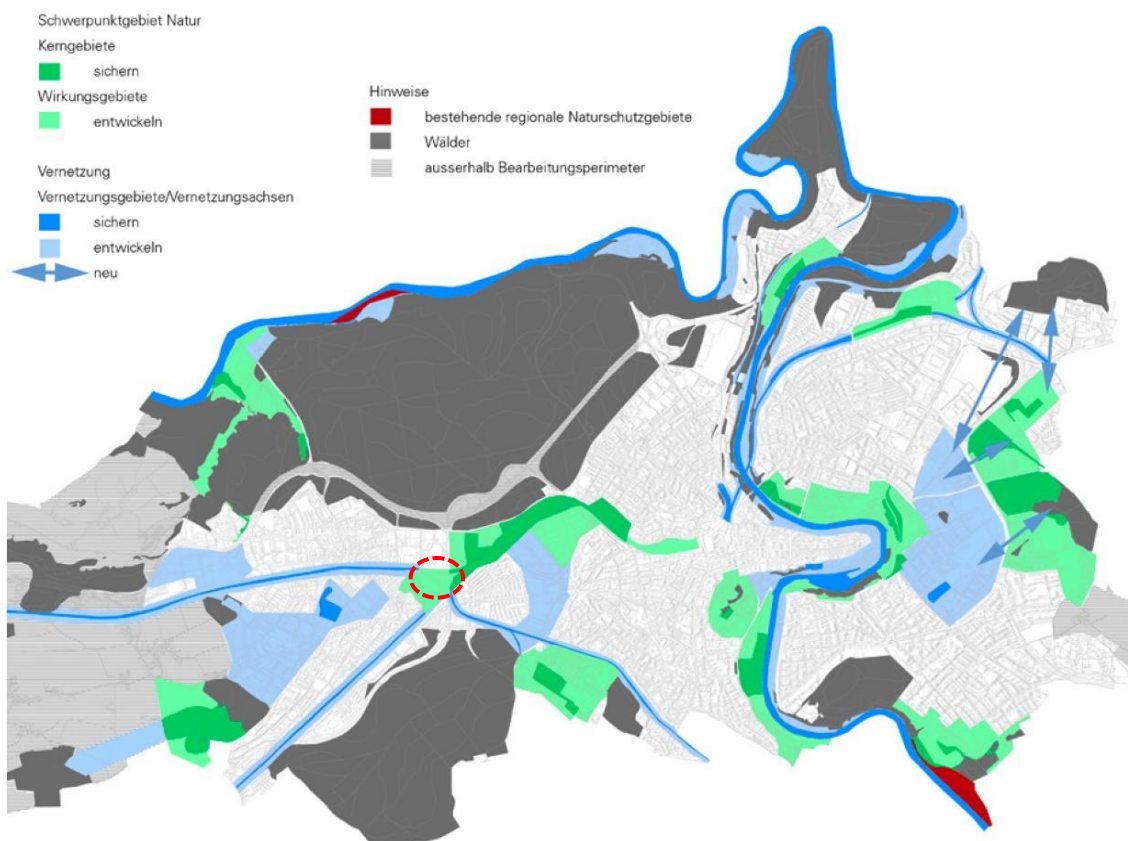


Abbildung 26: Naturkarte aus dem Biodiversitätskonzept der Stadt Bern, rot gestrichelt = Standort ÜO

6.12.4 Ausbauzustand

Vorgaben für die Gestaltung der Grünflächen

Lebensräume – Ersatz im Sinne von Art. 18 Abs. 1^{ter} NHG

Im aktuellen Projektstand ist davon auszugehen, dass alle im Ist-Zustand vorhandenen Grünflächen durch das Bauprojekt zerstört werden. Somit ist mit einem Verlust aller NHG-relevanten Lebensräume und dem Verlust von 8 Einzelbäumen zu rechnen. Dieser ökologische Verlust ist im Sinne von Art. 18 Abs. 1^{ter} NHG zu kompensieren.

Zur Kompensation der negativen Projektwirkungen sind folgende Lebensräume mit den entsprechenden Vorgaben anzulegen:

- Pflanzen von Hecken aus mind. fünf verschiedenen, standortgerechten, einheimischen Laubholzarten und einem Anteil von mind. 20 % Dornensträuchern (bspw. *Prunus spinosa*, *Rhamnus catharticus*, *Rosa sp.*). Eine Hecke muss eine Mindestfläche von 50 m² aufweisen. Die Hecken sind von einem mind. 50 cm breiten Krautsaum umgeben. Als Ersatz der bestehenden Hecken sind gesamthaft mind. 650 m² dieses Lebensraumtyps anzulegen.
- Gestalten von Ruderalflächen auf einer Gesamtfläche von mind. 1'200 m². Auf einen geeigneten Untergrund (insbesondere Rohboden / Kies, kein Oberboden) ist eine standortangepasste, ruderale Saatmischung (bspw. UFA-Ruderalflora CH) einzusäen.
- Gestalten von Artenreichen Wiesen auf einer Fläche von mind. 250 m². Auf den geeigneten Untergrund (wenig Oberboden) ist eine standortangepasste, artenreiche Wiesen-saatmischung einzusäen (möglichst mit lokalen Ökotypen, andernfalls bspw. UFA-Wildblumenwiese Original CH-G).
- Ersatzpflanzen von mind. 8 Einzelbäumen. Dabei sind einheimische, standortgerechte Laubbaumarten zu wählen (bspw. *Acer pseudoplatanus*, *Tilia cordata*, *Quercus robur* und/oder *Fagus sylvatica*).

- Anlegen von Kleinstrukturen in den naturnahen Lebensräumen (bspw. Wurzelstöcke, Holzhaufen, Steinlinsen, Trockenmauern) zur Förderung von Kleintieren und Insekten.

Eine vollständige Umsetzung dieser Massnahmen gemäss den Festsetzungen der ÜO vorausgesetzt, gelingt es die negativen Projektwirkungen auf die Schutzziele des Naturschutzes im Sinne von Art. 18 Abs. 1^{ter} NHG zu kompensieren.

Lebensräume – Forderung im Sinne des Biodiversitätskonzepts

Gemäss dem Biodiversitätskonzept der Stadt Bern müssen bei Bauprojekten und Planungen 15% der Perimeterfläche naturnah ausgestaltete Lebensräume aufweisen, welche entsprechend gepflegt werden: z.B. Extensive Wiesen, Ruderalflächen, Wildhecken oder Einzelbäume. Gemäss Handbuch Biodiversität können beispielsweise auch extensive Dachbegrünungen mit 50% der Fläche angerechnet werden.

Bei einer ungefähren Gesamtfläche des ÜO-Perimeters von ca. 525 a sind 15% ca. 79 a. Folglich sind 79 a als naturnahe Lebensräume im Sinne des Biodiversitätskonzepts zu gestalten. Der Ersatz der NHG-relevanten Flächen entspricht 21 a, welche den geforderten 15% angerechnet werden können. Die restlichen 58 a bis zum Erreichen der mind. 15% sind ebenfalls als qualitativ hochwertige, naturnahe Lebensräume anzulegen. Sie können mit den im Biodiversitätskonzept aufgeführten naturnahen Lebensräumen gestaltet werden, auch wenn diese allenfalls nicht NHG-relevant sind (bspw. Fassadenbegrünung).

Die Anrechenbarkeit der einzelnen Lebensräume (bspw. extensive Dachbegrünung zu 50%) geht aus dem nachfolgenden Auszug aus "Biodiversität in der Stadt Bern, Handbuch und Ratgeber" hervor (Abbildung 27). Da extensive Dachbegrünungen nebst der floristischen Vielfalt häufig nur durch flugfähige Faunaarten genutzt werden können, ist ein gewisser ökologischer Wert nur auf einer Höhe bis max. 35 m ab Terrain gegeben.

Naturnahe Lebensräume – Schlüssel zur Anrechenbarkeit

Extensive Wiesen Wiesen, max. dreimal jährlich gemäht; bei Neuanlage muss Saatgut lokaler Ökotypen verwendet werden.	Anrechenbarkeit 100%
Pionierflächen Kiesflächen, offener Boden, Chaussierung, Schotter, etc.; kein Herbizideinsatz (siehe Seite 38).	
► Pionierflächen stark genutzt (z.B. befahren, parkieren, betreten) oder isoliert (kein Anschluss an eine Grünfläche)	30%
► Pionierflächen wenig genutzt , zum Beispiel Randstellen, wenig begangene Flächen, etc.; mit Anschluss an eine Grünfläche	100%
Ruderalflächen Artenreiche Krautfluren; regelmässige Neophytenkontrolle.	100%
Extensive Weiden Konventionelle Schaf- und Kuhweiden	50%
Weiden mit an den ökologischen Wert angepasster Bestossung: Arten (z.B. Galloways, Esel), Intensität.	100%
Wildhecken/Feldgehölze Gehölze aus einheimischen Strauch- und Baumarten mit umgebendem Krautsaum von mindestens 50 Zentimetern Breite.	100%
Einzelbäume Nur einheimische, standortgerechte Wildarten (keine Sorten, keine Hybriden) oder Hochstammobstbäume.	20m ² pro Baum
Extensive Dachbegrünung Aufbau gemäss SIA-Norm 312, Bepflanzung und Saatgut mit ausschliesslich einheimischen Arten.	50%
Krautsäume, Altgrasstreifen oder -inseln Zusammengesetzt aus einheimischen Arten. Jedes Jahr nur zur Hälfte oder zum Drittel gemäht.	100%
Andere Kleinstrukturen Wurzelstöcke, Steinlinsen, Trockenmauern, Holzhaufen, Tümpel bis ca. 50 Quadratmeter, etc.	200% der Fläche
Fassadenbegrünung Obstspaliere und Fassadenbegrünung mit einheimischen Arten.	100% der Grundfläche
Fliessgewässer Alle offenen Fliessgewässer, naturnahe Ufervegetation und Wasserfläche.	100%

Abbildung 27: Auszug aus dem Handbuch zum Biodiversitätskonzept der Stadt Bern: Schlüssel zur Anrechenbarkeit der naturnahen Lebensräume für die Erfüllung der 15% Perimeterfläche

Ökologische Vernetzung

Entsprechend dem Biodiversitätskonzept der Stadt Bern gelten die Bahnlinien nördlich und südöstlich angrenzend an den ÜO-Perimeter als Vernetzungsachse. Folglich soll die ökologische Vernetzung – insbesondere entlang von Bahnlinien ermöglicht und entwickelt werden. So ist im Rahmen des vorliegenden Projekts die Vernetzung entlang des nördlichen (und soweit innerhalb des Projektperimeters liegend) und südöstlichen Perimeterrands zu fördern (Abbildung 28). Ein Vernetzungskorridor entlang des südwestlichen Perimeterrands (im Bereich der Familiengärten) ist aus ökologischer Sicht ebenfalls sinnvoll.

Diese Förderung der Vernetzung sollte je mit einem ca. 10 m breiten Korridor erfolgen, in welchem geeignete Lebensräume mit Vernetzungsfunktion angeordnet werden sollen – insbesondere Hecken / Feldgehölze sowie Artenreiche Wiesen oder Ruderalstandorte je mit Kleinstrukturen (z.B. Wurzelstock-, Totholz-, Steinhäufen) oder mit Trocken-/Gitterkorbmauern. Pro Vernetzungskorridor sollen ausreichend dieser Lebensräume ausgeschieden werden. Die einzelnen Lebensräume innerhalb des Vernetzungskorridors sollen nicht weiter als 10 m auseinander liegen und je eine Fläche von mind. 50 m² aufweisen. Diese dürfen sowohl die geforderten 21 a NHG-Ersatzlebensräume enthalten sowie den 15% naturnaher Flächen angerechnet werden. Weitere mit vernetzungsfördernden Lebensräumen im südwestlichen Vernetzungskorridor (nach dem gleichen Prinzip) werden empfohlen. Die Vernetzungskorridore sind auf die verschiedenen Infrastrukturprojekte, die baulichen und technischen Möglichkeiten sowie vegetativen Standortbedingungen abzustimmen. Die Möglichkeiten einer Vernetzung entlang des nördlichen Bahndammes ist -trotz des absehbar beschränkten Potentials – mit dem SBB Ausbauschritt AS 2025 Leistungssteigerung Bern West abzustimmen.



Abbildung 28: Vernetzungsachsen gemäss Biodiversitätskonzept Stadt Bern (grün durchgezogen) mit Vernetzungsfunktion, zusätzliche Vernetzungsachse (grün gestrichelt)

6.12.4.1 Bauphase

Es ist davon auszugehen, dass für den Bau aller geplanten Anlagen die vorhandenen naturschutzrelevanten Vegetationsflächen zerstört und die bestehenden Bäume gefällt werden. Die im Perimeter vorkommende geschützte Mauereidechse hat während der Bauphase Ausweichmöglichkeiten in bestehenbleibende Lebensräume (entlang Bahnlinie). Da keine Gefahr besteht, dass durch die Baueingriffe des vorliegenden Vorhabens Populationen bedrohter Arten erlöschen, genügt es, dass die zerstörten Lebensräume erst am Ende der Bauphase (vor Bauabschluss) im Perimeter wiederhergestellt bzw. gleichwertig ersetzt werden. Temporäre

Überbrückungsmassnahmen werden keine vorgesehen. Je nach Bauprogramm wird dennoch empfohlen, künftige Grünflächen, dort wo sinnvoll und sie durch die Bautätigkeit nicht mehr beansprucht werden, möglichst rasch – also während der Bauphase – als definitiv vorgesehenen Lebensraum anzulegen.

Zur Beseitigung der Hecken (650 m²) ist ein entsprechendes Gesuch dem Regierungsstatthalteramt einzureichen.

Durch die Umsetzung der unter "Vorgaben für die Gestaltung von Grünflächen" geforderten NHG-relevanten Lebensräume in der geforderten Qualität, gelingt es, die negativen Projektwirkungen auf die Schutzziele des Naturschutzes im Sinne von Art. 18 Abs. 1^{ter} NHG zu kompensieren. Die verloren gehenden ca. 21 a NHG-relevante Lebensräume können durch mind. 21 a der vorgegebenen NHG-relevanten Lebensräume ersetzt werden. Zudem werden weitere 60 a naturnaher Lebensräume entsprechend dem städtischen Biodiversitätskonzept umgesetzt und die ökologische Vernetzung entlang der Perimeterränder (insbesondere entlang der südöstlichen Bahnlinien) bestmöglich gefördert.

Im Verlauf der weiteren Planungsprozesse sind das nachfolgend dargestellte Gestaltungskonzept des validierten Siegerprojektes und dessen Umsetzung entsprechend den vorliegend definierten Anforderungen hinsichtlich NHG-Ersatzes, Biodiversitätskonzeptes und ökologischer Vernetzung laufend zu überprüfen und zu präzisieren.

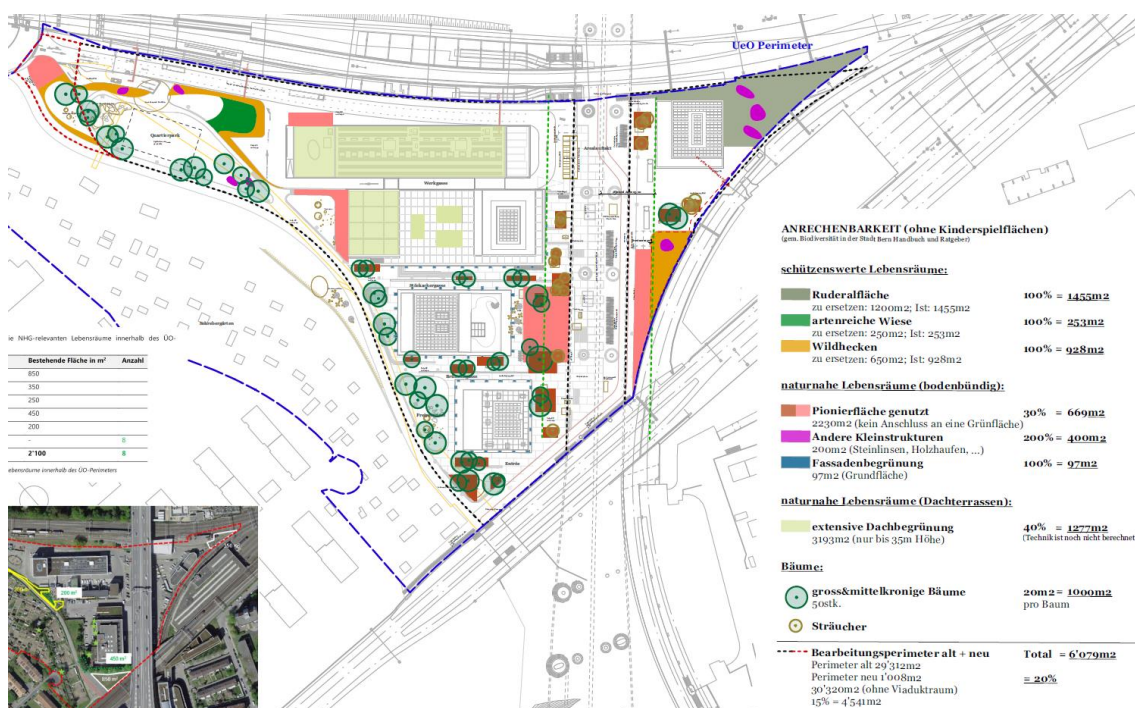


Abbildung 29 Nachweis NHG-Ersatz, Biodiversitätskonzept und ökologischer Vernetzung (Quelle: Validierung Siegerprojekt; Halter April 2024)

6.12.4.2 Betriebsphase

In der Betriebsphase sind bei einer fachgerechten Umsetzung aller Massnahmen keine zusätzlichen direkten negativen Projektwirkungen zu erwarten. Um auch indirekte negative Wirkungen zu vermeiden, sollen zudem ein Beleuchtungskonzept entwickelt werden (Massnahmen im Kapitel 6.13 berücksichtigt) und Massnahmen gegen Vogelschlag bei grossen transparenten Glasflächen umgesetzt werden. Hinweise zur Vermeidung von Vogelschlag sind im Leitfaden der Vogelwarte Sempach wie auch unter <https://vogelglas.vogelwarte.ch> erhältlich. Zudem sind die Erarbeitung und Umsetzung eines Pflegekonzeptes, welches auch die ökologischen Bedürfnisse

der Lebensräume berücksichtigt, für die langfristige Sicherung der geschaffenen Werte unabdingbar.

6.12.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Einhalten der Vorgaben der Naturschutzgesetzgebung auf Stufe Gemeinde, Kanton und Bund

Normen und Massnahmen

- Schonung aller in der Bauphase nicht betroffenen Naturwerte.
- Im Bereich der südexponierten Böschung der BLS-Linie dürfen – sofern die Böschung zu diesem Zeitpunkt aufgrund des SBB Ausbauabschnitt AS 2025 Leistungssteigerung Bern West noch besteht – keine Baumaterialien oder ähnliches zwischengelagert werden.
- Ersetzen der verloren gehenden geschützten 8 Einzelbäume.
- Verwendung von standortangepassten, einheimischen Laubbaum- und Straucharten.
- Ersetzen der Hecken/Feldgehölze auf einer Fläche von mind. 650 m² und mit einem Anteil von mind. 20% Dornensträuchern. Eine Hecke muss eine Mindestfläche von 50 m² aufweisen und von einem mind. 50 cm breiten Krautsaum umgeben sein.
- Anlegen von Ruderalflächen (mind. 12 a) und Artenreiche Wiesen (mind. 250 m²). Verwenden von Saatgut möglichst mit lokalen Ökotypen, andernfalls bspw. der vorgeschlagenen Saatmischungen.
- Anlegen von Kleinstrukturen in den naturnahen Lebensräumen (bspw. Wurzelstöcke, Holzhaufen, Steinlinsen, Trockenmauern) zur Förderung von Kleintieren und Insekten.
- Fördern der Vernetzung entlang der Perimeterränder (insbesondere entlang der Bahnlinien). Anlegen von Lebensräumen mit Vernetzungsfunktion: insbesondere Hecken / Feldgehölze sowie Artenreiche Wiesen oder Ruderalstandorte je mit Kleinstrukturen (z.B. Wurzelstock-, Totholz-, Steinhaufen) oder mit Trocken-/Gitterkorbmauern. Die einzelnen Lebensräume innerhalb des Vernetzungskorridors sollen nicht weiter als 10 m auseinander liegen und je eine Fläche von mind. 50 m² aufweisen.
- Anlegen von weiteren mind. 60 a naturnahen Lebensräumen im Sinn des Biodiversitätskonzepts (Anrechenbarkeit gemäss Handbuch zum Biodiversitätskonzept).
- Bei Dachbegrünungen Aufbau gemäss Norm SIA 312, unterschiedliche Substrate und Substratdicken (Substrathügel), Verwendung ausschliesslich von einheimischen Arten – ökologisch sinnvoll und angerechnet werden können nur Dachflächen auf einer Höhe bis max. 35 m ab Terrain.
- Berücksichtigung von Empfehlungen zur Vermeidung von Vogelschlag: Leitfaden Vogelfreundliches Bauen mit Glas und Licht und <https://vogelglas.vogelwarte.ch>.
- Erstellen und Umsetzen eines auch ökologische Rahmenbedingungen berücksichtigenden Pflegekonzepts.

Empfehlungen

- Je nach Bauprogramm wird empfohlen, künftige Grünflächen, dort wo sinnvoll und sie durch die Bautätigkeit nicht mehr beansprucht werden, möglichst rasch – also während der Bauphase, nicht erst bei Bauabschluss – als definitiv vorgesehenen Lebensraum anzulegen.

6.13 Landschaft und Ortsbildschutz (inkl. Lichtimmissionen)

6.13.1 Gesetzliche Grundlagen

- Baugesetz (BauG) des Kantons Bern vom 9. Juni 1985
- Bauverordnung (BauV) des Kantons Bern vom 6. März 1985
- Baureglement der Gemeinde Bern
- Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder Schweiz (www.isos.ch)
- Bundesamt für Umwelt BAFU (2005), "Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen", *Vollzug Umwelt Nr. 8010* (in Überarbeitung).
- Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA (2013), "Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum", *Norm SIA 491*

6.13.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Das Planungsvorhaben wurde mit den verschiedenen Inventaren verglichen und Massnahmen für die weitere Planung festgelegt.

6.13.3 Istzustand

Im Untersuchungsperimeter direkt besteht kein ISOS-Objekt. Das Objekt BE3 Bümpliz-Bethlehem, Verstädtertes Dorf grenzt direkt an den ÜO-Perimeter, da die Familiengärten Stöckacker die östliche Grenze des Objektes bilden.

Der ÜO-Perimeter ist heute geprägt von den Gebäuden der ewb und BLS. Mehrere Grünflächen, Bäume und Hecken wechseln sich mit Asphaltflächen ab.

6.13.4 Ausbauzustand

Der Bereich Landschaft ist in Zusammenarbeit mit den übergeordneten Stellen in den laufenden Planungsprozess integriert. Die Landschaft wird im qualitätssichernden Verfahren ebenfalls berücksichtigt.

6.13.4.1 Bauphase

Während der Bauphase werden die Landschaft und das Ortsbild durch die Baustelle und damit zusammenhängende Installationsplätze beeinträchtigt. Diese Beeinträchtigung beschränkt sich auf einen Zeitraum von wenigen Jahren.

6.13.4.2 Betriebsphase

Aufgrund der Integration der Thematik Landschaft bereits im Planungsprozess kann davon ausgegangen werden, dass die Auswirkungen des Bauvorhabens auf die Landschaft als nicht relevant beurteilt werden kann.

Zur Vermeidung von Lichtemissionen hat das Beleuchtungskonzept für den Aussenraum neben den Rahmenbedingungen der Sicherheit auch jene der Ökologie zu berücksichtigen – konkret die entsprechenden Vorgaben der SIA-Norm 491 und des BAFU.

6.13.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Einhalten der gesetzlichen Anforderungen gemäss BauG, BauV und Baureglement der Gemeinde Bern

Normen und Massnahmen

- Erstellen und Umsetzung eines Beleuchtungskonzepts unter Berücksichtigung der SIA-Norm 491: Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum.

Empfehlungen

- Keine

6.14 Kulturdenkmäler und Archäologische Stätten

6.14.1 Gesetzliche Grundlagen

- Gesetz über die Denkmalpflege (Denkmalpflegegesetz, DPG) des Kantons Bern vom 8. September 1999
- Verordnung über die Denkmalpflege (Denkmalpflegeverordnung, DPV) des Kantons Bern vom 25. Oktober 2000
- Baugesetz (BauG) des Kantons Bern vom 9. Juni 1985
- Bauverordnung (BauV) des Kantons Bern vom 6. März 1985

6.14.2 Methodik und Untersuchungsperimeter

Für die Beurteilung der Kulturdenkmäler wurden die entsprechenden Inventare geprüft.

Die Aussagen zur Archäologie basieren auf der Karte Archäologische Fundstellen im Geoportal Bern und einer Anfrage des Kantonalen Archäologischen Dienstes vom 22. August 2019.

6.14.3 Istzustand

Im Planungsperimeter sind keine Kulturdenkmäler vorhanden, bzw. es sind keine Objekte im KGS-Inventar und im Bauinventar Kanton Bern sowie keine historischen Verkehrswege aufgeführt.

Am Rand des Planungsperimeters ist eine archäologische Fundstelle gemeldet (Abbildung 30). Es handelt sich um eine alte Fundmeldung von römischen Funden.

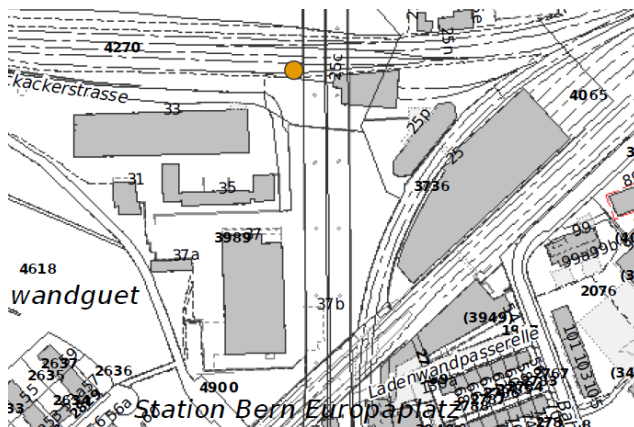


Abbildung 30: Archäologische Fundstelle (Nr. 120704) (Quelle: Geoportal Bern, Sept. 2021)

6.14.4 Ausbauzustand

6.14.4.1 Bauphase

Da das Areal bereits bebaut ist, erwartet der Archäologische Dienst nicht, dass das Projekt die Archäologie tangiert. Daher muss dieser Bereich in der weiteren Planung nicht spezifisch berücksichtigt werden.

Trotzdem besteht während den Bauarbeiten die Möglichkeit, dass archäologische Hinterlassenschaften zum Vorschein kommen. Treten bei Bauarbeiten archäologische Bodenfunde zutage, sind die Arbeiten einzustellen und der archäologische Dienst des Kantons Bern ist zu benachrichtigen.

6.14.4.2 Betriebsphase

Die Betriebsphase hat keine Auswirkungen auf den Fachbereich Archäologie.

6.14.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

Gesetzliche Anforderungen

- Einhalten der gesetzlichen Vorgaben gemäss DPG, DPV, BauG und BauV des Kantons Bern.

Normen und Massnahmen

- Treten bei Bauarbeiten archäologische Bodenfunde zutage, sind die Arbeiten einzustellen und der archäologische Dienst des Kantons Bern ist zu benachrichtigen.

Empfehlungen

- Keine

7 Schlussfolgerungen

Auf der Grundlage des Siegerprojektes Halter-Villeverte sowie Absprachen mit den zuständigen Ämtern (Stadtplanungsamt, Stadtgrün Bern, Amt für Naturförderung, Fachstelle Lärmschutz) wurden die Auswirkungen auf die unterschiedlichen Umweltthemen geprüft. In den Bereichen Luftreinhaltung, Erschütterungen, Grundwasser, Entwässerung, Abfälle, umweltgefährdende Organismen, Landschaft und Archäologie können die Umweltauswirkungen formuliert werden. Letztere müssen auf der Grundlage des definitiven Bauprojektes noch präzisiert werden.

Bei den folgenden zwei Bereichen sind noch vertiefte Abklärungen/Untersuchungen durchzuführen, um spezifische Massnahmen zur Verringerung der Auswirkungen festlegen zu können. Diese Untersuchungen sind im Planungsprozess integriert.

Boden: Vor Baubeginn sind Bodenproben durchzuführen, um die chemische Belastung des Bodens zu bestimmen. Das Beprobungskonzept ist vorgängig mit der zuständigen Behörde (AWA) abzusprechen.

Altlasten: Mit dem AWA ist abzuklären, ob eine historische bzw. technische Untersuchung des Altlastenstandortes notwendig ist.

Bei folgenden Umweltbereichen sind die in diesem Bericht formulierten Anforderungen teilweise oder vollständig in Siegerprojekt Halter – Villeverte enthalten:

NIS: Auf der Grundlage des Vorprojekts (SIA Phase 31) oder der Abklärung der Machbarkeit (SIA Phase 21) sind die OMEN zu definieren. Bei Überschreitungen der Grenzwerte an den OMEN sind Schutzmassnahmen zu definieren (wurden bereits definiert). Die Umsetzung der Schutzmassnahmen wird in diesen Projektphasen in ein Kosten-Nutzen-Verhältnis zur gewünschten Nutzung für OMEN gesetzt.

Lärm: Um die Grenzwerte gemäss LSV einhalten zu können, sind Massnahmen am Gebäude und/oder planerisch gestalterische Massnahmen in den Wohnungen umzusetzen.

Störfallvorsorge: Im Bereich der Nationalstrasse sind die in der ÜO formulierten Massnahmen bezüglich Störfallvorsorge zu berücksichtigen.

Naturschutz: Um die negativen Projektwirkungen auf die Schutzziele des Naturschutzes im Sinne von Art. 18 Abs. 1^{ter} NHG zu kompensieren, sind die formulierten Anforderungen für die Qualität und die ökologische Vernetzung umzusetzen. Für die Aussenraumgestaltung sind die geforderten 15% des Perimeters als naturnahe Lebensräume wie Ruderalflächen, Artenreiche Fettwiesen und Hecken/Feldgehölze zu gestalten.

B+S AG

Lucia Muther
Abteilungsleiterin Umwelt

Anne Klauser
Expertin Akustik / Störfall / UVB



8 Anhänge

Anhangsverzeichnis

Anhang A Ewb Testplanung Holligenareal, lufthygienische und klimatologische Abklärungen. KBP, 8. März 2016

Anhang B

Ermittlung und Beurteilung der Aussenlärmbelastung, 20. Oktober 2020, B+S AG

Anhang C

EWB Areal Bern, Bericht zur Lärmsituation, Kopitsis Bauphysik AG, 24. April 2024

Anhang D

Magnetfeldmessungen Schaltstation Holligen und Betriebsgebäude BLS-Stöckackerstrasse 25-Bern, CFW EMC-consulting AG, Reute AR, 07. Dezember 2015

Anhang E

NIS am Standort BLS Dienstgebäude Holligen, ENOTRAC AG, Thun 28. Juli 2017

Anhang F

Bern Stöckackerstrasse, Neubau Betriebs- und Bürogebäude EWB, Baugrunduntersuchung Bericht Nr. 03147.2A, Geotest 2. April 2004

Anhang 0

ewb-BLS-Areal Stöckackerstrasse, Bern Erschütterungs- und Körperschallimmissionen infolge Bahnbetrieb (offene Strecke), Vorbericht, Trombik, 31. August 2023

Anhang H

Synaxis AG Zürich, Entwicklung Ausserholligen VI, Projekt Ville Verte, Bericht zur Gewährleistung der Durchflusskapazität des Grundwassers, 29. September 2021

Anhang I

Störfallvorsorge, Grobe Einschätzung hinsichtlich Risikorelevanz in Konsultationsbereichen, 27. September 2021, B+S AG



A Ewb Testplanung Holligenareal, lufthygienische und klimatologische Abklärungen. KBP, 8. März 2016

ewb Testplanung Holligenareal: luftthygienische und klimatologische Abklärungen



Berichtsverfasser
Dr. Luzi Bergamin
Dr. Sina Schneider

Bericht Nr. 4889

Auftraggeber
Energie Wasser Bern
Monbijoustrasse 11
3001 Bern

März 2016

Inhalt

1	<i>Ausgangslage</i>	4
2	<i>Die Projekte</i>	4
2.1	<i>Projekt Büro B</i>	4
2.2	<i>Projekt Nissen Wentzlaff Architekten</i>	5
2.3	<i>Projekt HBF</i>	6
3	<i>Lufthygienische Auswirkungen der Projekte</i>	7
3.1	<i>Lufthygienische Auswirkungen der Hochhäuser</i>	7
3.1.1	<i>Modell und Wahl der Parameter</i>	7
3.1.2	<i>Resultate</i>	9
3.1.3	<i>Diskussion und Schlussfolgerungen</i>	13
3.2	<i>Weitere relevante Schadstoffquellen</i>	14
4	<i>Windkomfort und Sicherheit</i>	15
4.1	<i>Beurteilungskriterien für Windkomfort und Sicherheit</i>	15
4.2	<i>Allgemeine meteorologische Situation</i>	16
4.3	<i>Modell und Wahl der Parameter</i>	19
4.4	<i>Resultate</i>	20
4.4.1	<i>Westwind aus Westen</i>	21
4.4.2	<i>Westwind aus Südwesten</i>	23
4.4.3	<i>Bise aus Nordosten</i>	26

4.5	<i>Bewertung und Schlussfolgerungen</i>	28
4.5.1	<i>Allgemeine Bewertung</i>	28
4.5.2	<i>Projekt Büro B</i>	29
4.5.3	<i>Projekt Nissen Wentzlaff Architekten</i>	30
4.5.4	<i>Projekt HBF</i>	31
4.5.5	<i>Gesamtbeurteilung</i>	31
5	<i>Lokalklimatische Einflüsse</i>	32
5.1	<i>Einfluss der Überbauung auf die Durchlüftung bei Westwind</i>	33
5.1.1	<i>Modell und Wahl der Parameter</i>	33
5.1.2	<i>Resultate der Berechnung</i>	34

1 Ausgangslage

Das Holligenareal im Besitz der ewb soll neu überbaut werden. Im Rahmen der Testplanung wurden drei Projekte zur Neugestaltung des Areals ausgearbeitet, alle enthalten unter anderem ein Hochhaus mit einer Gebäudehöhe von rund 100m. Im Rahmen der Testplanung sollen lufthygienische und klimatologische Aspekte der Neugestaltung abgeklärt werden. Zu diesem Zweck hat die ewb zusammen mit Dr. Luzi Bergamin der KBP GmbH den Umfang dieser Abklärungen festgelegt (Pflichtenheft). Die ewb hat die KBP GmbH in der Folge beauftragt, diese Arbeiten auszuführen.

2 Die Projekte

Im Folgenden werden die drei aus Sicht der Lufthygiene und des Lokalklimas kurz kommentiert. Für Details und Illustrationen verweisen wir auf die Unterlagen der Testplanung.

2.1 Projekt Büro B

Dieses Projekt besteht aus einem grösseren Gebäude mit Innenhof (7-geschossig, Gebäudehöhe rund 23m) und einem in der Grundfläche kleineren 29-geschossigen Gebäude (Gebäudehöhe 105m). Dieses Projekt sieht das höchste Gebäude vor, wobei Höhenunterschied zu den anderen Projekten mit weniger als 10m relativ gering bleibt. Da die Grundfläche der Hochhäuser in diesem Projekt gering bleibt, sind eher wenig Auswirkungen auf das Lokalklima und die Lufthygiene zu erwarten.

Das Projekt wird im Folgenden als Projekt 2-BB bezeichnet.



2.2 Projekt Nissen Wentzlaff Architekten

Dieses Projekt sieht den Neubau von drei Hochhäusern mit identischer Grundfläche (rund 26mx30m) vor. Die Gebäude haben Höhen von rund 95m, 77m und 64m. Dieses Projekt hat eindeutig den höchsten Anteil an höheren Gebäuden, daher ist zu erwarten, dass es den grössten Einfluss auf das Lokalklima hat. Gegenüber den beiden anderen Projekten ist der Aussenraum hier kaum terrassiert, sondern entspricht im Wesentlichen dem gewachsenen Gelände. Ausser dem bestehenden Betriebsgebäude sieht das Projekt keine Riegelbauten vor, so dass die Durchlüftung in Bodennähe bei diesem Projekt gut bleibt.

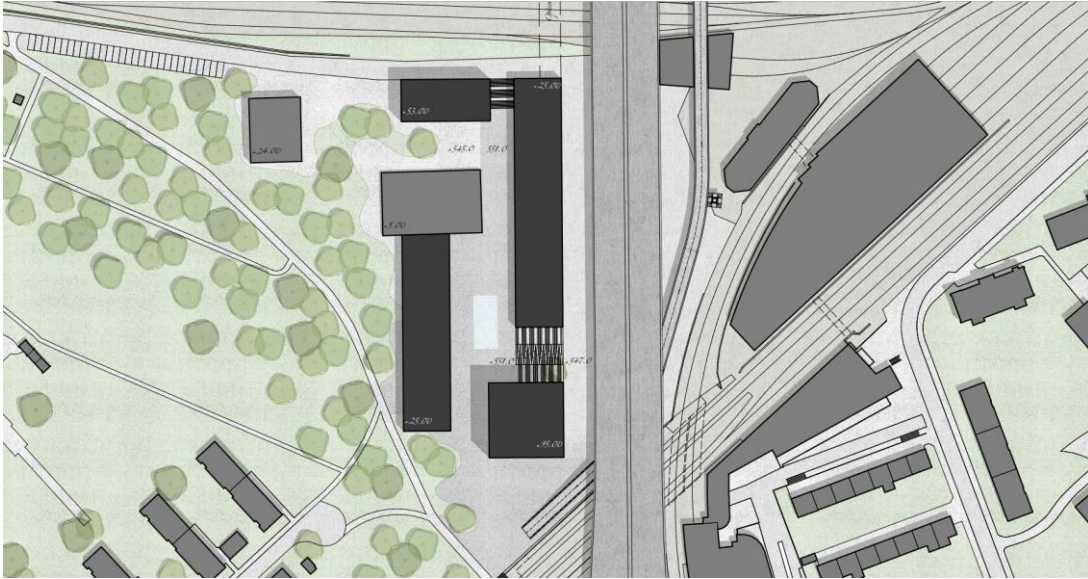
Das Projekt wird im Folgenden als Projekt 3-NW bezeichnet.



2.3 Projekt HBF

Dieses Projekt sieht ein 95m hohes Hochhaus mit fast identischem Standort wie beim Projekt Büro B vor. Dieses wird ergänzt durch zwei längere Bauten längs zur Autobahn (25m hoch) und ein weiteres, 53m hohes Hochhaus. Die lufthygienischen wie lokalklimatischen Auswirkungen dürften fast identisch zum Projekt Büro B sein, die lokale, bodennahe Durchlüftung ist durch die beiden Riegel längs zur Autobahn aber anders zu beurteilen.

Das Projekt wird im Folgenden als Projekt 4-HBF bezeichnet.



3 *Lufthygienische Auswirkungen der Projekte*

In diesem Kapitel werden folgende drei Fragen beantwortet:

1. Welchen Einfluss haben die Hochhäuser auf die Abgasfahne der Energiezentrale Forsthaus bei Bise?
2. Welchen Einfluss hat die Wirbelstrasse des Hochhauses auf die Abgasfahne der Energiezentrale Forsthaus bei Westwind?
3. Gibt es weitere Kamine oder Schadstoffquellen, welche durch die Bebauung beeinflusst werden könnten (z.B. notwendige Kaminerhöhungen)?

3.1 *Lufthygienische Auswirkungen der Hochhäuser*

3.1.1 *Modell und Wahl der Parameter*

Der Einfluss der Hochhäuser auf die Abgasfahne der Energiezentrale Forsthaus wurde durch Ausbreitungsrechnungen mit dem Model AUSTAL2000 untersucht. Lagrange Partikelmodelle wie AUSTAL2000 erlauben die Simulation von zeitlichen Abläufen der sich ausbreitenden Schadstoffbelastung. Damit lässt sich in einem Punkt für jede Stunde der simulierten Zeitspanne (normalerweise 1 Jahr) die mittlere Schadstoffkonzentration ermitteln. Wesentliche Eingabeparameter des Modells sind Winddaten, Charakteristik der Quelle und Hindernisse (Gebäude, Topographie).

Winddaten

Für jedes Projekt wurde je ein Szenario für Bise und ein Szenario für Westwindlagen berechnet. Hierfür wurden aus realen Wetterdaten von MeteoSchweiz typische Westwind- bzw. Biseepisoden herausgefiltert. Diese wurden dann zu Typwindrosen Bise- bzw. Westwindlagen zusammengesetzt. Die Winde wurden dabei so orientiert, dass sie genau von der Energiezentrale Forsthaus in Richtung der geplanten Hochhäuser wehen (Biselage), respektive in umgekehrter Richtung für Westwindlagen. Die Winde wurden mit einer Streuung von $\pm 7.5^\circ$ berücksichtigt.

Emissionen

Die Ausbreitungsrechnung basiert auf den Emissionsdaten der Energiezentrale Forsthaus. Die Emissionen der Energiezentrale setzen sich aus den Abgasen der folgenden Anlagen zusammen: der Kehrichtverbrennungsanlage (KVA), dem Holzkraftwerk (HKW) sowie der Gaskombi und dem Spitzenkessel (GuD). Die Modellierung entspricht einem „worst case“ Szenario: einerseits wurde angenommen, dass alle drei Anlagen gleichzeitig in Betrieb sind; andererseits wurden für die KVA und den GuD nur ein Teillastbetrieb angenommen. Letzteres führt zu einem grösseren Einfluss der Hindernisse in der Umgebung, da die Abgasfahnenüberhöhungen bei Teillastbetrieb geringer sind als bei Vollast. Die verwendeten Abgasdaten sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Für die Modellierung verwendete Abgasdaten der Energiezentrale Forsthaus.

Anlage (Auslast)	V_B [m³/h]	T_B [°C]	V_N [Nm³/h]	Kamindurchmesser [m]
KVA (85%)	123'900	142	81'500	1.7
HKW (100%)	58'500	147	38'000	1.3
GuD (60%)	373'000	71	296'000	3

Weitere Eingabeparameter in AUSTAL2000

- **Rauhigkeitslänge:** Für das Modellierungsgebiet wurde eine Rauhigkeitslänge von 0.2m gewählt. Dies entspricht mittlerem Wert im Vergleich zu einer eher geringeren Rauhigkeitslänge des Güterbahnhofes (0.1m) und einer etwas höhere Rauhigkeitslänge (0.5m) der umliegenden Gebäude.
- **Rechennetz:** Mit Zentrierung des geplanten Gebäudes wurde ein geschachteltes Rechennetz mit 12m, 24m und 48m Maschenweite gewählt. Die Auswertung der Resultate erfolgt im Netz mit 48m Maschenweite.
- **Topographie:** Da sich die Anlage als auch die betroffenen Wohnzonen in der Ebene des Aaretals befinden, wird für die Modellierung mit AUSTAL2000 auf die Verwendung eines Höhenmodells verzichtet.

- **Hindernisse:** Es wurden alle Gebäude, die höher als die Emissionsquelle (70m) sind, berücksichtigt.

Szenarien

Es wurden die folgenden Szenarien berechnet:

- Aktuelles Szenario
- Szenario 2-BB
- Szenario 3-NW

Alle Szenarien wurden jeweils separat mit Bise und Westwindlage berechnet. Das Szenario 4-HBF (1 Gebäude mit 95m Höhe) wurde nicht näher berücksichtigt, da der Fall bereits mit dem Szenario 2-BB (1 Gebäude mit 105.5m Höhe) abgedeckt ist. Die Hochhäuser der beiden Projekte haben ähnliche Grundflächen und Höhen, so dass von einer sehr ähnlichen Beeinflussung beider Gebäude ausgegangen werden kann.

3.1.2 Resultate

Aktuelles Szenario

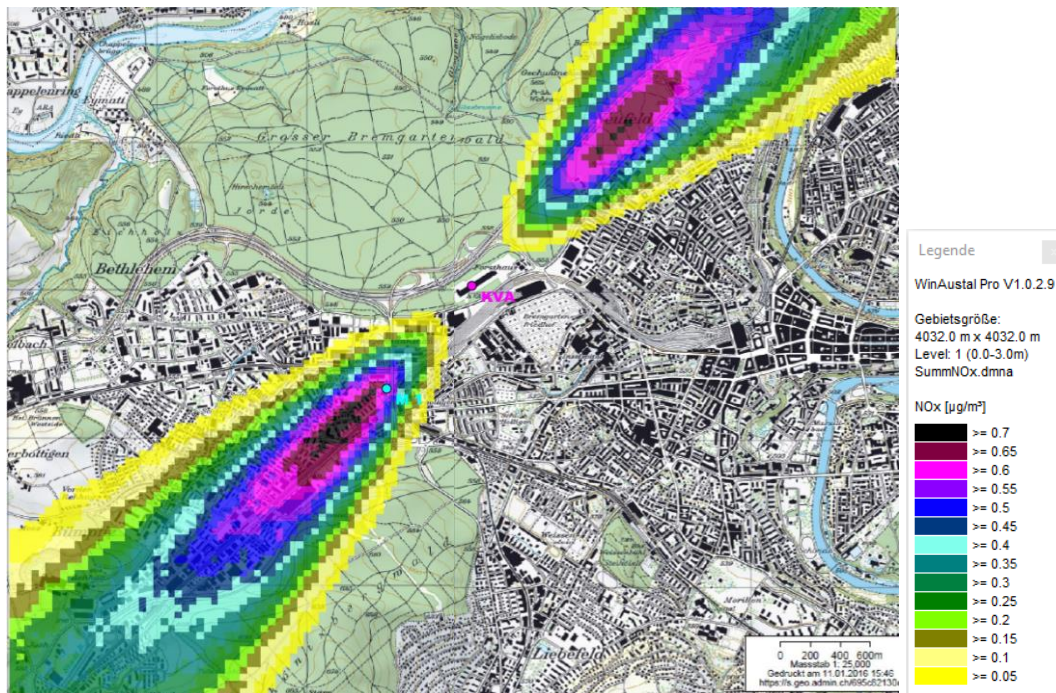


Abbildung 1: Ausbreitungsrechnung für den aktuellen Zustand, für Biselagen (Ausbreitungsfahne südwestlich der KVA) und rechts für Westwindlagen (Ausbreitungsfahne nordöstlich der KVA). Die Berechnung erfolgte mit einer gesamthaften NO_x Emission von KVA, GuD und HKW. Des Weiteren ist der Standort der Energiezentrale (KVA) und eines Monitorpunktes (M1) markiert.

Abbildung 1 zeigt die aktuelle Schadstoffausbreitung durch die Energiezentrale Forsthaus bei Biselagen (Ausbreitungsfahne südwestlich der KVA) und bei Westwindlagen (Ausbreitungsfahne nordöstlich der KVA). Das gezeigte Ausbreitungsmuster basiert auf den Typwindrosen Bise und Westwind, andere Windrichtungen und Schwachwinde wurden nicht berücksichtigt. Dieses Szenario dient lediglich als Referenz für die Schadstoffkonzentrationen der folgenden Szenarien. Da einzig Typwindrosen benutzt wurden und der Modellierung zudem kein realistisches Emissionsszenario zugrunde liegt, dürfen die Werte keinesfalls als tatsächliche Immissionen betrachtet werden.

Es ist ersichtlich, dass die Schadstoffkonzentration bei Bise Lage geringfügig höher ist als bei Westwinden. Das Immissionsmaximum liegt bei beiden Windsituationen in etwa gleichem Abstand zur Anlage.

Szenario 2-BB

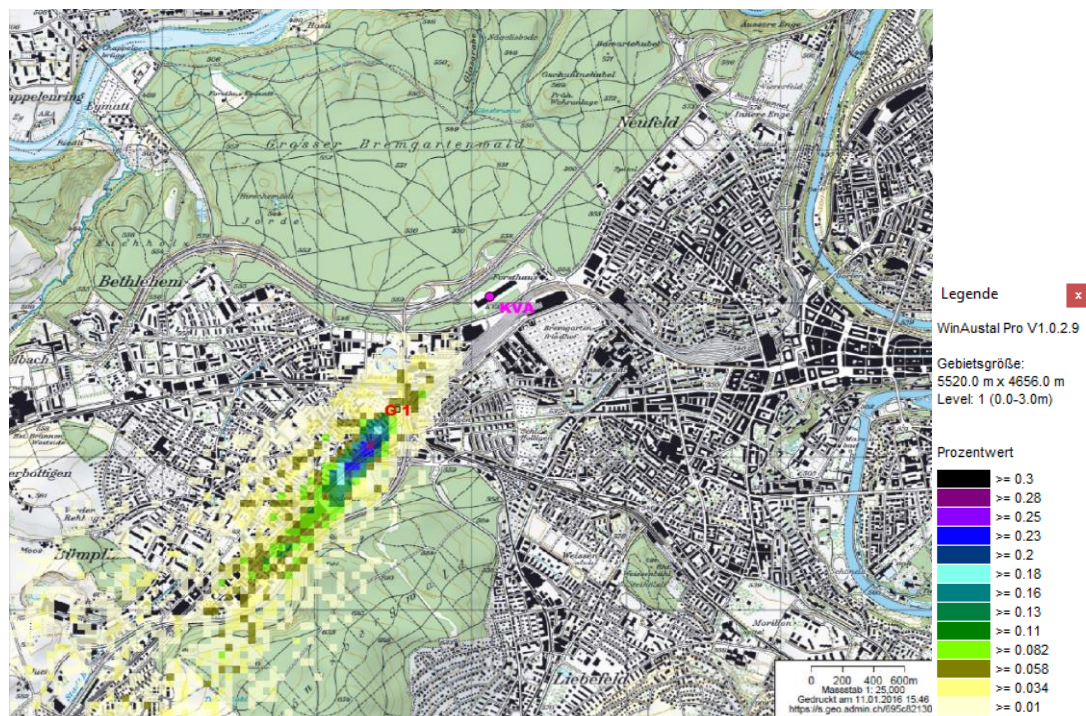


Abbildung 2: Ausbreitungsrechnung für das Szenario mit einem Hochhaus Höhe 105.5m (Szenario 2-BB) bei Bise Lage. Angegeben ist die Änderung der Schadstoffkonzentration gegenüber der aktuellen Situation in Prozent des Immissionsmaximums (vgl. Abbildung 1). Des Weiteren sind der Standort der Energiezentrale (KVA) und des Gebäudes (G1) markiert.

Dieses Szenario zeigt die Schadstoffausbreitung bei Bise Lage mit einem Hochhaus mit 105.5m Höhe. Unmittelbar südwestlich des Gebäudes befinden sich die Immissionsmaxima mit 20% - 28% höheren Schadstoffkonzentrationen gegenüber der Situation ohne Gebäude. Innerhalb eines Kilometers verdünnt sich die Schadstoffkonzentration der Abluftfahne rasch auf 10%. Es fällt auf, dass die höchsten Schadstoffkonzentrationen nahe bei dem Immissionsmaximum ohne

Gebäude liegen (vgl. Abbildung 1). Dies erschwert die Klärung der Frage nach dem Einfluss des Gebäudes auf die bodennahen Schadstoffkonzentrationen. Dieser Frage wird in dem unten stehendem Exkurs „Ausbreitungsrechnung mit verschiedenen Gebäudehöhen“ nachgegangen.

Szenario 3-NW

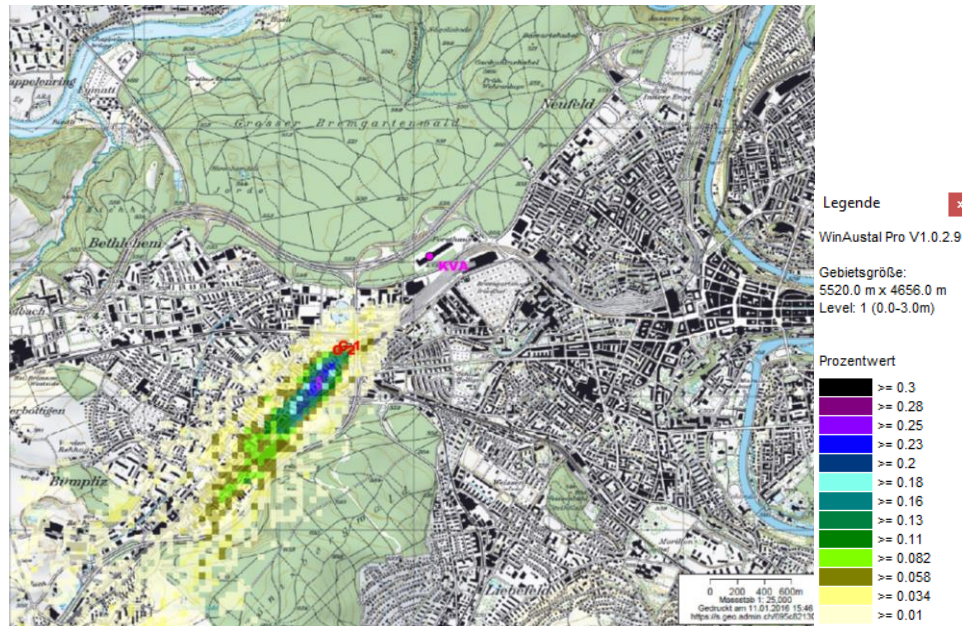


Abbildung 3: Ausbreitungsrechnung für das Szenario mit zwei Gebäuden der Höhe 95m und 76.5m (Szenario 3-NW) bei Biselage. Angegeben ist die Änderung der Schadstoffkonzentration gegenüber der aktuellen Situation in Prozent des Immissionsmaximums (vgl. Abbildung 1). Des Weiteren sind der Standort der Energiezentrale (KVA) und der zwei Gebäude (G1 und G2) markiert.

Dieses Szenario zeigt die Schadstoffausbreitung bei Biselage mit zwei Hochhäusern (95m und 76.5m). Die Schadstoffkonzentration südwestlich der beiden Gebäude ist um 20% - 28% höher als bei der Situation ohne Gebäude. Die Immissionsmaxima befinden sich etwa in gleicher Entfernung zu den Gebäuden wie in Szenario 2-BB. Jedoch ist die Fläche mit einer zusätzlichen Schadstoffbelastung von mehr als 20% etwas geringer als die des Szenarios 2-BB. Die Höhe des einzelnen Gebäudes hat somit einen geringfügig grösseren Einfluss auf die Abluffahne als die Anzahl der Gebäude welche höher als die Emissionsquelle sind.

Westwind

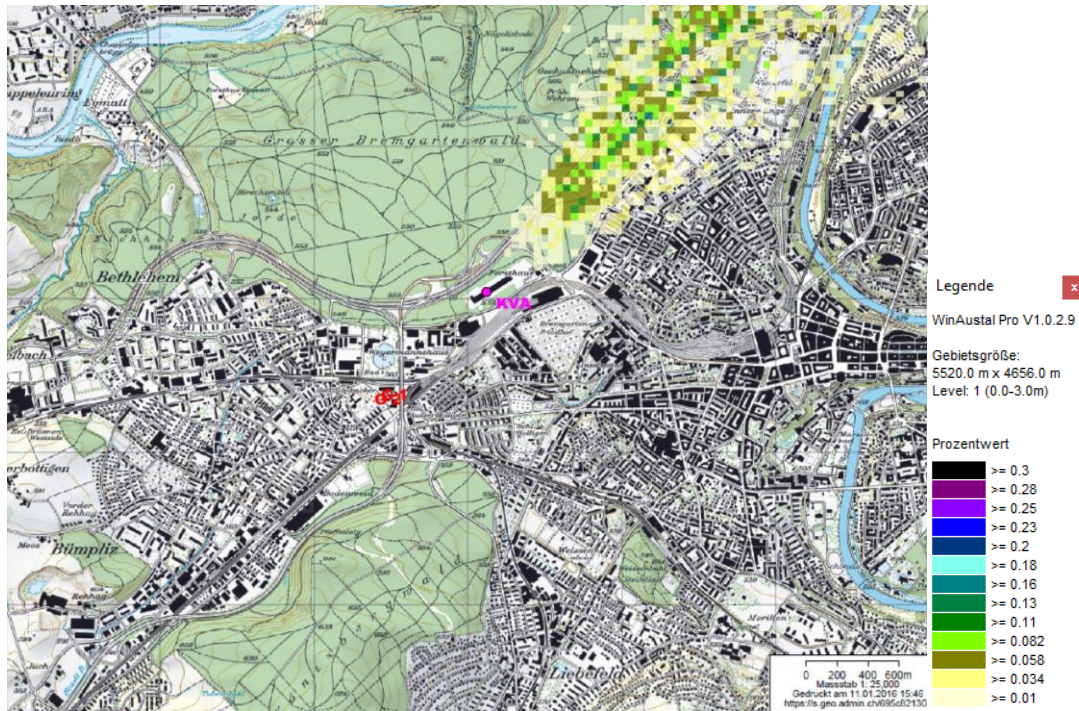


Abbildung 4: Ausbreitungsrechnung für das Szenario mit zwei Gebäuden der Höhe 95m und 76.5m (Szenario 3-NW) bei Westwindlage. Angegeben ist die Änderung der Schadstoffkonzentration gegenüber der aktuellen Situation in Prozent des Immissionsmaximums (vgl. Abbildung 1). Des Weiteren sind der Standort der Energiezentrale (KVA) und beiden Gebäude (G1 und G2) markiert.

Alle für Bise berechneten Szenarien wurden auch für Westwindlagen berechnet. Abbildung 4 zeigt Szenario 4-NW bei Westwindlage. Es ist ersichtlich, dass die zusätzliche Schadstoffbelastung weniger als 15% beträgt, mehrheitlich liegt sie bei 1-8%. Der Einfluss der geplanten Gebäude auf die Ausbreitungsfahne der Energiezentrale Forsthaus gegen Nordosten wird daher als vernachlässigbar erachtet.

Exkurs – Ausbreitungsrechnung mit verschiedenen Gebäudehöhen

Bei den Biseszenarien fiel auf, dass die höchsten Schadstoffkonzentrationen bei geplanter Bebauung nahe dem Immissionsmaximum ohne Gebäude liegen (vgl. Abbildung 1). Da in diesem Bereich auch ohne Gebäude ein Teil der Schadstoffe die bodennahen Luftschichten erreicht, stellt sich die Frage, ob der vorgefundene Effekt der Hochhäuser bei wesentlich geringerer Bauhöhe nicht auch vorliegen würde. Hierzu wurden zusätzliche Ausbreitungsrechnungen mit verschiedenen Gebäudehöhen (25m und 50m) durchgeführt.

Die Untersuchung mit verschiedenen Gebäudehöhen am gleichen Standort hat gezeigt, dass bei einer Gebäudehöhe von 25m die Schadstoffkonzentration um maximal 5% erhöht wird. Bei einer

Gebäudehöhe von 50m ist der Einfluss des Gebäudes auf die Abluffahne deutlich grösser, die Schadstoffkonzentration südwestlich des Gebäudes erhöht sich um 20 %. Zudem wird wie erwartet die Abluffahne durch das Gebäude insofern beeinflusst, dass sich das Immissionsmaximum Richtung Nordosten verlagert (erhöhte Schadstoffkonzentrationen in unmittelbarer Umgebung des Gebäudes) und auf einen kleineren Bereich konzentriert. Insgesamt zeigt sich also, dass die Gebäudehöhe von rund 100m tatsächlich zu erhöhten Schadstoffkonzentrationen führt.

3.1.3 Diskussion und Schlussfolgerungen

Für diesen Bericht wurden 3 verschiedene Szenarien, jeweils für Bise- und für Westwindlagen modelliert: 1) ohne Gebäude, 2) mit einem Gebäude von 105.5m Höhe und 3) mit 2 Gebäuden (76.5m und 95m Höhe). Die Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Biselagen führen zu einer erhöhten Schadstoffbelastung des Nebenmaximas süd-südwestlich der Anlage um bis zu 28%.
- Westwindlagen erhöhen die Schadstoffbelastung im Bereich des Hauptmaximas im Mittel um 5%.
- Es konnten keine wesentlichen Unterschiede der verschiedenen Szenarien festgestellt werden. Das Szenario mit einem Gebäude höher als die Emissionsquelle (Szenario 2-BB) zeigte nur geringfügig höhere Schadstoffbelastungen als das Szenario mit 2 Gebäuden höher als die Emissionsquelle (Szenario 3-NW).
- Die Untersuchung mit verschiedenen Gebäudehöhen am gleichen Standort hat gezeigt, dass ab einer Gebäudehöhe von 50m der Einfluss des Gebäudes auf die Abluffahne markant zunimmt. Die Schadstoffkonzentration südwestlich des Gebäudes kann sich um bis zu 20 % erhöhen.

Im UVB der Energiezentrale Forsthaus aus dem Jahr 2006 wurde ein Hauptmaximum der Schadstoffbelastung nordöstlich und ein Nebenmaxima süd-südwestlich der Energiezentrale berechnet (vgl. UVB KVA Bern, Teil Luft, Kapitel 4 (KBP Bericht Nr. 4376.1-1)). Die Analyse der Windsituation am Standort der Energiezentrale zeigte, dass bei Biselagen der Wind aus nord-nordöstlicher Richtung weht. Das bedeutet, dass die geplanten Gebäude nur zum Teil im Ausbreitungsbereich der Abluffahne liegen. Unter Berücksichtigung dieser Windsituation wurde eine maximale Schadstoffbelastung (Hauptmaximum Westwind) durch PM10 von $0.028 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und durch NO₂ von $0.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Im Nebenmaximum von Bise betragen die Schadstoffbelastungen nicht mehr als 80% dieses Maximalwertes.

Da die meiste Abluft östlich an den Gebäuden vorbei ziehen wird und zudem Biselagen nur circa 13% der übergeordneten Winde im Schweizerischen Mittelland ausmachen darf geschlossen werden, dass die Immissionen im Nebenmaximum von Bise auch beim Bau der Hochhäuser auf jeden Fall unter den Immissionen im Hauptmaximum liegen.

In 100m Höhe betragen die Immissionen am Standort der geplanten Gebäude rund $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_x. Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten des Prognoseverfahrens kann mit Sicherheit von

Werten $<1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ausgegangen werden. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass in 100m Höhe die Hintergrundbelastung wesentlich geringer ist als in Bodennähe (Verkehrsemissionen!), ist damit die gesamte Schadstoffbelastung in 100m Höhe auf jeden Fall geringer als in Bodennähe.

Zusammenfassend wirkt sich der Bau der Gebäude/ des Gebäudes hauptsächlich auf die jährliche Schadstoffbelastung des Nebenmaximums süd-südwestlich der Energiezentrale aus. Die Schadstoffbelastung des Nebenmaximums ist mit den geplanten Gebäuden jedoch immer noch geringer als die des derzeitigen Hauptmaximums. Die Grenzwerte für die zulässige Belastung im Jahresmittel betragen $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM10 und $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO₂ (s. Luftreinhalteverordnung (LRV), Anhang 7). Die zu erwarteten Zusatzbelastungen tragen selbst im ungünstigsten Fall nicht zur Überschreitung der Grenzwerte der Luftbelastung bei.

3.2 Weitere relevante Schadstoffquellen

Die Kaminhöhen von Feuerungen und anderen Schadstoffquellen richten sich grundsätzlich nach der Höhe der relevanten Hindernisse in deren Umgebung. Daher kann der Bau eines hohen Gebäudes zur Folge haben, dass ein Kamin in dessen Nähe nicht mehr den gesetzlichen Anforderungen entspricht. Es soll deshalb abgeklärt werden, ob derartige Probleme bei der Neuüberbauung des Holligenareals entstehen könnten.

Die Berechnung der Kaminhöhe hängt von der Schadstofffracht der Anlage ab. Die Kamine von grossen Anlagen werden nach Anhang 6 der Luftreinhalteverordnung berechnet, für kleinere Feuerungen kommt die Kaminempfehlung des Bundes zur Anwendung. Gemäss Kaminempfehlung müssen nur Hindernisse innerhalb eines Hindernisbereiches berücksichtigt werden. Der grösste Hindernisbereich ist ein Kreis mit Radius von 60m rund um die Kaminmündung. Für Kamine von kleineren Feuerungen kann daher davon ausgegangen werden, dass keine Anpassungen notwendig sind, wenn die Kaminmündungen mindestens 60m von der Fassade der neuen Gebäude entfernt liegen. Die dem Holligenareal am nächsten gelegenen Kamine sind (diese Kamine fallen alle offensichtlich unter die Kaminempfehlung):

- Feuerungen der Mehrfamilienhäuser an der Werkgasse: es handelt sich hier um Kleinf Feuerungen, es sind keine Anpassungen nötig.
- Freiburgstrasse 130 (DEZA-Gebäude) auf der Seite Bahnhof Europaplatz: Der Abstand zum Kamin dürfte insbesondere beim Projekt HBF weniger als 60m betragen. Allerdings überragt der Kamin schon heute den Hauptteil des Gebäudes Freiburgstrasse 130 nicht, so dass die Neubauten auf dem Holligenareal mit Sicherheit keinen Grund für eine Anpassung des Kamins darstellen.
- Europaplatz 1 (Haus der Religionen): Die Kamine sind mehr als 60m von den Neubauten entfernt.
- Stöckackerstrasse 25 (Depot BLS) und Stöckackerstrasse 25p (Gebäude BLS): Beim Projekt Nissen Wentzlaff ist der Kamin der Stöckackerstrasse 25p nur knapp 60m von der Fassade des Hochhauses entfernt. Allerdings ist aufgrund der geringen Kaminhöhe of-

fensichtlich, dass der Hindernisbereich dieses Kamins weniger als 60m beträgt. Anpassungen sind somit nicht notwendig.

Für Kamine von Grossanlagen, welche nach Anhang 6 der LRV berechnet werden, besteht kein fester Hindernisbereich. Ausser der Energiezentrale Forsthaus sind aber keine Anlagen in der Umgebung bekannt, welche durch die Neubauten beeinflusst werden könnten. Eine Nachfrage beim AfU der Stadt Bern hat ergeben, dass auch bei den Behörden keine Kamine bekannt sind, welche durch die Hochhäuser beeinflusst werden könnten.

In begründeten Fällen kann die Behörde eine höhere Kaminhöhe verlangen, als dies nach der Berechnungsformel verlangt würde. Wir gehen davon aus, dass die Neubauten keine derartigen Ausnahmefälle darstellen. Einzige denkbare Ausnahme wären für uns Aussenbereiche über den Kaminmündungen (Terrassen oder ähnlich), wo sich regelmässig Leute aufhalten.

4 Windkomfort und Sicherheit

Das Holligenareal befindet sich in einem Bereich mit einer komplexen Überbauung (Autobahnviadukt, Verzweigung dreier Bahnlinien, relativ komplexe Parzellenstruktur um das Areal). Mit einer Modellierung des Windfeldes soll die gegenseitige Beeinflussung der verschiedenen Bauten sichtbar gemacht werden und es soll aufgezeigt werden, wo Windkanalisierungen und Bereiche hoher Windturbulenzen auftreten.

4.1 Beurteilungskriterien für Windkomfort und Sicherheit

Zur Beurteilung des Windkomforts werden zwei verschiedene Beurteilungsskalen häufig verwendet. Die erste richtet sich nach den Stundenmittelwerten der Windgeschwindigkeit und kann in die üblichen Windstärkenklassen nach Beaufort eingeteilt werden (Tabelle 2). Die zweite bezieht sich auf die Böenwindgeschwindigkeit (Tabelle 3). Beide Beurteilungskataloge sollten nicht als absolutes Mass betrachtet werden. Bei der Beurteilung nach der Beaufort-Skala werden Windböen nicht berücksichtigt, welche aber auf das subjektive Empfinden wie die Sicherheit einen entscheidenden Einfluss haben. In Tabelle 3 wird der Windkomfort anhand der Überschreitungshäufigkeit bestimmter Böengeschwindigkeiten im Jahresmittel beurteilt. Auch dieser Wert sagt unter Umständen wenig über tatsächliche Nutzungseinschränkungen aus. Beide Beurteilungskataloge lassen die als besonders unangenehm empfundenen raschen Wechsel der Windgeschwindigkeit und -richtung durch Turbulenz ausser Acht. Die beiden Kataloge werden daher im vorliegenden Fall nur als Richtschnur verwendet.

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit und Wirkung des Windes auf den Menschen (nach Stierner, 1977).

Windgeschwindigkeit (m/s)	Windstärke nach Beaufort	Effekt
bis ca. 1.5	0 – 1	Ruhe, keine merkliche Luftströmung
ca. 1.6 - ca. 3.3	2	im Gesicht fühlbare Luftströmung
ca. 3.4 - ca. 5.4	3	Wind bewegt leichte Fahnen
ca. 5.5 - ca. 7.9	4	Papier fliegt auf, Frisur wird zerstört
ca. 8.0 - ca. 10.7	5	Windkraft am Körper deutlich spürbar
ca. 10.8 - ca. 13.8	6	Regenschirme mit Mühe zu benutzen
ca. 13.9 - ca. 17.1	7	Schwierigkeiten beim Gehen
ca. 17.1 - ca. 20.7	8	Grosse Schwierigkeiten Gleichgewicht zu halten
ca. 20.8 - ca. 24.4	9	Menschen werden vom Wind weggeblasen

Tabelle 3: Kriterien zur Beurteilung der Windverhältnisse anhand der Böenwindgeschwindigkeit, zitiert nach Lohmeyer 2006.

Böengeschwindigkeit (m/s)	Überschreitungs-häufigkeit	Beurteilungskriterien
> 6m/s	max. 1%	keine Einschränkung, Windkomfort gut
> 6m/s > 8m/s	max. 1% max. 5%	zulässig in Warte- und Sitzbereichen (Strassencafés, Spielplätze etc.)
> 6m/s > 10m/s > 15m/s	max. 20% max. 1% max. 0.05%	zulässig auf Flächen für kurzzeitigen Aufenthalt
> 13m/s	max. 1%	zulässig für problemloses Laufen (z.B. an Gebäudeecken)
> 18m/s > 20m/s	max. 1% max. 0.05%	problematisches Laufen, Windschutz empfehlenswert
> 18m/s	> 1%	Gefahr für Fussgänger, Windschutz erforderlich

4.2 Allgemeine meteorologische Situation

Bern ist vom meteorologischen Standpunkt her ein typischer Standort des Schweizerischen Mittellandes: die Hauptwindrichtungen des übergeordneten Windsystems sind Westwind aus Südwesten und Bise aus Norden bis Nordosten; die mittleren Windgeschwindigkeiten sind tief; der Anteil stabiler Luftschichtungen (bodennahe Inversionen) kombiniert mit sehr geringer Windgeschwindigkeit (kleiner als 1m/s) ist hoch.

Folgende Tabelle der Winddaten von Zollikofen des Jahres 2012 (Messstation MeteoSchweiz), Bern-Liebefeld des Jahres 2001 (ehemalige Messstation MeteoSchweiz) sowie Bern-Länggasse

des Jahres 2001 (Messstation Meteotest, Fabrikstrasse) illustriert dies. Alle Messreihen sind Stundenmittelwerte. Für Westwind und Bise wurden Schwachwindlagen ($<1\text{ m/s}$) weggelassen.

Station		Zollikofen	Bern-Liebefeld	Bern-Länggasse
Alle Windrichtungen				
Mittelwert Geschwindigkeit	m/s	1.6	1.7	0.95
Median Geschwindigkeit	m/s	1.4	1.2	0.8
Anteil $<1\text{ m/s}$	%	33	38	60
Anteil stabile Luftschichtung	%	44	47	47
Spitzen (Stundenmittel)	m/s	Ca. 6.5 (Bise)	Ca. 10 (West)	Ca. 4.5 (West)
Westwind				
Bereich Windrichtungen	Grad	202 bis 247	225 bis 270	225 bis 270
Anteil	%	14	26	13
Mittelwert Geschwindigkeit	m/s	2.6	2.9	1.8
Bise				
Bereich Windrichtungen	Grad	10 bis 55	20 bis 65	22 bis 67
Anteil	%	23	14	13
Mittelwert Geschwindigkeit	m/s	2.6	2.3	1.7

Kommentare zur Tabelle:

- Der Median¹ der Windgeschwindigkeiten ist in allen Fällen kleiner als das arithmetische Mittel. Dies zeigt, dass das arithmetische Mittel durch seltene Fälle mit hoher Windgeschwindigkeit angehoben wird.
- Die Windgeschwindigkeiten an der Station Bern-Länggasse sind deutlich geringer als an den Stationen Zollikofen und Bern-Liebefeld. Hier zeigt sich der Einfluss der städtischen Bebauung. Diese bieten dem Wind einen grossen Widerstand, so dass die bodennahen Windgeschwindigkeiten gegenüber der ländlichen Umgebung sinken (die Station Bern-Liebefeld stand in der landwirtschaftlich genutzten „Versuchsanstalt“, die Station Bern-Zollikofen befindet sich in der landwirtschaftlich genutzten Fläche der HAFL). Entsprechend hat die Station Bern-Länggasse einen extrem hohen Anteil an Schwachwinden.
- Bei den ausgewerteten Windgeschwindigkeiten handelt es sich um Stundenmittelwerte. Diese Werte sind insofern zu relativieren, als für das Wohlbefinden wie auch die Sicherheit auch die kurzzeitigen Spitzen (Böen) zu berücksichtigen sind. Die Analyse der Daten der Station Bern-Zollikofen zeigt, dass die Böenspitzen (Sekundenböen) im Einzelfall mehr als das 10-fache der Durchschnittsgeschwindigkeit ausmachen können. Die meisten Werte liegen zwischen dem 1.5-fachen bis 4-fachen der Durchschnittsgeschwindigkeit (siehe Abbildung 5). Einzig bei sehr tiefen Windgeschwindigkeiten zeigen sich, im Verhältnis zur Durchschnittsgeschwindigkeit, höhere Böenspitzen, bei hohen mittleren Geschwindigkeiten dagegen niedrigere.

¹ Der Median, auch Zentralwert genannt, teilt einen Satz von Zahlenwerten so in zwei Hälften, dass die Werte in der einen Hälfte nicht größer als der Medianwert sind, in der anderen nicht kleiner.

- In Bezug auf die Windverteilung des übergeordneten Windsystems zeigt die Station Bern-Liebelfeld die übliche Verteilung des Schweizerischen Mittellandes. An der Station Zollikofen werden aufgrund der lokalen Verhältnisse etwas weniger Westwinde registriert, bei der Station Bern-Länggasse ist die Aufteilung nach dem übergeordneten System wegen der sehr geringen Windgeschwindigkeiten nicht immer einfach.

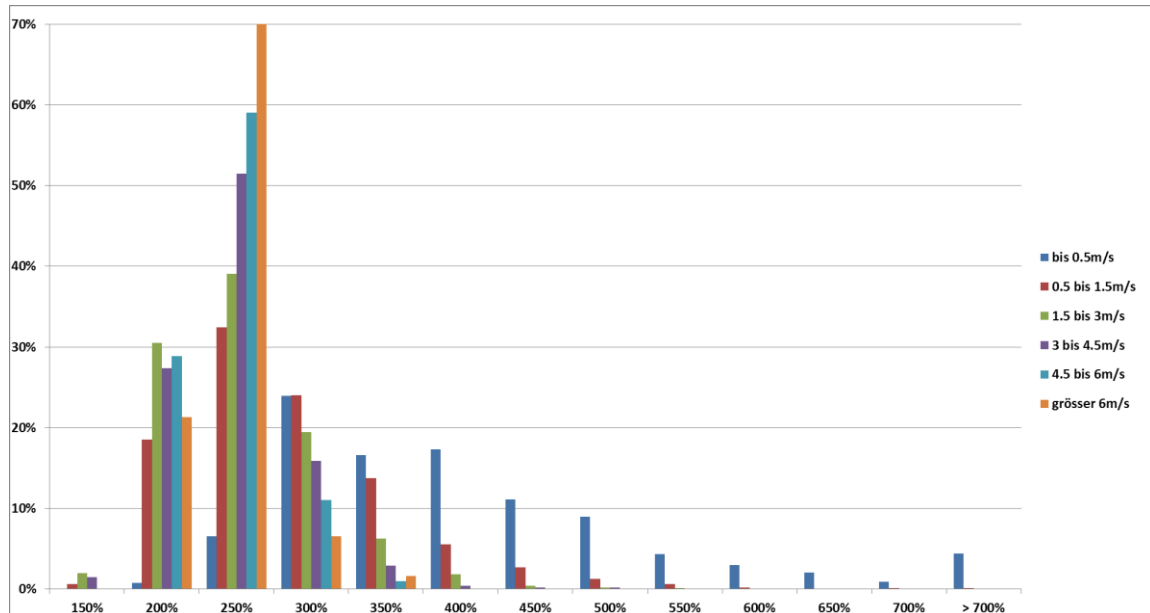


Abbildung 5: Verteilung der Böenspitze relativ zur mittleren Windgeschwindigkeit aufgeteilt nach Windgeschwindigkeitsklassen. x-Achse: Grösse der Böenspitze relativ zur mittleren Windgeschwindigkeit in Prozent (100% bedeutet absolut gleichmässigen Wind). y-Achse: Häufigkeit relativ zur Anzahl Stunden der jeweiligen Geschwindigkeitsklasse. Lesebeispiel: In 70% aller Stunden mit einer Windgeschwindigkeit über 6m/s beträgt die Böenspitze zwischen 200% und 250% der mittleren Windgeschwindigkeit.

In Bezug auf den Standort des Holligenareals ist folgendes festzuhalten:

- Das Areal liegt in einer leichten Senke, welche vor allem gegen Süden (Europaplatz) und Südwesten (Werkgasse) gut abgeschirmt ist. Daher ist zu erwarten, dass bodennah insbesondere der Westwind aus Südwesten abgeschwächt wird.
- Die Kanalisierung der Winde am Standort wird durch die Bahntrassen verstärkt. Winde entlang der NO-SW Achse werden entlang der Achse Güterbahnhof – Bahnhof Bümpliz Süd kanalisiert, Winde auf der O-W Achse entlang der Achse Güterbahnhof – Bahnhof Bümpliz Nord.

4.3 Modell und Wahl der Parameter

Wird ein Hindernis vom Wind angeströmt bilden sich verschiedenen Zonen von Störungen (siehe Abbildung 6): im Luv bildet sich ein Frontwirbel, da die Windgeschwindigkeit mit der Höhe zunimmt und damit im oberen Teil des Hindernisses ein höherer Staudruck herrscht als im unteren. Dadurch wird die Luft nach unten verdrängt. Im Lee bildet sich ebenfalls ein Wirbel mit Rezirkulationsfeld, so dass sich im nahen Nachlauf und in bodennahen Schichten die Windgeschwindigkeit umdreht (analog zur Bildung von „Kehrwasser“ stromabwärts eines Hindernisses in Flüssen). Im fernen Nachlauf stimmt die Windrichtung beinahe mit der Anströmrichtung überein, sie erreicht aber noch nicht dieselbe Geschwindigkeit und es werden noch höhere Turbulenzen festgestellt.

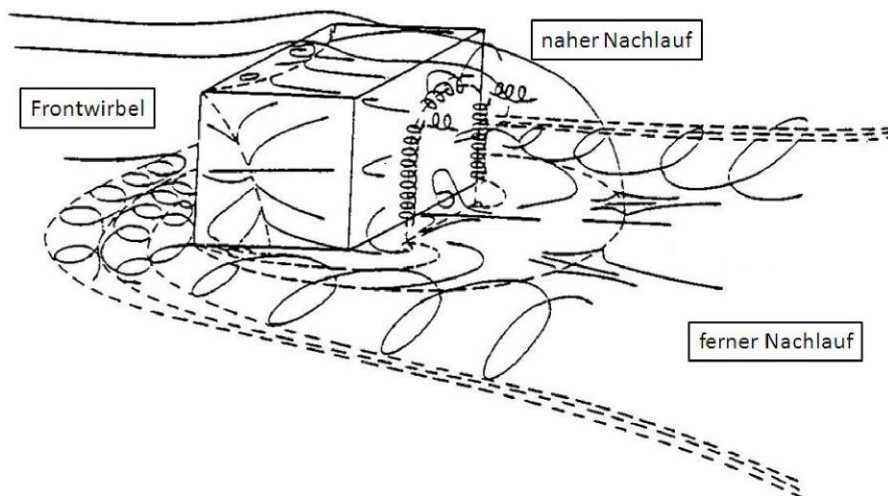


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Luftwirbel um ein kubisches Hindernis (Abbildung aus: R. Röckle et al. (1998), Ausbreitung von Emissionen in komplexer Bebauung - Vergleich zwischen numerischen Modellen und Windkanalmessungen, Projekt europäisches Forschungszentrum für Massnahmen der Luftreinhaltung (PEF)).

Bei komplexen Hindernisstrukturen mit mehreren Gebäuden und/oder topographischen Hindernissen kann deren Einfluss auf das Windfeld nur noch mit Computermodellen realitätsnah berechnet werden. Das Modell MISKAM (mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell) von gieseichhorn ist ein solches Modell. Im vorliegenden Fall wurden folgende Eingabeparameter gewählt:

- Das Modellierungsgebiet umfasst 460m auf 460m horizontal und 500m vertikal. Im Bereich des Areals der ewb wurde eine horizontale Maschenweite von 2m gewählt. Die vertikale Maschenweite beträgt bis 20m Höhe 1m.
- Die Topographie wurde über das Höhenmodell swissALTI3D von swisstopo mit einer horizontalen Auflösung von 2m berücksichtigt.
- Bestehende Bauten um das Areal der ewb wurden explizit berücksichtigt. Die Gebäudehöhen der bestehenden Bauten wurden dem Höhenmodell von GoogleEarth entnommen.
- Die Rauigkeitslänge wurde auf 5cm festgelegt (Wiesen und ähnliche Oberflächen).

- Es wurden einzig grössere Bauten als Hindernisse berücksichtigt. Kleinere Bauten (z.B. bestehende Bauten unter der Autobahnbrücke) sowie der höhere Bewuchs blieben unberücksichtigt. Der niedrige Bewuchs wird über die Rauigkeitslänge summarisch berücksichtigt.

Die Modellierung mit MISKAM erfolgt für eine gegebene Windrichtung und –geschwindigkeit. Die Windrichtung wird entsprechend den Hauptwindrichtungen ausgewählt, die Windgeschwindigkeit ist für die Interpretation ein zentraler Parameter. Für die Modellierung wurde eine Windgeschwindigkeit von 10m/s auf 100m Höhe bei neutraler Schichtung der Atmosphäre gewählt. Dies führt in Bodennähe (unterste Zelle, entspricht 0.5m über Grund) im ungestörten Bereich zu einer Windgeschwindigkeit von rund 3m/s, die Wurzel der Turbulenzenergie beträgt dort rund 1.3m/s. Im Vergleich zu den gemessenen Windgeschwindigkeiten entspricht diese Wahl ungefähr einer Windgeschwindigkeit von 6m/s an den Messstationen Bern-Liebefeld und Bern-Zollikofen. Es handelt sich daher für die Verhältnisse im Schweizerischen Mittelland um einen ausgesprochenen Starkwind, welcher nur während etwa 1% des Jahres erreicht oder überschritten wird.

Die Resultate lassen sich aber einfach auf eine andere Windgeschwindigkeit übertragen, da das Modell linear in dieser ist. Wird die vorgegebene Windgeschwindigkeit auf 100m Höhe halbiert, halbieren sich ebenso alle anderen Windgeschwindigkeiten und die Wurzel der Turbulenzenergien.

4.4 Resultate

In diesem Kapitel werden die Resultate der Windfeldanalysen zusammengefasst. Da die Topographie vor Ort mitberücksichtigt werden musste, ist eine komplette graphische Darstellung aller relevanten Windfelder nicht möglich. Eine detailliertere Auswertung ist bei konkreten Fragestellungen aber jederzeit möglich.

Dargestellt wird einerseits das Windfeld (mittlere Windrichtung) als Pfeile, andererseits der Betrag der Wurzel der Turbulenzenergie als Farbskala. Diese Grösse mit Einheit m/s gibt an, um welchen Betrag die tatsächliche Windgeschwindigkeit im Durchschnitt von der mittleren Abweicht. Ist die Wurzel der Turbulenzenergie grösser als der Betrag der Windgeschwindigkeit bedeutet dies, dass der tatsächliche Wind aus einer beliebigen Richtung kommen kann.

Für die Interpretation der Resultate anhand der Tabelle 2 kann direkt auf die mittleren Windgeschwindigkeiten abgestützt werden. Die Böenwindgeschwindigkeit nach Tabelle 3 wird vom Modell nicht direkt ausgegeben. Sie kann aber als Summe der mittleren Windgeschwindigkeit und der dreifachen Standardabweichung der Windgeschwindigkeit angenommen werden: $\hat{u} = \bar{u} + 3 * \sigma_u$. Das Dreifache der Standardabweichung entspricht dabei etwa dem zweieinhalbfachen der Wurzel der Turbulenzenergie.

4.4.1 Westwind aus Westen

Hier wurde die Windrichtung mit 270 Grad gewählt, der Westwind weht also entlang der Bahnlinie Bern-Neuenburg. Wie zu erwarten, ergeben sich Windkanalisierung deshalb vor allem im nördlichen Bereich des Areals nahe an der Bahnlinie. Die höchsten Turbulenzen ergeben sich im Projekt 3-NW zwischen dem bestehenden Gebäude und dem nördlichen Hochhaus (Abbildung 7). Grosse Abweichungen von der heutigen Situation sind in keinem Projekt zu erwarten.



Abbildung 7: Windfeld und Turbulenz im Projekt 3-NW auf 547m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen. Dargestellt ist der nördliche Teil des Areals mit der Bahnlinie (grüner Bereich oben) und der Autobahnbrücke (rechts). Klar sichtbar die hohe Turbulenz zwischen dem bestehenden Gebäude (Mitte) und dem neuen Hochhaus.

Im südlichen Bereich des Areals ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Projekten. Zur Darstellung wurde die Höhe von 552m ü.M. gewählt, welche zwischen den Neubauten und dem Asiaplatz dem Windfeld ca. 1m über Boden entspricht.

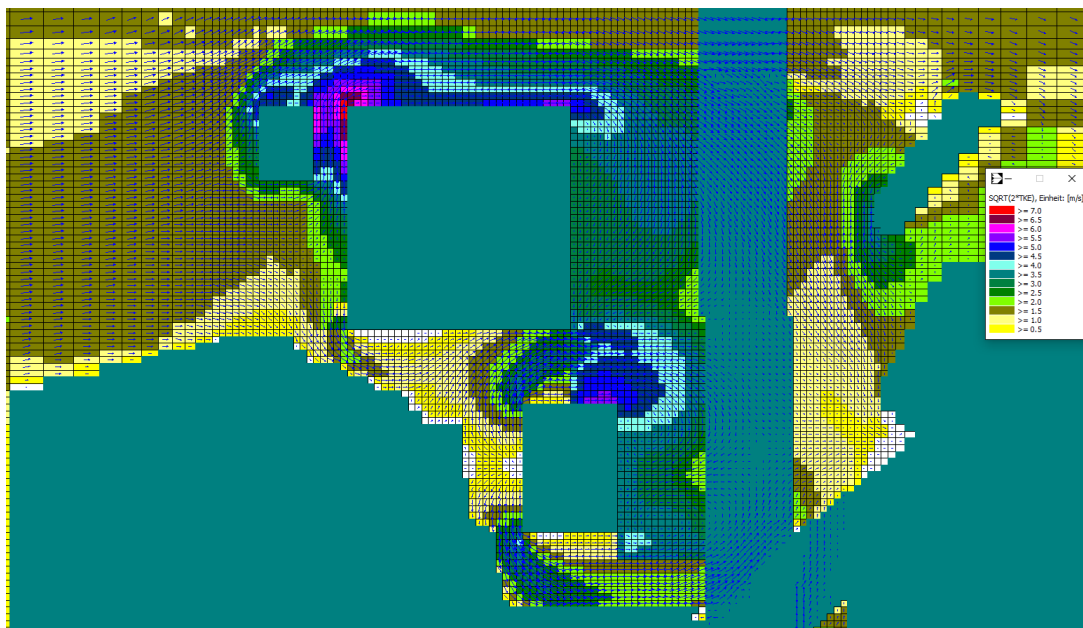


Abbildung 8: Windfeld und Turbulenz im Projekt 2-BB auf 552m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.

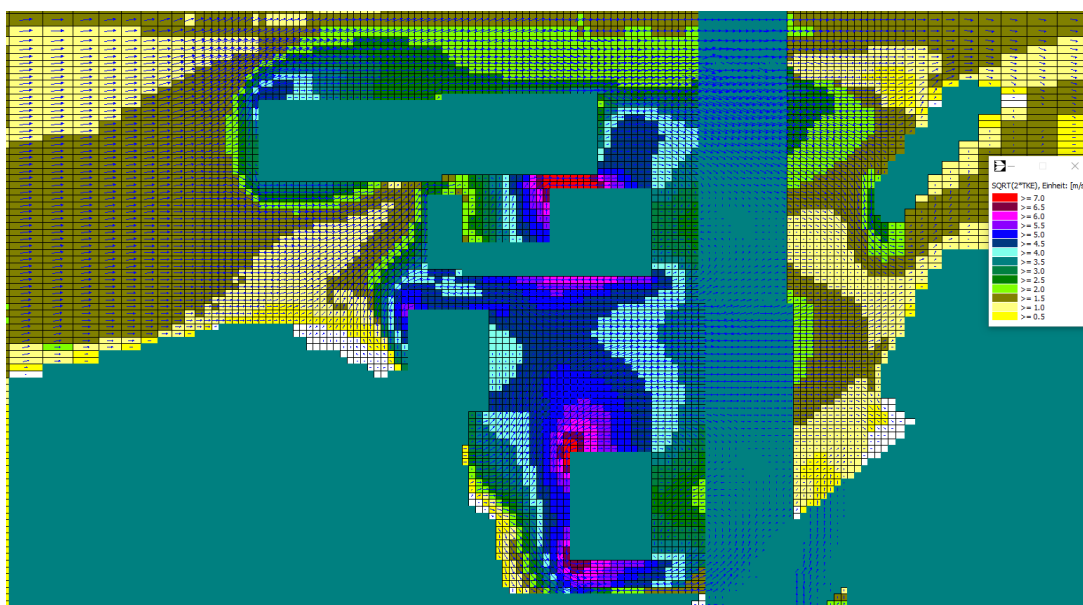


Abbildung 9: Windfeld und Turbulenz im Projekt 3-NW auf 552m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.

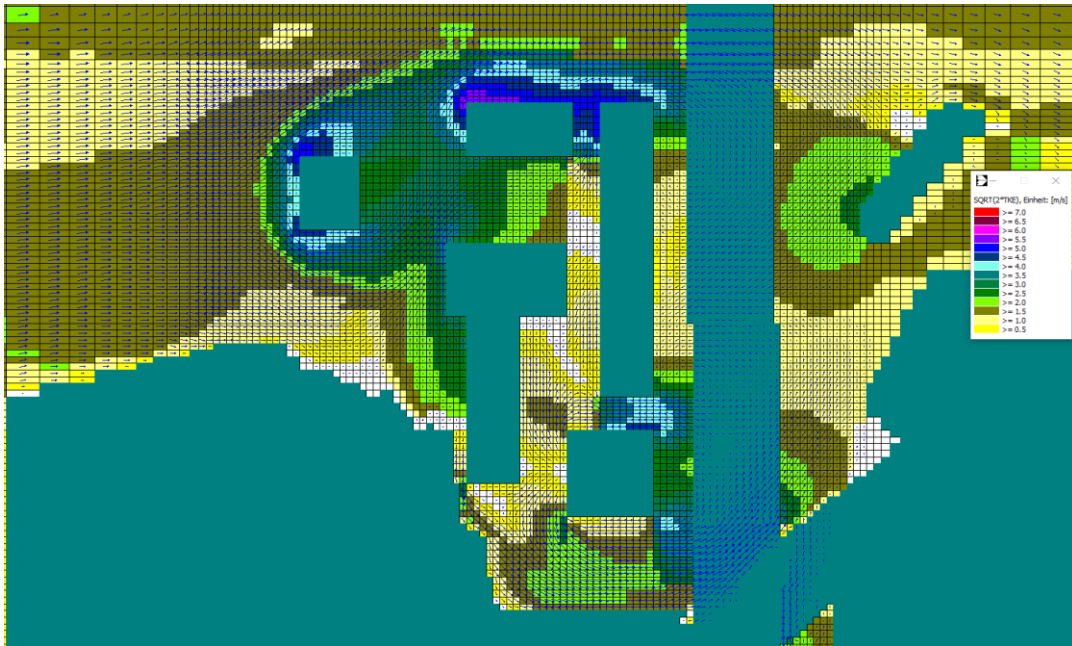


Abbildung 10: Windfeld und Turbulenz im Projekt 4-HBF auf 552m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.

Kommentare zu Abbildung 8 bis Abbildung 10:

- Windfeld und Turbulenz im nördlichen Teil des Areals sind zu relativieren, da diese hier 6m bis 7m über Grund liegen.
- Das Projekt 4-HBF zeigt insgesamt die geringsten Windkanalisierungen und Turbulenzen. Durch den langen Bau entlang der Autobahnbrücke ergibt sich insbesondere eine sehr gute Abschirmung des Westwindes unter der Brücke. Einzig im Bereich des Betriebsgebäudes EWB sowie im Süden im Bereich der Treppe zwischen Campus und Hochhaus sowie zwischen den Neubauten und der Bahnstrecke Bern-Freiburg sind Windkanalisierungen und höhere Turbulenzen berechnet worden.
- Die Anordnung der drei Neubauten führt im Projekt 3-NW klar zu den grössten Verwirbelungen. Zu beachten ist, dass in diesem Projekt im Wesentlichen vom gewachsenen Gelände ausgegangen wurde, während die anderen Projekte im südlichen Bereich Terrassen mit einer Höhe von ca. 551 m ü.M. vorsehen. Damit ist das dargestellte Windfeld tendenziell etwas weiter über dem Grund und daher die Windgeschwindigkeiten höher. Eine Analyse zeigt jedoch, dass auf jedem Höhenlevel dieses Projekt in Bezug auf Windturbulenzen am schlechtesten abschneidet.

4.4.2 Westwind aus Südwesten

In diesem Fall wurde die Windrichtung 225 Grad ausgewählt, das heisst, die Westwinde sind nun entlang der Bahnlinie Bern-Freiburg kanalisiert. Da die Kanalisierung im topographisch

tiefer gelegenen, nördlichen Teil des Areal hier weniger ausgeprägt ist als im Falle der Windrichtung 270 Grad, werden vor allem die Winde auf einer Höhe von 552m ü.M. diskutiert.



Abbildung 11: Windfeld und Turbulenz im Projekt 2-BB auf 552m ü.M. Braun eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.



Abbildung 12: Windfeld und Turbulenz im Projekt 3-NW auf 552m ü.M. Braun eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.



Abbildung 13: Windfeld und Turbulenz im Projekt 4-HBF auf 552m ü.M. Braun eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.

Kommentare zu den Abbildungen:

- Die Hinderniswirkung im südlichen Bereich des Areals (topographische Hindernisse, Bahnlinie Bern-Freiburg, Bebauung) führen dazu, dass sich im südlichen Teil des Holligenareals die Windrichtungen kaum vom Westwind aus 270 Grad unterscheiden. Die meisten der dort angebrachten Kommentare bleiben daher gültig.
- Einen wesentlichen Unterschied zwischen den Windrichtungen 225 Grad und 270 Grad gibt es einzig beim Projekt 2-BB. Hier ergibt sich eine klar unterschiedliche Wirbelbildung um die Neubauten, welche z.T. zu einer Änderung der Windrichtung um 180 Grad führen (z.B. unter der Autobahnbrücke oder am südwestlichen Ende des nördlichen Neubaus). Die Wirbel- und Turbulenzbildung scheint diesem Projekt also stark von der Windrichtung abhängig, was in der Realität u.U. zu rasch wechselnden Durchlüftungssituationen führen könnte.
- Die höchsten Turbulenzen ergeben sich wiederum im Projekt 3-NW. Allerdings muss auch hier beachtet werden, dass in diesem Projekt von einem etwas tieferen, gewachsenen Terrain ausgegangen wurde. Eine Auswertung auf des Windfeldes 549m ü.M. relativiert die Turbulenzen von Abbildung 12 wie die untenstehende Abbildung zeigt.



Abbildung 14: Windfeld und Turbulenz im Projekt 3-NW auf 549m ü.M. Braun eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.

4.4.3 Bise aus Nordosten

In diesem Fall wurde die Windrichtung 45 Grad ausgewählt, die Bise weht also aus Nordwesten. Aufgrund der baulichen Situation mit dem Güterbahnhof ist dies diejenige Windrichtung von Bise, welche nahezu ungehindert in den Bereich des Holligenareals wehen kann. Die Bise staut sich dann im südlichen Bereich des Areals gegen die dortigen Hindernisse, daher werden vor allem die Winde auf einer Höhe von 552m ü.M. diskutiert.



Abbildung 15: Windfeld und Turbulenz im Projekt 2-BB auf 552m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.

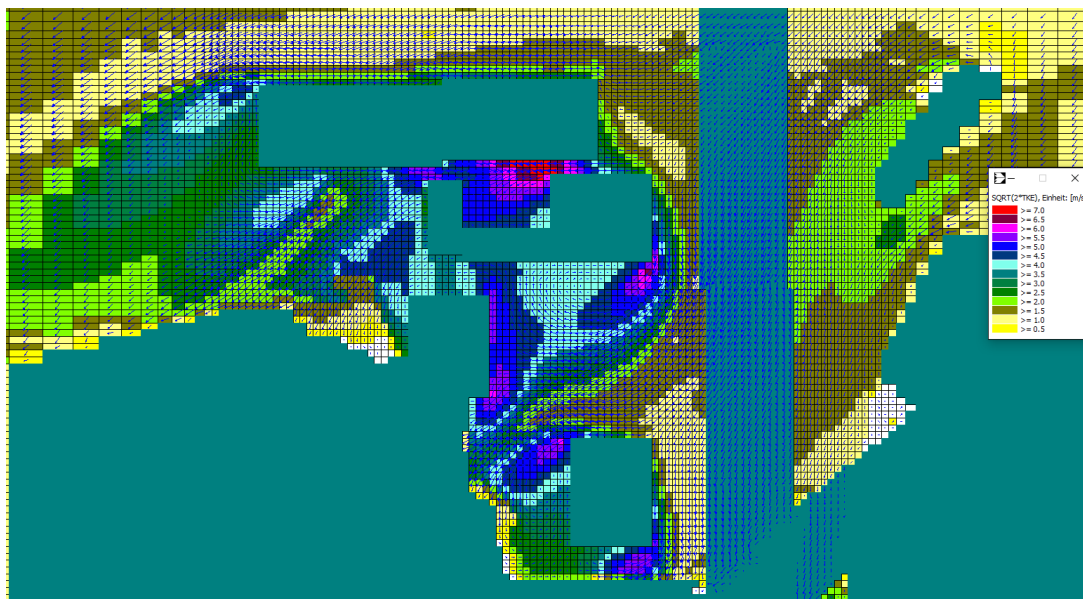


Abbildung 16: Windfeld und Turbulenz im Projekt 3-NW auf 552m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.

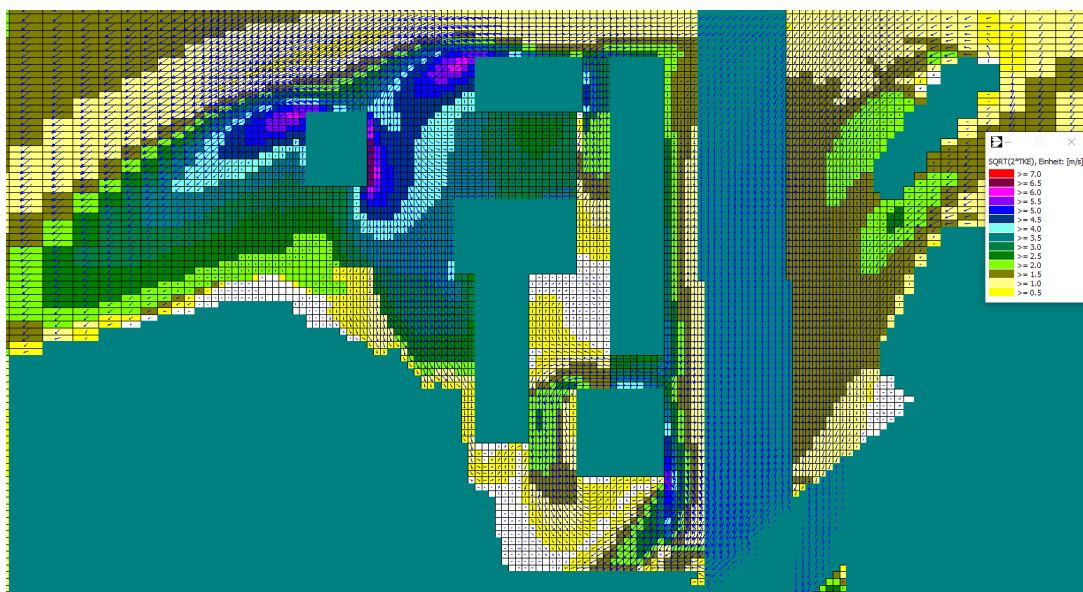


Abbildung 17: Windfeld und Turbulenz im Projekt 4-HBF auf 552m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.

Kommentare zu den Abbildungen:

- Grössere Hindernisse in Nord-Süd Richtung entlang der Autobahnbrücke führen dazu, dass die Bise im Bereich der Brücke in die Nord-Süd Richtung abgelenkt wird. Mit dem langen Gebäude längs der Autobahnbrücke ist dies vor allem im Projekt 4-HBF ausgeprägt. Gegenüber den anderen Projekten ist vor allem der südwestliche Teil des Areals sehr gut gegen Bise abgeschirmt.
- Entlang der Bahnlinie Bern-Neuenburg werden die Winde in die Ost-West Richtung kanalisiert. Die starken Rezirkulationsfelder mit hohen Turbulenzen (v.a. im Projekt 4-HBF) sind allerdings zu relativieren, da es sich hier nicht mehr um das bodennahe Windfeld handelt. In Bodennähe sind insbesondere die Turbulenzen wesentlich weniger ausgeprägt.
- Im Projekt 3-NW sind im Allgemeinen wiederum die grössten Turbulenzen zu finden, wobei dies teilweise auf das Terrain zurückzuführen ist. Es zeigt sich auch bei Bise, dass die Turbulenzen auf 449m ü.M. wesentlich geringer ausfallen:



Abbildung 18: Windfeld und Turbulenz im Projekt 3-NW auf 549m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.

4.5 Bewertung und Schlussfolgerungen

4.5.1 Allgemeine Bewertung

Wie bereits im Abschnitt 4.2 ausgeführt, befindet sich Bern in einer Region mit vergleichsweise schwachen Winden. Während mindestens der Hälfte der Zeit beträgt die Windgeschwindigkeit auf der Beaufort Skala Stufe 0 oder 1. Die Nutzung des Aussenraumes ist daher in keinem der Projekte grundsätzlich in Frage gestellt.

Mit einer geschickten Gestaltung und allenfalls baulichen Massnahmen kann aber sichergestellt werden, dass der Windkomfort auch bei Wetterlagen mit stärkeren Winden erhalten bleibt. Gerade kräftige Bise ist oft von sonnigem Wetter begleitet, so dass der Aufenthalt im Freien an windgeschützten Orten angenehm ist.

In Bezug auf die Sicherheit sind vor allem Westwindstürme relevant. Bei typischen Westwindstürmen werden im Mittelland an exponierten Lagen Böenspitzen um 30m/s gemessen (im Jahr 2015 z.B. das Sturmtief Mischa vom 30.01., das Sturmtief Mike vom 30.03 oder der Orkan Niklas vom 31.03.), beim Orkan Lothar erreichten diese gegen 40m/s.

Bei der nachfolgenden quantitativen Bewertung der Böengeschwindigkeiten wird immer die Windsituation auf 1.5m Höhe mit den Angaben der Tabelle 3 verglichen. Dies entspricht nicht immer den Abbildungen von Abschnitt 4.4. Die Auswertung wird zudem unter der Annahme gemacht, dass immer alle Starkwinde aus einer Richtung kommen. Fällt ein Gebiet nur bei einer Windrichtung unter eine höhere Beurteilungsklasse nach Tabelle 3, dann kann daher davon ausgegangen werden, dass es bei einer gewichteten Auswertung nicht in diese Kategorie fallen würde. Wir betrachten die vorliegende Auswertung aber für sinnvoll, da sie klar die Risiken aufgeschlüsselt nach Wettersituation aufzeigt und auch die Abwägung entsprechender Gegenmassnahmen ermöglicht.

4.5.2 Projekt Büro B

Das Projekt wird dominiert durch den grossflächigen Neubau mit Innenhof (Innovation Center), welcher ein markantes Hindernis für Winde aus allen Richtungen darstellt. Die Windsituation wird daher dominiert durch die Turbulenz- und Rezirkulationsfelder dieses Gebäudes sowie den Windkanalisierungen zwischen diesem und weiteren Hindernissen.

Böenspitze > 13m/s während mehr als 1% der Jahresstunden

Diese Situation tritt vereinzelt im Bereich von Wirbeln an Abrisskanten (Gebäudeecken) auf. Bei Westwind (Windrichtung 270 Grad) fallen Teile der Durchgänge zwischen Bahnlinie Bern-Neuenburg und dem Innovation Center, zwischen dem Innovation Center und dem Hauptsitz ewb sowie zwischen dem Hauptsitz ewb und dem Asiaplatz in diese Kategorie. Bei Winden aus Südwesten ist insbesondere der südliche Teil zwischen Hauptsitz ewb und Autobahnviadukt betroffen. Direkt an Häuserkanten sind auch kleine Gebiete mit Böenspitzen > 18m/s während mehr als 1% der Jahresstunden möglich.

Böenspitze > 10m/s während mehr als 1% der Jahresstunden

Im Bereich zwischen Innovation Center und Bahnlinie Bern-Neuenburg ist diese Situation vor allem bei Westwind zu erwarten. Sowohl bei Westwind wie bei Bise fallen zudem grosse Teile des Durchgangs zwischen Hauptsitz ewb und Innovation Center in diese Kategorie. Bei Westwind (270 Grad) ist zudem der Bereich zwischen Hauptsitz ewb und dem Asiaplatz betroffen. Bei Wind aus Südwesten fallen weite Gebiete südlich und östlich des Hauptsitzes ewb in diese Kategorie. Vor allem zwischen Hauptsitz ewb und Autobahnviadukt ist zudem eine starke Wir-

belbildung zu erwarten (die Wurzel der Turbulenzenergie erreicht hier dieselben Werte wie die durchschnittliche Windgeschwindigkeit).

Böenspitze > 6m/s während mehr als 1% der Jahresstunden

Diese Situation ist recht grossflächig zu erwarten, sie betrifft insbesondere das gesamte Gebiet zwischen Innovation Center und Bahnlinie Bern-Neuenburg, bei Westwind grosse Teile des Gebietes zwischen den Neubauten und dem Autobahnviadukt und bei Bise die Gebiete südlich des Innovation Center.

4.5.3 Projekt Nissen Wentzlaff Architekten

Die drei in einem Dreieck angeordneten Neubauten mit relativ geringer Grundfläche bilden für den Wind eine komplexe Hindernisstruktur. Entsprechend überlagern sich Wirbel verschiedener Gebäudekanten und es bilden sich je nach Windrichtung unterschiedliche Windkanalisierungen zwischen den Gebäuden hindurch aus.

Böenspitze > 18m/s während mehr als 1% der Jahresstunden

Diese Situation ist im Durchgang zwischen Betriebsgebäude und Bau B zu erwarten, die Winde werden hier sehr stark kanalisiert. Bei Bise ist zudem der Innenhof westlich von Bau B betroffen, wobei sich hier starke Turbulenzen entwickeln (Werte der Wurzel der Turbulenzenergie ähnlich der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit). Es wird empfohlen, hier mit baulichen Massnahmen die Windkanalisierung abzuschwächen.

Direkt an Häuserkanten sind auch weiter kleine Gebiete mit Böenspitzen > 18m/s während mehr als 1% der Jahresstunden möglich.

Böenspitze > 13m/s während mehr als 1% der Jahresstunden

Diese Situation tritt im Bereich von Wirbeln an Abrisskanten (Gebäudeecken) auf. Bei Winden aus Südwesten bildet sich eine Windtraverse zwischen den Bauten A und C hindurch aus, so dass grosse Teile der zentralen Freifläche in diese Kategorie fallen. Bei allen untersuchten Windrichtungen ist zudem der Durchgang zwischen Bau A und dem Autobahnviadukt bzw. der Bahnlinie Bern-Freiburg betroffen.

Böenspitze > 10m/s während mehr als 1% der Jahresstunden

Bei Wind aus Westen sowie bei Bise fallen grosse Teile der zentralen Freifläche in diese Kategorie.

Böenspitze > 6m/s während mehr als 1% der Jahresstunden

Die meisten noch verbleibenden Gebiete fallen in diese Kategorie, insbesondere auch der Durchgang zwischen Betriebsgebäude und der Bahnstrecke Bern-Neuenburg.

4.5.4 Projekt HBF

Da die grösseren Bauten entlang der Nord-Süd-Achse angeordnet sind, bildet dieses Projekt eindeutig die grössten Hindernisse für die Hauptwindrichtungen. Damit wird die Windsituation über weite Teile beruhigt, der Wind wird für alle untersuchten Windrichtungen nördlich (um das Betriebsgebäude sowie direkt südlich der Bahnlinie Bern-Neuenburg) sowie südlich (über den Asia-Platz sowie über die Treppe zwischen Hochhaus und ewb Campus) umgeleitet.

Böenspitze > 13m/s während mehr als 1% der Jahresstunden

Diese Situation tritt im Bereich von Wirbeln an Abrisskanten (Gebäudeecken) auf. Im nördlichen Bereich ist der Bereich zwischen Bahnlinie Bern-Neuenburg und den Neubauten (bei (Süd-)Westwind) bzw. dem Betriebsgebäude (Bise) betroffen. Weiter ist ein grosser Teil des südlichen Areals in dieser Kategorie: bei Südwestwind und etwas weniger ausgeprägt bei Bise der Bereich südöstlich des Hochhauses inkl. Teile des Autobahnviaduktes, bei allen Windrichtungen Teile des Asia-Platzes, der Durchgang zwischen Hochhaus und dem westlich gelegenen Bürogebäude sowie die Treppe nördlich des Hochhauses. Entlang dieser nördlichen Umströmung des Hochhauses sind in allen Fällen die Turbulenzen relativ zu den durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten hoch, besonders ausgeprägt ist dies bei Westwind, wo die Wurzel der Turbulenzenergie fast durchwegs und teils massiv grösser ist als die durchschnittliche Windgeschwindigkeit.

Direkt an Häuserkanten sind auch kleine Gebiete mit Böenspitzen > 18m/s während mehr als 1% der Jahresstunden möglich.

Böenspitze > 10m/s während mehr als 1% der Jahresstunden

Diese Kategorie betrifft weitgehend die an die oben beschriebene Kategorie angrenzenden Bereiche.

Böenspitze > 6m/s während mehr als 1% der Jahresstunden

Bei Bise fällt insbesondere der Bereich zwischen dem ewb Campus und dem Autobahnviadukt in diese Kategorie, bei (Süd-)Westwind bleiben die Böen hier aber meist unter 6m/s.

4.5.5 Gesamtbeurteilung

Die Nutzung des Aussenraumes ist bei keinem der Projekte in Frage gestellt. Zusammenfassend lässt sich folgendes feststellen:

- **Projekt Büro B:** Wir halten keine baulichen Massnahmen für zwingend. Die verschiedenen Durchgänge in Ost-West-Richtung führen zu Windkanalisierungen mit Wirbeln an den Abrisskanten. Je nach geplanter Nutzung des Aussenraumes halten wir örtlich bauliche oder gestalterische Massnahmen für sinnvoll.
- **Projekt Nissen Wentzlaff Architekten:** Die Anordnung der Gebäude führt je nach Windrichtung zu unterschiedlichen Windkanalisierungen mit Wirbelbildungen. Beim Durchgang zwischen Betriebsgebäude und Bau B halten wir bauliche Massnahmen zur Reduktion der Windkanalisierung für zwingend. Bei der zentralen Freifläche ist zu be-

achten, dass diese bei allen Windrichtungen mit Kanalisierungen und Wirbelbildung durchquert wird. Je nach geplanter Nutzung des Aussenraumes halten wir bauliche oder Massnahmen für sinnvoll.

- **Projekt HBF:** Durch die grosse Hinderniswirkung der langen Gebäude ergibt sich eine klare Abschirmung der Winde, die aber nördlich und südlich der Gebäude zu Windkanalisierungen führt. Am stärksten betroffen ist das südliche Gebiet (Asia-Platz, Durchgang zwischen Hochhaus und Bahnlinie Bern-Freiburg bzw. Autobahnviadukt, nördliche Umströmung des Hochhauses). Sofern hier ein Aufenthalt im Freien auch bei etwas stärkeren Winden angenehm sein soll (z.B. Strassencafés, Parkbänke etc.) halten wir bauliche oder gestalterische Massnahmen für sinnvoll.

5 Lokalklimatische Einflüsse

Vor allem im Zusammenhang mit dem Klimawandel kommt in der Stadtplanung vermehrt der sogenannte Wärmeinsel-Effekt (urban heat island effect) ins Blickfeld. In grösseren Siedlungsgebieten ist es aufgrund dieses Effektes immer wärmer als im Umland. Im Durchschnitt beträgt die Differenz meist wenige Grad, die Spitzen können aber wesentlich höher sein (mehr als 6 Grad). Die Ursachen und möglichen Abhilfemassnahmen des Wärmeinsel-Effektes sind:

1. **Reduktion der Wasserverdunstung durch Versiegelung:** Bei der Verdunstung von Wasser wird Wärme verbraucht, die der Umgebung (Luft, Erdboden) entzogen wird. Feuchte Oberflächen an denen Wasser verdunstet erwärmen sich daher weniger stark oder kühlen sich stärker ab. Der hohe Versiegelungsgrad in städtischen Gebieten und das geringe Wasserspeichervermögen der verwendeten Materialien beschränkt die Menge des gespeicherten Wassers. Damit ist die Verdunstung von Wasser und somit die Kühlung aufgrund der Verdunstung in städtischen Gebieten gering. Als Abhilfe ist die Versiegelung der Oberfläche auf das notwendige zu beschränken. Auch die Begrünung versiegelter Flächen (Dachbegrünung, Fassadenbegrünung) erhöht die Wasserverdunstung, sofern die begrünten Flächen immer (auch im Hochsommer) ausreichend bewässert sind.
2. **Absorption der Sonnenstrahlung an Oberflächen:** Die grossen Fassadenflächen städtischer Bebauungen vergrössern die Oberfläche, auf der Sonnenstrahlung absorbiert werden kann. Die nahen Gebäudewände verstärken den Effekt zusätzlich durch das Auftreten von Mehrfachreflexionen. Oft werden zudem Baumaterialien mit geringem Reflexionsvermögen (Asphalt, dunkle Fassadenfarben etc.) verwendet, die zu einer erhöhten Absorption von Sonnenstrahlung führen.
Die absorbierte Sonnenstrahlung wird als Wärme in den Materialien gespeichert, die oft eine hohe Wärmespeicherkapazität haben. Dieses führt auch dazu, dass die tagsüber in den Baukörpern gespeicherte Wärme nachts nur sehr langsam wieder abgegeben wird. Die nächtliche Abstrahlung der Wärme wird zusätzlich durch die von den Gebäuden verursachte Einengung des Horizonts verringert. In den Nachtstunden werden so die bodennahen Luftschichten in städtischen Gebieten stark erwärmt.

Als Abhilfe empfiehlt sich die Verwendung von Materialien mit stark reflektierender Oberfläche, insbesondere für Dächer und Strassenbeläge. Auch die Reduktion von Mehrfachreflexionen durch eine entsprechende Anordnung der Gebäude kann die Absorption der Sonnenstrahlung verringern.

3. **Verringerung der Durchlüftung durch Hinderniswirkung von Gebäuden:** Die Gebäude der städtischen Bebauung bieten den Winden erhöhten Widerstand, so dass die Windgeschwindigkeiten in Bodennähe abnehmen. Die Durchlüftung städtischer Gebiete wird dadurch reduziert, was den Wärmeaustausch mit der kühleren Umgebung behindert. Als Abhilfe kann mit Durchlüftungsschneisen (verringerte Baudichte und Bauhöhe) entlang der Hauptwindrichtungen der Luftaustausch mit der Umgebung verbessert werden.
4. **Absorption von Sonnenstrahlung durch Luftschadstoffe:** Bestimmte Luftschadstoffe absorbieren einen Teil der Sonnenstrahlung und führen somit zu einer Erwärmung ihrer Umgebung. Eine Reduktion des Effekts ist durch eine Reduktion der Emissionen (Luftreinhaltung) wie eine Verbesserung der Durchlüftung der städtischen Gebiete möglich.
5. **Anthropogene Wärmequellen:** In städtischen Gebieten gibt es eine grosse Zahl anthropogener Wärmequellen (Verbrennungsmotoren, Heizungen/Klimageräte, industrielle Abwärme etc.). Ein möglichst effizienter Einsatz von Energie und die Nutzung von Abwärme reduzieren diesen Effekt.

5.1 Einfluss der Überbauung auf die Durchlüftung bei Westwind

Das Holligenareal befindet sich in einer wichtigen Durchlüftungsschneise der Stadt Bern bei Westwind. Der Standort liegt an der engsten Stelle zwischen dem Könizbergwald im Süden und dem grossen Bremgartenwald im Norden. Der Westwind zur Durchlüftung der nördlichen Teile der Stadt Bern muss diesen Engpass zu einem grossen Teil passieren. Durch die Überbauung des Areals, insbesondere durch Hochhäuser, wird der Westwind in der diesem Engpass beeinflusst. Im Folgenden wird eine grobe Analyse dieses Einflusses gegeben.

5.1.1 Modell und Wahl der Parameter

Die Berechnung des Windfeldes erfolgt mit dem Modell MISKAM. Dazu wurden folgende Eingabeparameter gewählt:

- Die Topographie wurde nicht berücksichtigt, die Nullhöhe wurde auf 550m ü.M. festgelegt.
- Es wurden nur Gebäude explizit berücksichtigt, welche im Bereich der Durchlüftungsschneise stehen und eine Höhe von mindestens 580m ü.M. (30m über Nullhöhe) aufweisen. Von den bestehenden Bauten sind dies: Europaplatz 1 (Haus der Religionen), Bahnstrasse 59, 79 und 99. Im Projekt 2-BB wurde entsprechend nur das Hochhaus berücksichtigt, im Projekt 3-NW alle drei Neubauten und im Projekt 4-HBF das Hochhaus sowie das 53m hohe Wohngebäude.

- Die horizontale Gitterauflösung beträgt im Bereich der Gebäude 5m, die vertikale Auflösung bis zu einer Höhe von 120m ebenfalls 5m. Die Rauigkeitslänge wurde entsprechend der relativ hohen, unaufgelösten Bebauung auf 1m festgelegt.
- Die Modellierung wurde für Winde aus Westen (Windrichtung 270 Grad) durchgeführt. Dabei wurde eine Windgeschwindigkeit von 10m/s auf 100m Höhe bei neutraler Schichtung der Atmosphäre gewählt. In der untersten Zelle (Höhe 0-5m) ergibt dies im ungestörten Bereich eine Windgeschwindigkeit von rund 2.7m/s bei 2.2m/s Turbulenz.

5.1.2 Resultate der Berechnung

Die folgenden Abbildungen zeigen das bodennahe Windfeld (2.5m über Boden) ohne Neubauten sowie für die drei Projekte. Das Gebiet umfasst in Ost-West Richtung rund 1.2km. Dargestellt wird einerseits das Windfeld (mittlere Windrichtung) als Pfeile, andererseits der Betrag der Wurzel der Turbulenzenergie als Farbskala. Diese Grösse mit Einheit m/s gibt an, um welchen Betrag die tatsächliche Windgeschwindigkeit im Durchschnitt von der mittleren Abweicht. Ist die Wurzel der Turbulenzenergie grösser als der Betrag der Windgeschwindigkeit bedeutet dies, dass der tatsächliche Wind aus einer beliebigen Richtung kommen kann.

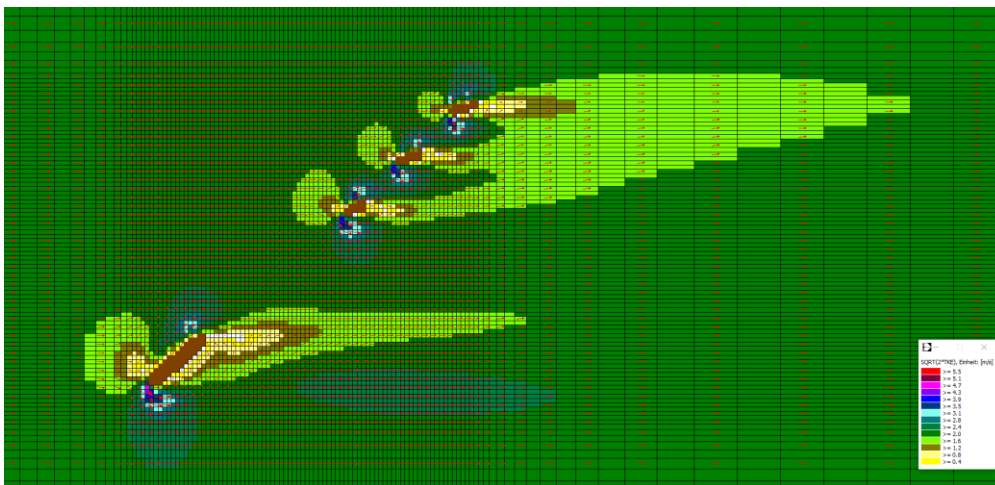


Abbildung 19: Windfeld und Turbulenz in Bodennähe der bestehenden Bauten Europaplatz 1 und Bahnstrasse 59, 79 und 99.

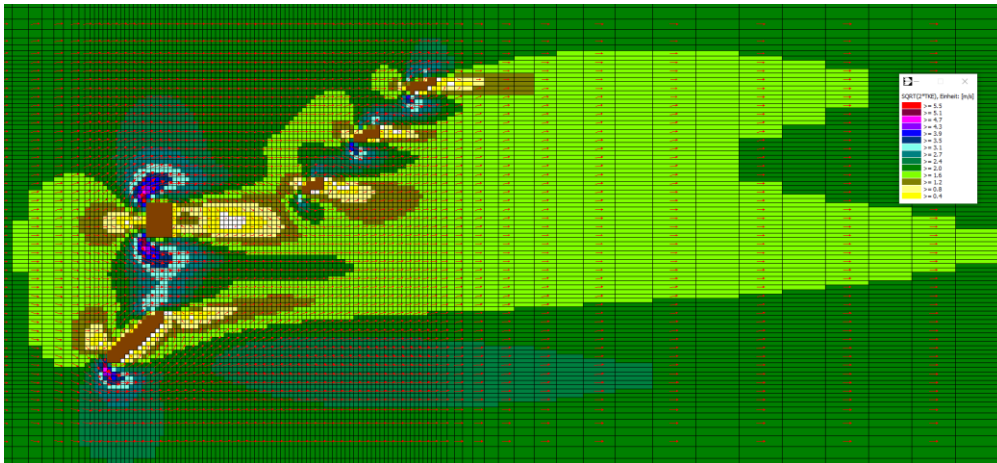


Abbildung 20: Windfeld und Turbulenz in Bodennähe für das Projekt 2-BB.

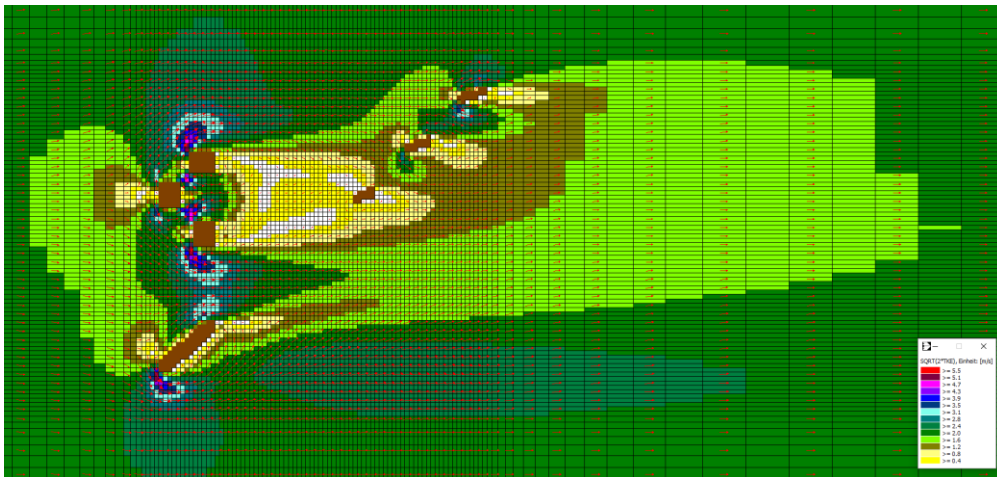


Abbildung 21: Windfeld und Turbulenz in Bodennähe für das Projekt 3-NW.

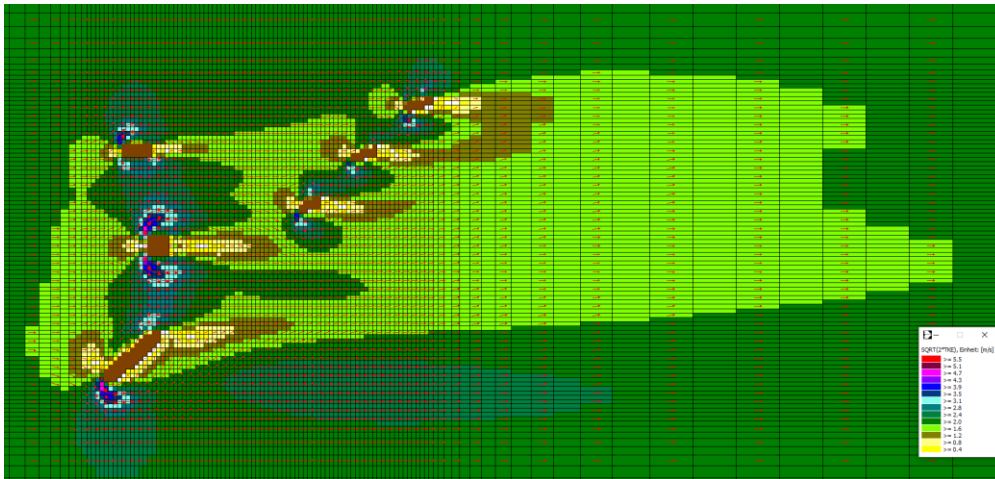


Abbildung 22: Windfeld und Turbulenz in Bodennähe für das Projekt 4-HBF.

Kommentare zu den Abbildungen

- Für einzelne Hindernisse gilt als Daumenregel, dass das mittlere Windfeld bis zu einer Entfernung, die dem Fünffachen der Hindernishöhe entspricht, beeinflusst werden kann, bei den Turbulenzeigenschaften der Atmosphäre beträgt der Abstand bis zum Zehnfachen der Hindernishöhe.
- Der vorliegende Fall zeigt, dass sich diese Störzonen bei mehreren Hindernissen überlappen und gegenseitig beeinflussen. Die Turbulenzeigenschaften der Atmosphäre erreichen aber in ca. 1 km Abstand von den Neubauten (entspricht ca. dem Zehnfachen der Gebäudehöhe der Hochhäuser) nahezu wieder die Werte des ungestörten Windfeldes.
- Die dargestellten Abbildungen sind insofern unvollständig, als bodennah (0m-5m Höhe) auch andere Hindernisse das Windfeld beeinflussen. Die Berechnungen zeigen aber, dass trotz dieser zusätzlichen Einflüsse im vorgenannten Bereich mit einem Einfluss der Hochhäuser auf die atmosphärischen Turbulenzen zu rechnen ist.
- Die dargestellte Berechnung lässt noch keine detaillierten Rückschlüsse auf eine allfällige Beeinträchtigung der Durchlüftung der Stadt Bern durch die Bebauung zu. Dazu müssten die atmosphärischen Transportprozesse in einem grösseren Umkreis betrachtet werden.

Zur Darstellung der Wirbel in Luv und Lee der Hochhäuser kann ein vertikaler Schnitt durch das Windfeld abgebildet werden. Abbildung 23 zeigt dies für das Hochhaus des Projektes 2-BB. Deutlich sichtbar ist der Frontwirbel, welcher mit verstärkten Winden orthogonal zur Ebene verbunden ist. Im Lee kommt es zu einer Abschwächung der Winde mit einem Rezirkulationsfeld, welches in diesem Fall aber von den südlichen (seitlichen) Turbulenzen der Gebäude an der Bahnstrasse überlagert wird (negative orthogonale Winde rechts des Hochhauses).

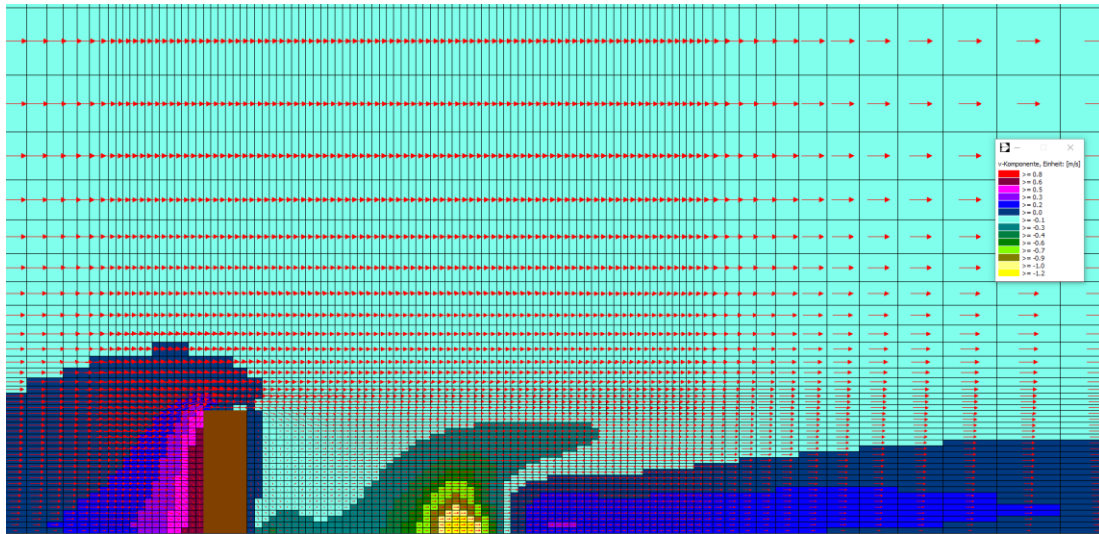


Abbildung 23: Vertikalschnitt entlang der Windrichtung (West-Ost) durch das Windfeld im Projekt 2-BB.
Rote Pfeile: mittleres Windfeld in der abgebildeten Ebene. Farbskala: mittleres Windfeld orthogonal zur abgebildeten Ebene (positive Werte: Wind in die Ebene, negative Werte: Wind aus der Ebene).

Bern, den 08. März 2016

Dr. Sina Schneider

Dr. Luzi Bergamin



B Ermittlung und Beurteilung der Aussenlärmbelastung, 20. Oktober 2020, B+S AG

Energie Wasser Bern / BLS Netz AG Arealentwicklung Ausserholligen, Bern

Ermittlung und Beurteilung der Aussenlärmbe- lastung

Ersatz für Bericht vom 25.01.2019

20. Oktober 2020 / 1-01



B+S AG
Weltpoststrasse 5 | Postfach
CH-3000 Bern 16 | +41 31 356 80 80
www.bs-ing.ch

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Im Rahmen der Arealentwicklung Ausserholligen wurde das Gutachten Ermittlung und Betrachtung der Aussenlärmbelastung vom 25.01.2019 erstellt, welches den Bericht vom 04.06.2015 ergänzt. Mittlerweile ist die Planung weit fortgeschritten und die Baufelder für Hochhäuser sind in der Überbauungsordnung (ÜO) definiert. Vorliegender Bericht ersetzt die beiden obgenannten Berichte vollständig und beruht auf dem aktuellsten Stand der Planung.

1.2 Vorhaben

Das Projekt beinhaltet im mittleren Bereich drei unterschiedlich hohe Türme (siehe Abbildung 1), in welchen sowohl Wohn- und Dienstleistungsnutzungen geplant sind. Die geplante maximale Höhe der Türme ist für Baufeld A.1 110 m, Baufeld B.1 78 m und für Baufeld C.1 63 m. Westlich und östlich davon sind zwei Hochhausbereiche ausgeschieden (A.2 und D.1) mit einer maximalen Höhe von 45 m.

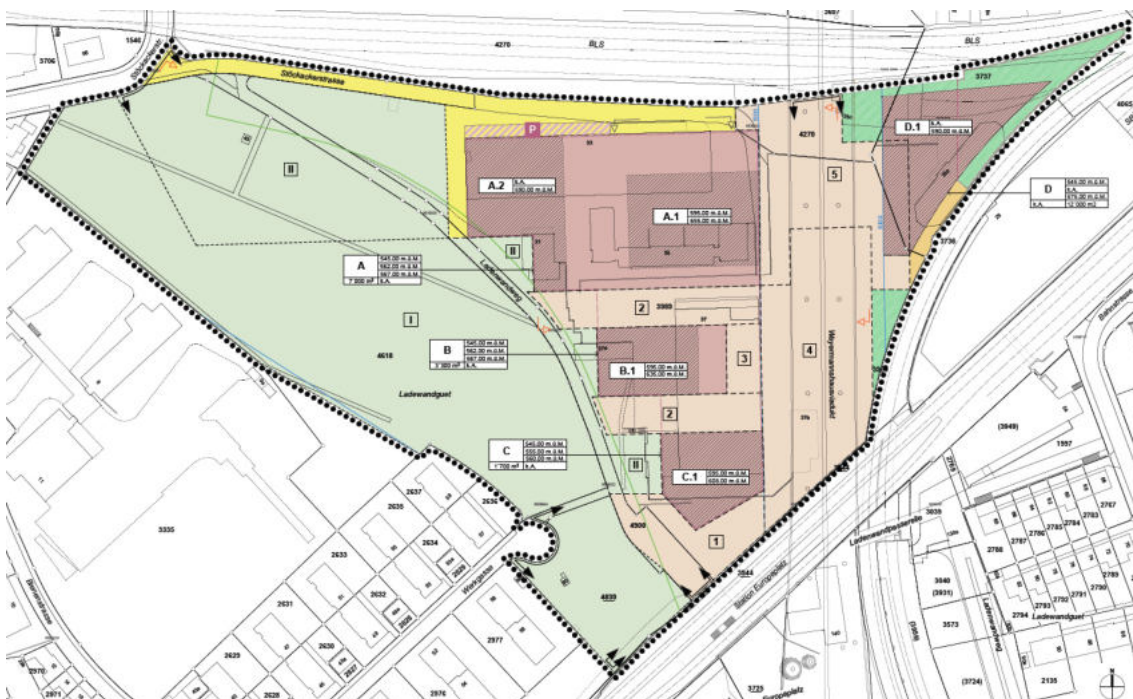


Abbildung 1: Baufelder (braun) und Hochhausbereiche (schraffiert) der geplanten Überbauung (Quelle: Überbauungsordnung, Stadtplanungsamt, 10.06.2020)

2 Grundlagen

2.1 Gesetzliche Grundlagen

Gesetzliche Grundlagen

- [1] Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983
- [2] Lärmschutzverordnung des Bundes (LSV) vom 15. Dezember 1986
- [3] Leitfaden Strassenlärm BAFU/ASTRA, Vollzugshilfe für die Sanierung, Bern, Dezember 2006.

Empfindlichkeitsstufe

Nach Rücksprache mit dem Amt für Umweltschutz der Stadt Bern (AfU) ist die Empfindlichkeitsstufe III anzuwenden (Mischzone mit Gewerbe, Dienstleistung und evtl. Wohnen; keine Industriezone und auch keine "reine" Wohnzone).

Belastungsgrenzwerte

Der ÜO-Perimeter gilt als vor dem 1.1.1985 erschlossen. Entsprechend kommt Art. 31 der LSV [2] zur Anwendung, d.h. für lärmempfindliche Räume gelten die Immissionsgrenzwerte (IGW). Gemäss Anhang 4 der LSV gelten für Eisenbahnlärm bzw. Anhang 3 für Strassenlärm die Immissionsgrenzwerte, welche im offenen Fenster von lärmempfindlichen Räumen¹ einzuhalten sind (rote Markierung). Dabei wird für die Beurteilung am Tag ein Zeitraum von 6 bis 22 Uhr berücksichtigt und in der Nacht von 22 – 6 Uhr.

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Planungswert		Immissionsgrenzwert		Alarmwert	
	Lr in dB(A)		Lr in dB(A)		Lr in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

Abbildung 2 Belastungsgrenzwerte gemäss LSV [2].

Für Gebiete und Gebäude, in denen sich Personen in der Regel nur am Tag oder in der Nacht aufhalten, gelten nach Art. 41 Abs. 3 LSV für die Nacht bzw. den Tag keine Belastungsgrenzwerte. Bei Räumen in Betrieben, die in Gebieten der ES I, II oder III liegen, gelten nach Art. 42 LSV um 5 dB(A) höhere Planungswerte und Immissionsgrenzwerte.

¹ Räume in Wohnungen (ausgenommen Küchen ohne Wohnanteil, Sanitärräume und Abstellräume); Räume in Betrieben, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten (ausgenommen Räume für die Nutztierhaltung und Räume mit erheblichem Betriebslärm).



2.2 Verkehrsgrundlagen

2.2.1 Nationalstrasse

Auf der Grundlage der Verkehrszahlen (Jahr 2009 und 2030) aus dem Bericht N12/48, Detaillierte Zustandserfassung Lärm (Juli 2014) werden die Verkehrszahlen aus dem Jahr 2009 auf das Jahr 2020 aufgerechnet, mit einer jährlichen Verkehrszunahme von 1.2%.

N12, Richtung Bern

Verkehr 2020: DTV 33'300 Fahrzeuge/Tag (jahresdurchschnittlicher Gesamtverkehr)
Nt2 9% Anteil lärmintensiver Fahrzeuge tags (6 - 22 Uhr)
Nn2 10% Anteil lärmintensiver Fahrzeuge nachts (22 - 6 Uhr)

Belagskorrektur: - 1 dBA (SDA 8 Klasse A)

Signalisierte Geschwindigkeit: 80 km/h

Emissionspegel: 82.3 dBA (Tag) / 74.4 dBA (Nacht)

N12, Richtung Fribourg

Verkehr 2020: DTV 32'400 Fahrzeuge/Tag (jahresdurchschnittlicher Gesamtverkehr)
Nt2 9% Anteil lärmintensiver Fahrzeuge tags (6 - 22 Uhr)
Nn2 10% Anteil lärmintensiver Fahrzeuge nachts (22 - 6 Uhr)

Belagskorrektur: - 1 dBA (SDA 8 Klasse A)

Signalisierte Geschwindigkeit: 80 km/h

Emissionspegel: 82.4 dBA (Tag) / 74.5 dBA (Nacht)

2.2.2 Eisenbahn

Die Emissionen betreffend Eisenbahnlärm wurden dem Emissionsplan 2015 entnommen, herausgegeben vom Bundesamt für Verkehr. Für die Lärmbelastung auf dem Areal sind insgesamt drei Bahnlinien relevant. Folgende Emissionswerte $L_{r,e}$ für Tag und Nacht wurden im Berechnungsmodell eingesetzt:

Linienbezeichnung, Kilometrierung	$L_{r,e}$ (Tag)	$L_{r,e}$ (Nacht)
DfA-Linie 220 Bern – Neuchâtel Est (bif) von m 2'540.0 bis m 3'153.5	71.5 dBA	58.6 dBA
DfA-Linie 250 Lausanne Est - Bern von m 93'735.0 bis m 94'194.0	75.8 dBA	68.4 dBA
DfA-Linie 298 Bern Steigerhubel - Lerchenfeld von m 2'540.0 bis m 3'120.0	59.3 dBA	50.2 dBA

3 Aussenlärm

3.1 Methodik

Die Ermittlung der Lärmbelastung erfolgte basierend auf den Verkehrsdaten im Kapitel 2.2 sowie dem Berechnungsansatz StL-86+ (A = 43) für Strassenlärm bzw. SEMIBEL für Eisenbahnlärm mit einem dreidimensionalen Geländemodell und dem Berechnungstool CadnaA Version 2020 MR1 (built 177.5010).

Für das Szenario "mit Lärmschutzwand" wurde beidseitig eine Lärmschutzwand mit folgenden Höhen angenommen (Lage der LSW siehe Anhang C):

- Variante 1: H = 2.50 m ab OK Fahrbahn
- Variante 2: H = 4.50 m ab OK Fahrbahn

3.2 Übersicht Beurteilungspunkte

In der Abbildung 3 sind die für den Lärm relevanten Hochhausbereiche in blau eingetragen. Die Beurteilungspunkte werden als Kreis angegeben.

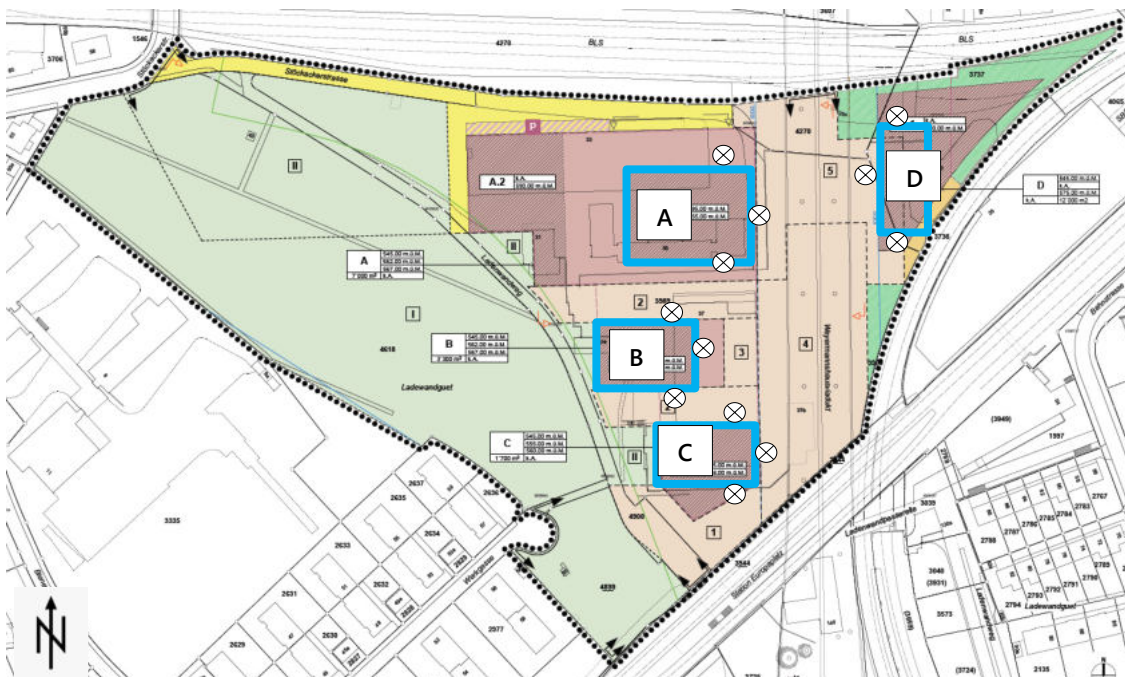


Abbildung 3 Lage der Beurteilungspunkte (⊗) und Bezeichnung der relevanten Hochhausbereiche mit Buchstaben

3.3 Berechnungsergebnisse und Beurteilung Strassenverkehrslärm

Die ermittelten Lärmbelastungen (Beurteilungspegel L_r) sowie die Überschreitungen des für Wohnräume und für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) massgebenden Immissionsgrenzwertes IGW ES III sind im Anhang A ersichtlich. Nachfolgend wird nur dargestellt, in welchen Geschossen welche Immissionsgrenzwerte überschritten werden. Bei Betriebsräumen wird ausschliesslich von einer Nutzung am Tag ausgegangen (keine Büronutzung in der Nacht).



3.3.1 Ist-Situation (ohne Lärmschutzwand)

3.3.1.1 Hochhaus Baufeld A (max. 25. Stockwerke)

Nordfassade:

- Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ca. ab dem 4. OG bis und mit ca. dem 25. OG um bis zu 6 dBA überschritten.
- Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden eingehalten.

Ostfassade (zur Nationalstrasse)

- Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ca. ab dem 3. OG bis und mit ca. dem 25. OG um bis zu 10 dBA überschritten.
- Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden ca. ab dem 5. OG bis und mit dem 15. OG um bis zu 4 dBA überschritten.

Südfassade:

- Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ca. ab dem 4. OG bis und mit ca. dem 25. OG um bis zu 5 dBA überschritten.
- Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden eingehalten.

3.3.1.2 Hochhaus Baufeld B (max. 22 Stockwerke)

Nordfassade:

- Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ca. ab dem 3. OG bis und mit dem 21. OG um bis zu 2 dBA überschritten.
- Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden eingehalten.

Ostfassade (zur Nationalstrasse)

- Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ca. ab dem 2. OG bis und mit dem 22. OG um bis zu 6 dBA überschritten.
- Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden eingehalten.

Südfassade:

- Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ca. ab dem 4. OG bis und mit ca. dem 15. OG um bis zu 2 dBA überschritten.
- Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden eingehalten.

3.3.1.3 Hochhaus Baufeld C (max. 17. Stockwerke)

Nordfassade:

- Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ca. ab dem 3. OG bis und mit dem 17. OG um bis zu 5 dBA überschritten.
- Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden eingehalten.

Ostfassade (zur Nationalstrasse)

- Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ca. ab dem 2. OG bis und mit dem 17. OG um bis zu 10 dBA überschritten.
- Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden ca. ab dem 3. OG bis und mit dem 12. OG überschritten.

Südfassade:

- Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ca. ab dem 3. OG bis und mit dem 17. OG um bis zu 5 dBA überschritten.
- Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden eingehalten.

3.3.1.4 Hochhaus Baufeld D (max. 10. Stockwerke)

Nordfassade:

- Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ca. ab dem 3. OG bis und mit dem 10. OG um bis zu 6 dBA überschritten.
- Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden eingehalten.

Westfassade (zur Nationalstrasse)

- Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ca. ab dem 2. OG bis und mit dem 10. OG um bis zu 11 dBA überschritten.
- Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden ca. ab dem 4. OG bis und mit dem 10. OG um bis zu 4 dBA überschritten.

Südfassade:

- Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ca. ab dem 3. OG bis und mit dem 10. OG um bis zu 6 dBA überschritten.
- Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden eingehalten.

3.3.2 Lärmschutzwand

Der Nutzen einer Lärmschutzwand wird anhand eines Hochhauses auf der Baulinie als Beispiel kommentiert. Der Nutzen pro Stockwerk aller geprüften Baufelder ist im Anhang B aufgelistet. Für Baufeld A, Ostfassade bringt eine Lärmschutzwand folgender Nutzen:

- Mit einer Lärmschutzwand $H = 2.5\text{m}$ kann eine Wirkung von bis zu ca. 9 dBA erreicht werden. Die Wirkung beschränkt sich ab Niveau Fahrbahn für ca. 2-4 Geschosse.
- Mit einer Lärmschutzwand $H = 4.5\text{m}$ kann eine Wirkung von bis zu ca. 10 dBA erreicht werden. Die Wirkung beschränkt sich ab Niveau Fahrbahn für ca. 3-5 Geschosse.

Fazit für alle Baufelder

Mit einer Lärmschutzwand können zwar die Immissionen wahrnehmbar gesenkt werden. Die Wirkung beschränkt sich jedoch auf wenige Geschosse (siehe schematische Darstellung in Abbildung 4). Aufgrund der deutlichen Grenzwertüberschreitung im Ist-Zustand (d.h. ohne Lärmschutzwand) entspannt sich die Grenzwertsituation nur minimal:

- Variante 1 LSW $H = 2.50\text{ m}$: An der strassenseitigen Frontfassade bleibt die Grenzwertsituation identisch, an den jeweiligen Seitenfassaden können die Immissionsgrenzwerte unter Berücksichtigung der LSW bei ca. 2-3 zusätzlichen Geschossen eingehalten werden.
- Variante 2 LSW $H = 4.50\text{ m}$: An der strassenseitigen Frontfassade können die Immissionsgrenzwerte unter Berücksichtigung der LSW bei ca. 3 zusätzlichen Geschossen eingehalten werden, an den jeweiligen Seitenfassaden bei ca. 4-5 zusätzlichen Geschossen eingehalten werden.

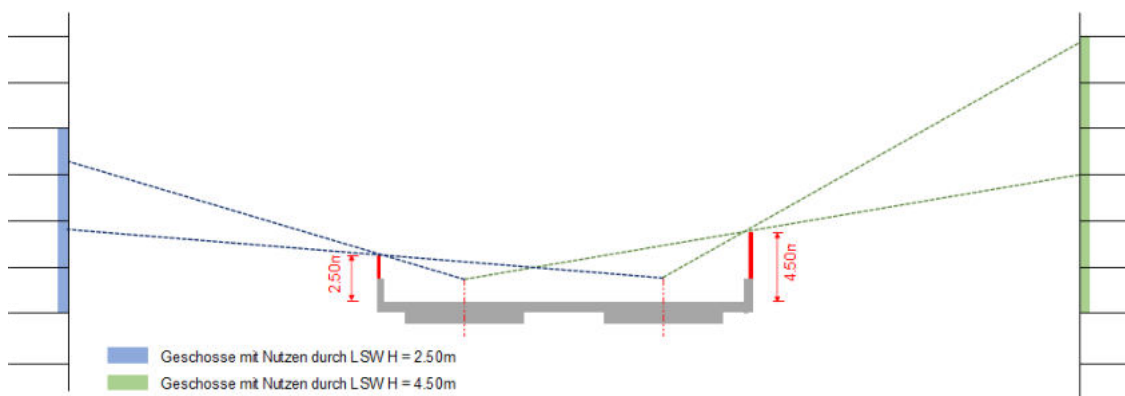


Abbildung 4 Schematischer Querschnitt mit Wirkungsbereich LSW

3.4 Eisenbahnlärm

Die Immissionsgrenzwerte ES III werden sowohl für Betriebsräume als auch für Wohnräume bei allen untersuchten Beurteilungspunkten der geplanten Hochhäuser eingehalten (Anhang A).

4 Massnahmen

4.1 Bewilligungspraxis

Die Immissionsgrenzwerte für Lärm müssen bei Neubauten grundsätzlich an allen Fenstern von lärmempfindlichen Räumen eingehalten werden (BGE 1C_139/2015; Urteil vom 15.03.2016). Die sogenannte "Lüftungsfensterpraxis", wonach die Grenzwerte nur an einem Fenster einzuhalten ist, ist bundesrechtswidrig.

Um den raumplanerischen Interesse einer Siedlungsentwicklung nach innen gerecht zu werden können Ausnahmegewilligungen nach Art. 31 Abs. 2 LSV erteilt werden. Voraussetzungen von Ausnahmen für Lüftungsfenster sind:

- Raumplanerisch erwünschtes Projekt
- "Unwesentliche" Grenzwert-Überschreitung
- Projektoptimierungen wurden gemacht
- "Angemessener Wohnkomfort" gewährleistet, ggf. durch Zusatzmassnahmen

4.2 Massnahmen

4.2.1 Ausgangslage

Mit dem Bundesgerichtsurteil vom 16. März 2016 (BGE 1C_139/2015), nach welchem die sogenannten "Lüftungsfenster" nur noch mit einer Ausnahmegewilligung zulässig sind, haben sich die Anforderungen an den Lärmschutz verschärft. Weitere Gerichtsentscheide in jüngster Vergangenheit - obwohl erst auf untergeordneter Stufe - haben die Problematik nochmals akzentuiert. Der Vollzug ist in einem ständigen "Wandel" und muss sich erstmal wieder "einspielen".

4.2.2 Mögliche Massnahmen

In Absprache mit dem Amt für Umweltschutz Stadt Bern, Sektion Bau und Lärm gelten - Stand heute - folgende Anforderungen resp. sind folgende Massnahmen am Gebäude möglich (siehe auch Anhang E):

- Anordnung der lärmempfindlichen Räume auf die ruhige Seite resp. Anordnung von nicht lärmempfindlichen Räumen an der lärmexponierten Fassade (WC, Küche ohne Wohnanteil, Abstellkammern) sowie Erschliessungseinrichtungen (Treppenhäuser etc.).
- Grundrissanordnung mit Lüftungsmöglichkeiten der lärmempfindlichen Räume über die nicht lärmbelasteten Fassaden und keine öffenbare Fenster lärmempfindlicher Räume an der lärmbelasteten Fassaden.
- Grundrissanordnung mit Lüftungsmöglichkeiten der lärmempfindlichen Räume über offene Balkone und / oder Loggias mit absorbierenden Oberflächen.
- Vorgelagerte Pufferzonen mittels Doppelhautfassaden, vorgehängten Fassaden, vorgelagerten Laubengängen etc.

Hinweis:

Nicht erlaubt sind Balkone und Wintergärten in geschlossener Ausführung. Verglaste oder partiell verglaste Loggias sind jedoch nicht per se verboten und denkbar. Die genaue Ausführung / Konstruktion ist abhängig von den Abmessungen der Loggia, sowie der Lage der Fenster. Eine genügende Belüftung und Belichtung müssen jederzeit sichergestellt sein.

Mit Loggias können die Lärmbelastungen im offenen Fenster um ca. 3 dBA gesenkt werden, mit einer zusätzlichen partiellen Verglasung um ca. 4-6 dBA.

Im Anhang B sind die Bereiche markiert, wo mit welchen Massnahmen auf die Lärmsituation reagiert werden kann.

5 Kostenschätzung Lärmschutzwand

5.1 Ausgangslage

Analog den Untersuchungen zum Projektwettbewerb für den neuen Fachhochschulcampus Weyermannshaus, wurde vorliegend die Anordnung von Lärmschutzwänden auf dem Weyermannshausviadukt geprüft (siehe Kapitel 3.1). Dabei wurden folgende Varianten untersucht:

- Lärmschutzwände beidseitig $H = 2.50\text{m}$ ab OK Fahrbahn
- Lärmschutzwände beidseitig $H = 4.50\text{m}$ ab OK Fahrbahn

Nicht untersucht wurde die Anordnung einer Lärmschutzwand mittig der beiden Fahrbahnen. Diese Lösung wäre aus akustischer und statischer Sicht ($H = 2.50\text{m}$) denkbar, die engen Platzverhältnisse in der Brückenmitte machen diese Variante jedoch zu einer Sonderlösung. Stand heute ist die Bewilligungsfähigkeit seitens ASTRA nicht gegeben.

5.2 Lage der Lärmschutzwände

Die Lärmschutzwände werden auf die bestehende Leitmauer montiert. Die Länge der beiden LSW Ost und West ist primär von der Lage der geplanten (Neu-) Bauten abhängig und muss nach Vorliegen der definitiven Arealentwicklung überprüft werden (vergl. auch Anhang C).

5.3 Kosten

Kostenschätzung +/- 25% (Erstellungskosten inkl. MwSt), siehe auch Anhang D.

5.3.1 Variante 1 ($H = 2.50\text{m}$)

Lärmschutzwand West $L = \text{ca. } 240\text{m} / H = 2.50\text{m}$ ca. Fr. 650'000.--

Lärmschutzwand Ost $L = \text{ca. } 110\text{m} / H = 2.50\text{m}$ ca. Fr. 300'000.--

Total Variante $H = 2.50\text{m}$ ca. Fr. 950'000. —

5.3.2 Variante 2 ($H = 4.50\text{m}$)

Lärmschutzwand West $L = \text{ca. } 240\text{m} / H = 4.50\text{m}$ ca. Fr. 1'335'000.--

Lärmschutzwand Ost $L = \text{ca. } 110\text{m} / H = 4.50\text{m}$ ca. Fr. 615'000.--

Total Variante $H = 4.50\text{m}$ ca. Fr. 1'950'000. —

6 Schlussbemerkung

Die von der Nationalstrasse N12 (Weyermannshausviadukt) ausgehende Lärmbelastung ist sehr hoch. Wohnnutzung ist nur in Kombination mit gestalterischen und planerischen Massnahmen möglich. Insbesondere an der Nationalstrasse zugewandten Fassaden sind umfangreiche Massnahmen notwendig.

Die Untersuchungsergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

- Mit geeigneten Massnahmen (Grundrissanordnung / Loggien und vorgehängter Fassade o.ä.) ist eine Wohnnutzung grundsätzlich in allen Gebäuden auf allen Stockwerken möglich.
- Mit der partiell verglasten Loggia kann die Lärmbelastung bis zu 6 dB reduziert werden. Damit wären auf Höhe Baulinie in den obersten Stockwerken auch an der Lärmexponierten Fassade lüftbare Fenster möglich (bei Wohnnutzungen).
- Ein Abrücken von der Baulinie bzw. von der Lärmquelle reduziert die Lärmbelastung, jedoch nicht markant. Für eine mögliche Wohnnutzung bleiben auch an den beiden weniger Lärmexponierten Fassaden in den meisten Stockwerken Loggien notwendig.
- Die Überschreitung der Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (Büronutzung) beschränken sich tagsüber auf einzelne Stockwerke an der Lärmexponierten Fassade und sind mit geeigneten Massnahmen leicht in Griff zu kriegen (Bei reiner Büronutzung kontrollierte Lüftung ohne offenbare Fenster).
- Die Wirkung einer Lärmschutzwand ist insgesamt nur minim (gemessen an der Belastung) und beschränkt sich auf nur wenige Geschosse.

Anhang

- A Ergebnisse der Lärmberechnungen, Bahn- und Strassenlärm**
- B Ergebnisse der Lärmberechnungen, Strassenlärm ohne und mit Lärmschutzwand**
- C Lage der Lärmschutzwände**
- D Kostenschätzung Lärmschutzwände**
- E Bauen in lärmbelasteten Gebieten: Zusammenstellung von Lärmschutzmassnahmen, Anhang 1, Amt für Umweltschutz Stadt Bern, August 2018**

Arealentwicklung Ausserholligen, Bern
Ergebnisse der Lärmberechnungen, Bahn- und Strassenlärm

Baufeld	Fassade	Geschoss	ES	Eisenbahnlärm				Strassenverkehrslärm					
				Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe	
				tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)
Baufeld A	Nord	EG	III	46	34	-	-	54	46	-	-	-	-
	Nord	1. OG	III	53	41	-	-	56	48	-	-	-	-
	Nord	2. OG	III	55	42	-	-	58	50	-	-	-	-
	Nord	3. OG	III	55	43	-	-	61	53	-	-	-	-
	Nord	4. OG	III	55	43	-	-	65	57	-	2	-	-
	Nord	5. OG	III	55	43	-	-	69	61	4	6	-	1
	Nord	6. OG	III	55	42	-	-	69	61	4	6	-	1
	Nord	7. OG	III	54	42	-	-	69	61	4	6	-	1
	Nord	8. OG	III	54	42	-	-	69	61	4	6	-	1
	Nord	9. OG	III	54	42	-	-	69	61	4	6	-	1
	Nord	10. OG	III	53	41	-	-	69	60	4	5	-	-
	Nord	11. OG	III	53	41	-	-	68	60	3	5	-	-
	Nord	12. OG	III	53	41	-	-	68	60	3	5	-	-
	Nord	13. OG	III	52	40	-	-	68	60	3	5	-	-
	Nord	14. OG	III	52	40	-	-	68	59	3	4	-	-
	Nord	15. OG	III	51	40	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	16. OG	III	51	39	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	17. OG	III	51	39	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	18. OG	III	50	39	-	-	67	58	2	3	-	-
	Nord	19. OG	III	50	38	-	-	66	58	1	3	-	-
	Nord	20. OG	III	50	38	-	-	66	58	1	3	-	-
	Nord	21. OG	III	49	38	-	-	66	58	1	3	-	-
	Nord	22. OG	III	49	38	-	-	66	58	1	3	-	-
	Nord	23. OG	III	49	38	-	-	66	57	1	2	-	-
	Nord	24. OG	III	49	38	-	-	65	57	-	2	-	-
	Nord	25. OG	III	48	38	-	-	65	57	-	2	-	-
Baufeld A	Ost	EG	III	48	39	-	-	58	50	-	-	-	-
	Ost	1. OG	III	51	42	-	-	60	52	-	-	-	-
	Ost	2. OG	III	53	43	-	-	62	53	-	-	-	-
	Ost	3. OG	III	54	44	-	-	65	56	-	1	-	-
	Ost	4. OG	III	54	44	-	-	69	61	4	6	-	1
	Ost	5. OG	III	54	44	-	-	74	65	9	10	4	5
	Ost	6. OG	III	54	44	-	-	74	65	9	10	4	5
	Ost	7. OG	III	54	44	-	-	73	65	8	10	3	5
	Ost	8. OG	III	54	44	-	-	73	65	8	10	3	5
	Ost	9. OG	III	53	44	-	-	73	64	8	9	3	4
	Ost	10. OG	III	53	44	-	-	72	64	7	9	2	4
	Ost	11. OG	III	53	44	-	-	72	64	7	9	2	4
	Ost	12. OG	III	53	44	-	-	72	63	7	8	2	3
	Ost	13. OG	III	53	44	-	-	71	63	6	8	1	3
	Ost	14. OG	III	53	44	-	-	71	63	6	8	1	3
	Ost	15. OG	III	53	44	-	-	71	62	6	7	1	2
	Ost	16. OG	III	53	44	-	-	70	62	5	7	-	2
	Ost	17. OG	III	52	44	-	-	70	62	5	7	-	2
	Ost	18. OG	III	52	44	-	-	70	62	5	7	-	2
	Ost	19. OG	III	52	44	-	-	70	61	5	6	-	1
	Ost	20. OG	III	52	44	-	-	69	61	4	6	-	1
	Ost	21. OG	III	52	44	-	-	69	61	4	6	-	1
	Ost	22. OG	III	52	44	-	-	69	60	4	5	-	-
	Ost	23. OG	III	52	44	-	-	69	60	4	5	-	-
	Ost	24. OG	III	52	44	-	-	68	60	3	5	-	-
	Ost	25. OG	III	52	44	-	-	68	60	3	5	-	-
	Süd	EG	III	43	35	-	-	55	47	-	-	-	-
	Süd	1. OG	III	45	37	-	-	56	48	-	-	-	-
	Süd	2. OG	III	48	41	-	-	59	51	-	-	-	-
	Süd	3. OG	III	51	43	-	-	63	54	-	-	-	-
	Süd	4. OG	III	51	44	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	5. OG	III	51	44	-	-	69	60	4	5	-	-
	Süd	6. OG	III	52	44	-	-	69	60	4	5	-	-
	Süd	7. OG	III	52	44	-	-	69	60	4	5	-	-
	Süd	8. OG	III	52	44	-	-	68	60	3	5	-	-
	Süd	9. OG	III	52	44	-	-	68	60	3	5	-	-

Baufeld	Fassade	Geschoss	ES	Eisenbahnlärm				Strassenverkehrslärm					
				Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe	
				tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)
Baufeld A	Süd	10. OG	III	52	44	-	-	68	60	3	5	-	-
	Süd	11. OG	III	52	44	-	-	68	59	3	4	-	-
	Süd	12. OG	III	52	44	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	13. OG	III	52	44	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	14. OG	III	52	44	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	15. OG	III	52	44	-	-	67	58	2	3	-	-
	Süd	16. OG	III	52	44	-	-	66	58	1	3	-	-
	Süd	17. OG	III	52	44	-	-	66	58	1	3	-	-
	Süd	18. OG	III	51	44	-	-	66	58	1	3	-	-
	Süd	19. OG	III	51	44	-	-	66	57	1	2	-	-
	Süd	20. OG	III	51	44	-	-	65	57	-	2	-	-
	Süd	21. OG	III	51	44	-	-	65	57	-	2	-	-
	Süd	22. OG	III	51	44	-	-	65	57	-	2	-	-
	Süd	23. OG	III	51	44	-	-	65	56	-	1	-	-
Baufeld B	Süd	24. OG	III	51	44	-	-	64	56	-	1	-	-
	Süd	25. OG	III	52	44	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	EG	III	45	38	-	-	57	48	-	-	-	-
	Nord	1. OG	III	47	39	-	-	59	51	-	-	-	-
	Nord	2. OG	III	48	38	-	-	60	52	-	-	-	-
	Nord	3. OG	III	49	40	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	4. OG	III	50	40	-	-	65	57	-	2	-	-
	Nord	5. OG	III	50	40	-	-	66	57	1	2	-	-
	Nord	6. OG	III	50	40	-	-	66	57	1	2	-	-
	Nord	7. OG	III	50	40	-	-	66	57	1	2	-	-
	Nord	8. OG	III	50	40	-	-	66	57	1	2	-	-
	Nord	9. OG	III	50	40	-	-	65	57	-	2	-	-
	Nord	10. OG	III	50	40	-	-	65	57	-	2	-	-
	Nord	11. OG	III	50	40	-	-	65	57	-	2	-	-
	Nord	12. OG	III	50	40	-	-	65	57	-	2	-	-
	Nord	13. OG	III	49	40	-	-	65	57	-	2	-	-
	Nord	14. OG	III	49	40	-	-	65	57	-	2	-	-
	Nord	15. OG	III	49	40	-	-	65	56	-	1	-	-
	Nord	16. OG	III	49	40	-	-	65	56	-	1	-	-
	Nord	17. OG	III	49	40	-	-	65	56	-	1	-	-
	Nord	18. OG	III	49	40	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	19. OG	III	49	40	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	20. OG	III	50	40	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	21. OG	III	50	41	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	22. OG	III	49	40	-	-	64	55	-	-	-	-
	Ost	EG	III	50	42	-	-	60	51	-	-	-	-
	Ost	1. OG	III	52	44	-	-	62	53	-	-	-	-
	Ost	2. OG	III	52	44	-	-	64	56	-	1	-	-
	Ost	3. OG	III	53	45	-	-	68	59	3	4	-	-
	Ost	4. OG	III	53	45	-	-	69	61	4	6	-	1
	Ost	5. OG	III	53	45	-	-	69	61	4	6	-	1
	Ost	6. OG	III	53	45	-	-	69	61	4	6	-	1
	Ost	7. OG	III	53	45	-	-	69	61	4	6	-	1
	Ost	8. OG	III	53	45	-	-	69	61	4	6	-	1
	Ost	9. OG	III	53	45	-	-	69	61	4	6	-	1
	Ost	10. OG	III	53	46	-	-	69	60	4	5	-	-
	Ost	11. OG	III	53	46	-	-	69	60	4	5	-	-
	Ost	12. OG	III	53	45	-	-	68	60	3	5	-	-
	Ost	13. OG	III	53	45	-	-	68	60	3	5	-	-
	Ost	14. OG	III	53	45	-	-	68	60	3	5	-	-
	Ost	15. OG	III	53	45	-	-	68	60	3	5	-	-
	Ost	16. OG	III	53	45	-	-	68	59	3	4	-	-
	Ost	17. OG	III	53	45	-	-	68	59	3	4	-	-
	Ost	18. OG	III	53	45	-	-	67	59	2	4	-	-
	Ost	19. OG	III	53	45	-	-	67	59	2	4	-	-
	Ost	20. OG	III	53	45	-	-	67	59	2	4	-	-
	Ost	21. OG	III	53	45	-	-	67	58	2	3	-	-
	Ost	22. OG	III	52	45	-	-	67	58	2	3	-	-
	Süd	EG	III	49	41	-	-	56	48	-	-	-	-
	Süd	1. OG	III	51	43	-	-	58	50	-	-	-	-
	Süd	2. OG	III	52	44	-	-	61	52	-	-	-	-

Baufeld	Fassade	Geschoss	ES	Eisenbahnlärm				Strassenverkehrslärm					
				Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe	
				tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)
	Süd	3. OG	III	52	45	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	4. OG	III	53	45	-	-	65	57	-	2	-	-
	Süd	5. OG	III	53	45	-	-	65	57	-	2	-	-
	Süd	6. OG	III	53	45	-	-	65	57	-	2	-	-
	Süd	7. OG	III	53	45	-	-	65	56	-	1	-	-
	Süd	8. OG	III	53	45	-	-	65	56	-	1	-	-
	Süd	9. OG	III	53	45	-	-	65	56	-	1	-	-
	Süd	10. OG	III	53	46	-	-	65	56	-	1	-	-
	Süd	11. OG	III	53	46	-	-	65	56	-	1	-	-
	Süd	12. OG	III	53	46	-	-	64	56	-	1	-	-
	Süd	13. OG	III	53	46	-	-	64	56	-	1	-	-
	Süd	14. OG	III	53	45	-	-	64	56	-	1	-	-
	Süd	15. OG	III	53	45	-	-	64	56	-	1	-	-
	Süd	16. OG	III	53	45	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	17. OG	III	53	45	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	18. OG	III	52	45	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	19. OG	III	52	45	-	-	63	55	-	-	-	-
	Süd	20. OG	III	52	45	-	-	63	55	-	-	-	-
	Süd	21. OG	III	52	44	-	-	63	55	-	-	-	-
	Süd	22. OG	III	52	44	-	-	63	54	-	-	-	-
Baufeld C	Nord	EG	III	45	36	-	-	58	49	-	-	-	-
	Nord	1. OG	III	47	38	-	-	60	51	-	-	-	-
	Nord	2. OG	III	48	39	-	-	63	54	-	-	-	-
	Nord	3. OG	III	49	40	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	4. OG	III	49	40	-	-	69	60	4	5	-	-
	Nord	5. OG	III	49	40	-	-	69	60	4	5	-	-
	Nord	6. OG	III	49	40	-	-	69	60	4	5	-	-
	Nord	7. OG	III	49	40	-	-	69	60	4	5	-	-
	Nord	8. OG	III	49	40	-	-	68	60	3	5	-	-
	Nord	9. OG	III	49	40	-	-	68	60	3	5	-	-
	Nord	10. OG	III	49	40	-	-	68	60	3	5	-	-
	Nord	11. OG	III	49	40	-	-	68	60	3	5	-	-
	Nord	12. OG	III	49	41	-	-	68	59	3	4	-	-
	Nord	13. OG	III	50	41	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	14. OG	III	50	41	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	15. OG	III	50	41	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	16. OG	III	50	41	-	-	67	58	2	3	-	-
	Nord	17. OG	III	49	41	-	-	67	58	2	3	-	-
	Ost	EG	III	55	47	-	-	59	51	-	-	-	-
	Ost	1. OG	III	58	51	-	-	62	54	-	-	-	-
	Ost	2. OG	III	59	51	-	-	65	57	-	2	-	-
	Ost	3. OG	III	59	51	-	-	71	62	6	7	1	2
	Ost	4. OG	III	59	51	-	-	73	65	8	10	3	5
	Ost	5. OG	III	59	51	-	-	73	65	8	10	3	5
	Ost	6. OG	III	58	51	-	-	73	64	8	9	3	4
	Ost	7. OG	III	58	50	-	-	72	64	7	9	2	4
	Ost	8. OG	III	58	50	-	-	72	64	7	9	2	4
	Ost	9. OG	III	58	50	-	-	72	63	7	8	2	3
	Ost	10. OG	III	57	50	-	-	71	63	6	8	1	3
	Ost	11. OG	III	57	49	-	-	71	63	6	8	1	3
	Ost	12. OG	III	57	49	-	-	71	62	6	7	1	2
	Ost	13. OG	III	56	49	-	-	70	62	5	7	-	2
	Ost	14. OG	III	56	48	-	-	70	62	5	7	-	2
	Ost	15. OG	III	55	48	-	-	70	62	5	7	-	2
	Ost	16. OG	III	55	47	-	-	70	61	5	6	-	1
	Ost	17. OG	III	54	47	-	-	69	61	4	6	-	1
	Süd	EG	III	54	47	-	-	57	49	-	-	-	-
	Süd	1. OG	III	59	52	-	-	60	52	-	-	-	-
	Süd	2. OG	III	59	52	-	-	63	55	-	-	-	-
	Süd	3. OG	III	59	52	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	4. OG	III	59	52	-	-	68	60	3	5	-	-
	Süd	5. OG	III	59	52	-	-	68	60	3	5	-	-
	Süd	6. OG	III	59	51	-	-	68	60	3	5	-	-
	Süd	7. OG	III	58	51	-	-	68	60	3	5	-	-
	Süd	8. OG	III	58	51	-	-	68	60	3	5	-	-

Baufeld	Fassade	Geschoss	ES	Eisenbahnlärm				Strassenverkehrslärm					
				Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe	
				tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)
	Süd	9. OG	III	58	50	-	-	68	59	3	4	-	-
	Süd	10. OG	III	57	50	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	11. OG	III	57	49	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	12. OG	III	56	49	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	13. OG	III	56	48	-	-	67	58	2	3	-	-
	Süd	14. OG	III	55	48	-	-	66	58	1	3	-	-
	Süd	15. OG	III	55	47	-	-	66	58	1	3	-	-
	Süd	16. OG	III	54	47	-	-	66	58	1	3	-	-
Baufeld D	Süd	17. OG	III	53	46	-	-	66	57	1	2	-	-
	Nord	EG	III	55	43	-	-	56	48	-	-	-	-
	Nord	1. OG	III	56	44	-	-	58	50	-	-	-	-
	Nord	2. OG	III	56	44	-	-	62	54	-	-	-	-
	Nord	3. OG	III	56	44	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	4. OG	III	56	44	-	-	70	61	5	6	-	1
	Nord	5. OG	III	55	43	-	-	70	61	5	6	-	1
	Nord	6. OG	III	55	43	-	-	70	61	5	6	-	1
	Nord	7. OG	III	55	43	-	-	69	61	4	6	-	1
	Nord	8. OG	III	54	42	-	-	69	61	4	6	-	1
	Nord	9. OG	III	54	42	-	-	69	61	4	6	-	1
	Nord	10. OG	III	53	42	-	-	69	60	4	5	-	-
	West	EG	III	51	40	-	-	60	52	-	-	-	-
	West	1. OG	III	52	42	-	-	62	54	-	-	-	-
	West	2. OG	III	53	42	-	-	65	57	-	2	-	-
	West	3. OG	III	53	42	-	-	70	62	5	7	-	2
	West	4. OG	III	53	42	-	-	74	66	9	11	4	6
	West	5. OG	III	52	42	-	-	74	65	9	10	4	5
	West	6. OG	III	52	42	-	-	74	65	9	10	4	5
	West	7. OG	III	52	42	-	-	73	65	8	10	3	5
	West	8. OG	III	52	41	-	-	73	65	8	10	3	5
	West	9. OG	III	51	41	-	-	73	64	8	9	3	4
	West	10. OG	III	51	41	-	-	72	64	7	9	2	4
	Süd	EG	III	49	41	-	-	60	51	-	-	-	-
	Süd	1. OG	III	51	43	-	-	61	53	-	-	-	-
	Süd	2. OG	III	51	44	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	3. OG	III	52	44	-	-	68	60	3	5	-	-
	Süd	4. OG	III	52	44	-	-	70	61	5	6	-	1
	Süd	5. OG	III	52	45	-	-	70	61	5	6	-	1
	Süd	6. OG	III	52	45	-	-	70	61	5	6	-	1
	Süd	7. OG	III	53	46	-	-	69	61	4	6	-	1
	Süd	8. OG	III	53	46	-	-	69	61	4	6	-	1
	Süd	9. OG	III	54	46	-	-	69	61	4	6	-	1
	Süd	10. OG	III	53	46	-	-	69	60	4	5	-	-

Arealentwicklung Ausserholligen, Bern

Ergebnisse der Lärmberechnungen, Strassenlärm ohne und mit Lärmschutzwänden

Baufeld	Fassade	Geschoss	ES	Strassenverkehrslärm						Strassenverkehrslärm LSW H = 2.5m						Strassenverkehrslärm LSW H = 4.5m					
				Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe	
				tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)
Baufeld A	Nord	EG	III	54	46	-	-	-	-	54	46	-	-	-	-	54	46	-	-	-	-
	Nord	1. OG	III	56	48	-	-	-	-	56	48	-	-	-	-	56	48	-	-	-	-
	Nord	2. OG	III	58	50	-	-	-	-	58	50	-	-	-	-	58	50	-	-	-	-
	Nord	3. OG	III	61	53	-	-	-	-	62	54	-	-	-	-	62	54	-	-	-	-
	Nord	4. OG	III	65	57	-	2	-	-	66	57	1	2	-	-	65	57	-	2	-	-
	Nord	5. OG	III	69	61	4	6	-	1	62	54	-	-	-	-	61	53	-	-	-	-
	Nord	6. OG	III	69	61	4	6	-	1	65	57	-	2	-	-	62	54	-	-	-	-
	Nord	7. OG	III	69	61	4	6	-	1	67	59	2	4	-	-	65	56	-	1	-	-
	Nord	8. OG	III	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1	67	58	2	3	-	-
	Nord	9. OG	III	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1	67	59	2	4	-	-
	Nord	10. OG	III	69	60	4	5	-	-	69	60	4	5	-	-	68	59	3	4	-	-
	Nord	11. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-
	Nord	12. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-
	Nord	13. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-
	Nord	14. OG	III	68	59	3	4	-	-	68	59	3	4	-	-	68	59	3	4	-	-
	Nord	15. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	16. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	17. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	18. OG	III	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-
	Nord	19. OG	III	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-
	Nord	20. OG	III	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-
	Nord	21. OG	III	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-
	Nord	22. OG	III	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-
	Nord	23. OG	III	66	57	1	2	-	-	66	57	1	2	-	-	66	57	1	2	-	-
	Nord	24. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-
	Nord	25. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-
	Ost	EG	III	58	50	-	-	-	-	58	50	-	-	-	-	58	50	-	-	-	-
	Ost	1. OG	III	60	52	-	-	-	-	60	51	-	-	-	-	60	51	-	-	-	-
	Ost	2. OG	III	62	53	-	-	-	-	61	53	-	-	-	-	61	53	-	-	-	-
	Ost	3. OG	III	65	56	-	1	-	-	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-
	Ost	4. OG	III	69	61	4	6		1	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6		1
	Ost	5. OG	III	74	65	9	10	4	5	65	56	-	1	-	-	61	53	-	-	-	-
	Ost	6. OG	III	74	65	9	10	4	5	71	63	6	8	1	3	64	56	-	1	-	-

Baufeld	Fassade	Geschoss	ES	Strassenverkehrslärm						Strassenverkehrslärm LSW H = 2.5m						Strassenverkehrslärm LSW H = 4.5m					
				Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe	
				tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)
Baufeld A	Ost	7. OG	III	73	65	8	10	3	5	73	65	8	10	3	5	70	62	5	7	-	2
	Ost	8. OG	III	73	65	8	10	3	5	73	65	8	10	3	5	71	63	6	8	1	3
	Ost	9. OG	III	73	64	8	9	3	4	73	64	8	9	3	4	73	64	8	9	3	4
	Ost	10. OG	III	72	64	7	9	2	4	72	64	7	9	2	4	72	64	7	9	2	4
	Ost	11. OG	III	72	64	7	9	2	4	72	64	7	9	2	4	72	64	7	9	2	4
	Ost	12. OG	III	72	63	7	8	2	3	72	63	7	8	2	3	72	63	7	8	2	3
	Ost	13. OG	III	71	63	6	8	1	3	71	63	6	8	1	3	71	63	6	8	1	3
	Ost	14. OG	III	71	63	6	8	1	3	71	63	6	8	1	3	71	63	6	8	1	3
	Ost	15. OG	III	71	62	6	7	1	2	71	62	6	7	1	2	71	62	6	7	1	2
	Ost	16. OG	III	70	62	5	7	-	2	70	62	5	7	-	2	70	62	5	7	-	2
	Ost	17. OG	III	70	62	5	7	-	2	70	62	5	7	-	2	70	62	5	7	-	2
	Ost	18. OG	III	70	62	5	7	-	2	70	62	5	7	-	2	70	62	5	7	-	2
	Ost	19. OG	III	70	61	5	6	-	1	70	61	5	6	-	1	70	61	5	6	-	1
	Ost	20. OG	III	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1
	Ost	21. OG	III	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1
	Ost	22. OG	III	69	60	4	5	-	-	69	60	4	5	-	-	69	60	4	5	-	-
	Ost	23. OG	III	69	60	4	5	-	-	69	60	4	5	-	-	69	60	4	5	-	-
	Ost	24. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-
	Ost	25. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-
Baufeld A	Süd	EG	III	55	47	-	-	-	-	55	47	-	-	-	-	55	47	-	-	-	-
	Süd	1. OG	III	56	48	-	-	-	-	56	47	-	-	-	-	56	47	-	-	-	-
	Süd	2. OG	III	59	51	-	-	-	-	60	51	-	-	-	-	60	51	-	-	-	-
	Süd	3. OG	III	63	54	-	-	-	-	64	55	-	-	-	-	63	55	-	-	-	-
	Süd	4. OG	III	67	59	2	4	-	-	62	54	-	-	-	-	61	53	-	-	-	-
	Süd	5. OG	III	69	60	4	5	-	-	62	53	-	-	-	-	57	48	-	-	-	-
	Süd	6. OG	III	69	60	4	5	-	-	67	58	2	3	-	-	60	52	-	-	-	-
	Süd	7. OG	III	69	60	4	5	-	-	68	59	3	4	-	-	66	58	1	3	-	-
	Süd	8. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	66	58	1	3	-	-
	Süd	9. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	10. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	59	3	4	-	-
	Süd	11. OG	III	68	59	3	4	-	-	68	59	3	4	-	-	68	59	3	4	-	-
	Süd	12. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	68	59	3	4	-	-
	Süd	13. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	14. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	15. OG	III	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-
	Süd	16. OG	III	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-

Baufeld	Fassade	Geschoss	ES	Strassenverkehrslärm						Strassenverkehrslärm LSW H = 2.5m						Strassenverkehrslärm LSW H = 4.5m					
				Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe	
				tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)
	Süd	17. OG	III	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-
	Süd	18. OG	III	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-
	Süd	19. OG	III	66	57	1	2	-	-	66	57	1	2	-	-	66	57	1	2	-	-
	Süd	20. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-
	Süd	21. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-
	Süd	22. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-
	Süd	23. OG	III	65	56	-	1	-	-	65	56	-	1	-	-	65	56	-	1	-	-
	Süd	24. OG	III	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-
	Süd	25. OG	III	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-
Baufeld B	Nord	EG	III	57	48	-	-	-	-	56	48	-	-	-	-	56	48	-	-	-	-
	Nord	1. OG	III	59	51	-	-	-	-	59	51	-	-	-	-	59	51	-	-	-	-
	Nord	2. OG	III	60	52	-	-	-	-	61	52	-	-	-	-	61	52	-	-	-	-
	Nord	3. OG	III	64	56	-	1	-	-	59	50	-	-	-	-	58	50	-	-	-	-
	Nord	4. OG	III	65	57	-	2	-	-	56	48	-	-	-	-	53	45	-	-	-	-
	Nord	5. OG	III	66	57	1	2	-	-	59	51	-	-	-	-	54	46	-	-	-	-
	Nord	6. OG	III	66	57	1	2	-	-	63	54	-	-	-	-	57	48	-	-	-	-
	Nord	7. OG	III	66	57	1	2	-	-	64	55	-	-	-	-	60	52	-	-	-	-
	Nord	8. OG	III	66	57	1	2	-	-	65	56	-	1	-	-	63	54	-	-	-	-
	Nord	9. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	56	-	1	-	-	63	55	-	-	-	-
	Nord	10. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-	63	55	-	-	-	-
	Nord	11. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-	63	55	-	-	-	-
	Nord	12. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	13. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	14. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	15. OG	III	65	56	-	1	-	-	65	56	-	1	-	-	65	56	-	1	-	-
	Nord	16. OG	III	65	56	-	1	-	-	65	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	17. OG	III	65	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	18. OG	III	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	19. OG	III	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	20. OG	III	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-
	Nord	21. OG	III	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	64	55	-	-	-	-
	Nord	22. OG	III	64	55	-	-	-	-	64	55	-	-	-	-	64	55	-	-	-	-
	Ost	EG	III	60	51	-	-	-	-	60	51	-	-	-	-	60	51	-	-	-	-
	Ost	1. OG	III	62	53	-	-	-	-	62	54	-	-	-	-	62	54	-	-	-	-
	Ost	2. OG	III	64	56	-	1	-	-	63	55	-	-	-	-	63	55	-	-	-	-
	Ost	3. OG	III	68	59	3	4	-	-	61	53	-	-	-	-	60	52	-	-	-	-

Baufeld	Fassade	Geschoss	ES	Strassenverkehrslärm						Strassenverkehrslärm LSW H = 2.5m						Strassenverkehrslärm LSW H = 4.5m					
				Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe	
				tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)
Baufeld B	Ost	4. OG	III	69	61	4	6	-	1	61	52	-	-	-	-	55	47	-	-	-	-
	Ost	5. OG	III	69	61	4	6	-	1	65	56	-	1	-	-	58	50	-	-	-	-
	Ost	6. OG	III	69	61	4	6	-	1	67	59	2	4	-	-	62	53	-	-	-	-
	Ost	7. OG	III	69	61	4	6	-	1	68	60	3	5	-	-	65	57	-	2	-	-
	Ost	8. OG	III	69	61	4	6	-	1	68	60	3	5	-	-	66	58	1	3	-	-
	Ost	9. OG	III	69	61	4	6	-	1	69	60	4	5	-	-	67	59	2	4	-	-
	Ost	10. OG	III	69	60	4	5	-	-	69	60	4	5	-	-	67	59	2	4	-	-
	Ost	11. OG	III	69	60	4	5	-	-	69	60	4	5	-	-	68	59	3	4	-	-
	Ost	12. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	59	3	4	-	-
	Ost	13. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-
	Ost	14. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-
	Ost	15. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-
	Ost	16. OG	III	68	59	3	4	-	-	68	59	3	4	-	-	68	59	3	4	-	-
	Ost	17. OG	III	68	59	3	4	-	-	68	59	3	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Ost	18. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Ost	19. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Ost	20. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Ost	21. OG	III	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-
	Ost	22. OG	III	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-
Baufeld B	Süd	EG	III	56	48	-	-	-	-	56	48	-	-	-	-	56	48	-	-	-	-
	Süd	1. OG	III	58	50	-	-	-	-	58	50	-	-	-	-	58	50	-	-	-	-
	Süd	2. OG	III	61	52	-	-	-	-	57	48	-	-	-	-	56	48	-	-	-	-
	Süd	3. OG	III	64	55	-	-	-	-	56	48	-	-	-	-	54	46	-	-	-	-
	Süd	4. OG	III	65	57	-	2	-	-	58	49	-	-	-	-	53	45	-	-	-	-
	Süd	5. OG	III	65	57	-	2	-	-	61	53	-	-	-	-	55	47	-	-	-	-
	Süd	6. OG	III	65	57	-	2	-	-	63	55	-	-	-	-	58	50	-	-	-	-
	Süd	7. OG	III	65	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	61	53	-	-	-	-
	Süd	8. OG	III	65	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	62	54	-	-	-	-
	Süd	9. OG	III	65	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	63	54	-	-	-	-
	Süd	10. OG	III	65	56	-	1	-	-	65	56	-	1	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	11. OG	III	65	56	-	1	-	-	65	56	-	1	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	12. OG	III	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	13. OG	III	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	14. OG	III	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	15. OG	III	64	56	-	1	-	-	64	56	-	1	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	16. OG	III	64	55	-	-	-	-	64	56	-	1	-	-	64	55	-	-	-	-

Baufeld	Fassade	Geschoss	ES	Strassenverkehrslärm						Strassenverkehrslärm LSW H = 2.5m						Strassenverkehrslärm LSW H = 4.5m					
				Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe	
				tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)
	Süd	17. OG	III	64	55	-	-	-	-	64	55	-	-	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	18. OG	III	64	55	-	-	-	-	64	55	-	-	-	-	64	55	-	-	-	-
	Süd	19. OG	III	63	55	-	-	-	-	63	55	-	-	-	-	63	55	-	-	-	-
	Süd	20. OG	III	63	55	-	-	-	-	63	55	-	-	-	-	63	55	-	-	-	-
	Süd	21. OG	III	63	55	-	-	-	-	63	55	-	-	-	-	63	55	-	-	-	-
	Süd	22. OG	III	63	54	-	-	-	-	63	54	-	-	-	-	63	54	-	-	-	-
Baufeld C	Nord	EG	III	58	49	-	-	-	-	58	49	-	-	-	-	58	49	-	-	-	-
	Nord	1. OG	III	60	51	-	-	-	-	59	51	-	-	-	-	59	51	-	-	-	-
	Nord	2. OG	III	63	54	-	-	-	-	63	54	-	-	-	-	63	54	-	-	-	-
	Nord	3. OG	III	67	59	2	4	-	-	61	52	-	-	-	-	60	51	-	-	-	-
	Nord	4. OG	III	69	60	4	5	-	-	62	53	-	-	-	-	56	48	-	-	-	-
	Nord	5. OG	III	69	60	4	5	-	-	67	58	2	3	-	-	60	52	-	-	-	-
	Nord	6. OG	III	69	60	4	5	-	-	68	59	3	4	-	-	65	57	-	2	-	-
	Nord	7. OG	III	69	60	4	5	-	-	68	60	3	5	-	-	67	58	2	3	-	-
	Nord	8. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	9. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	10. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	59	3	4	-	-
	Nord	11. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	59	3	4	-	-	68	59	3	4	-	-
	Nord	12. OG	III	68	59	3	4	-	-	68	59	3	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	13. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	14. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Nord	15. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	58	2	3	-	-
	Nord	16. OG	III	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-
	Nord	17. OG	III	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-	66	58	1	3	-	-
Baufeld C	Ost	EG	III	59	51	-	-	-	-	59	51	-	-	-	-	59	51	-	-	-	-
	Ost	1. OG	III	62	54	-	-	-	-	62	54	-	-	-	-	62	54	-	-	-	-
	Ost	2. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-	65	57	-	2	-	-
	Ost	3. OG	III	71	62	6	7	1	2	64	56	-	1	-	-	61	53	-	-	-	-
	Ost	4. OG	III	73	65	8	10	3	5	70	62	5	7		2	63	55	-	-	-	-
	Ost	5. OG	III	73	65	8	10	3	5	72	64	7	9	2	4	70	62	5	7	-	2
	Ost	6. OG	III	73	64	8	9	3	4	73	64	8	9	3	4	72	63	7	8	2	3
	Ost	7. OG	III	72	64	7	9	2	4	72	64	7	9	2	4	72	64	7	9	2	4
	Ost	8. OG	III	72	64	7	9	2	4	72	64	7	9	2	4	72	64	7	9	2	4
	Ost	9. OG	III	72	63	7	8	2	3	72	63	7	8	2	3	72	63	7	8	2	3
	Ost	10. OG	III	71	63	6	8	1	3	71	63	6	8	1	3	71	63	6	8	1	3
	Ost	11. OG	III	71	63	6	8	1	3	71	63	6	8	1	3	71	63	6	8	1	3

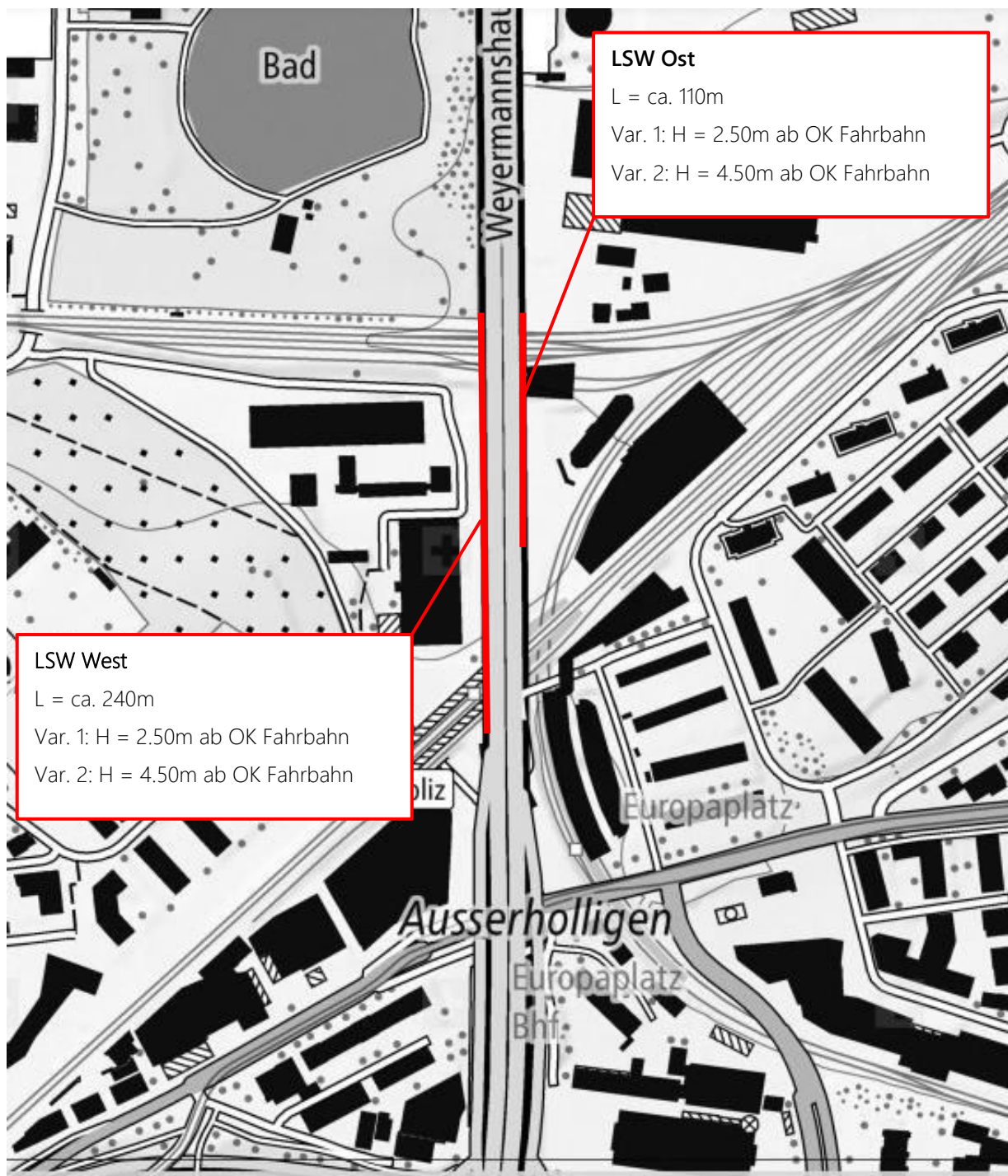
Baufeld	Fassade	Geschoss	ES	Strassenverkehrslärm						Strassenverkehrslärm LSW H = 2.5m						Strassenverkehrslärm LSW H = 4.5m					
				Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe	
				tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)
	Ost	12. OG	III	71	62	6	7	1	2	71	63	6	8	1	3	71	62	6	7	1	2
	Ost	13. OG	III	70	62	5	7	-	2	70	62	5	7	-	2	70	62	5	7	-	2
	Ost	14. OG	III	70	62	5	7	-	2	70	62	5	7	-	2	70	62	5	7	-	2
	Ost	15. OG	III	70	62	5	7	-	2	70	62	5	7	-	2	70	62	5	7	-	2
	Ost	16. OG	III	70	61	5	6	-	1	70	61	5	6	-	1	70	61	5	6	-	1
	Ost	17. OG	III	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1
Baufeld C	Süd	EG	III	57	49	-	-	-	-	57	49	-	-	-	-	57	49	-	-	-	-
	Süd	1. OG	III	60	52	-	-	-	-	60	51	-	-	-	-	59	51	-	-	-	-
	Süd	2. OG	III	63	55	-	-	-	-	62	54	-	-	-	-	61	53	-	-	-	-
	Süd	3. OG	III	67	59	2	4	-	-	63	55	-	-	-	-	59	51	-	-	-	-
	Süd	4. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	59	3	4	-	-	63	55	-	-	-	-
	Süd	5. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	6. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	59	3	4	-	-
	Süd	7. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	68	59	3	4	-	-
	Süd	8. OG	III	68	60	3	5	-	-	68	60	3	5	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	9. OG	III	68	59	3	4	-	-	68	59	3	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	10. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	11. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	12. OG	III	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-	67	59	2	4	-	-
	Süd	13. OG	III	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-	67	58	2	3	-	-
	Süd	14. OG	III	66	58	1	3	-	-	67	58	2	3	-	-	66	58	1	3	-	-
	Süd	15. OG	III	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-
	Süd	16. OG	III	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-	66	58	1	3	-	-
	Süd	17. OG	III	66	57	1	2	-	-	66	57	1	2	-	-	66	57	1	2	-	-
Baufeld D	Nord	EG	III	56	48	-	-	-	-	56	48	-	-	-	-	56	48	-	-	-	-
	Nord	1. OG	III	58	50	-	-	-	-	59	50	-	-	-	-	59	50	-	-	-	-
	Nord	2. OG	III	62	54	-	-	-	-	62	54	-	-	-	-	62	54	-	-	-	-
	Nord	3. OG	III	67	59	2	4	-	-	63	55	-	-	-	-	64	55	-	-	-	-
	Nord	4. OG	III	70	61	5	6	-	1	64	55	-	-	-	-	62	54	-	-	-	-
	Nord	5. OG	III	70	61	5	6	-	1	68	60	3	5	-	-	63	55	-	-	-	-
	Nord	6. OG	III	70	61	5	6	-	1	69	61	4	6	-	1	67	59	2	4	-	-
	Nord	7. OG	III	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1	67	59	2	4	-	-
	Nord	8. OG	III	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1	69	60	4	5	-	-
	Nord	9. OG	III	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1
	Nord	10. OG	III	69	60	4	5	-	-	69	60	4	5	-	-	69	60	4	5	-	-

Baufeld	Fassade	Geschoss	ES	Strassenverkehrslärm						Strassenverkehrslärm LSW H = 2.5m						Strassenverkehrslärm LSW H = 4.5m					
				Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe		Beurteilungspegel Lr		Lr > IGW Wohnen		Lr > IGW Betriebe	
				tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)
Baufeld D	West	EG	III	60	52	-	-	-	-	59	51	-	-	-	-	59	51	-	-	-	-
	West	1. OG	III	62	54	-	-	-	-	62	54	-	-	-	-	62	54	-	-	-	-
	West	2. OG	III	65	57	-	2	-	-	65	56	-	1	-	-	65	56	-	1	-	-
	West	3. OG	III	70	62	5	7	-	2	67	58	2	3	-	-	66	58	1	3	-	-
	West	4. OG	III	74	66	9	11	4	6	67	59	2	4	-	-	64	56	-	1	-	-
	West	5. OG	III	74	65	9	10	4	5	72	64	7	9	2	4	67	59	2	4	-	-
	West	6. OG	III	74	65	9	10	4	5	74	65	9	10	4	5	71	63	6	8	1	3
	West	7. OG	III	73	65	8	10	3	5	73	65	8	10	3	5	73	65	8	10	3	5
	West	8. OG	III	73	65	8	10	3	5	73	64	8	9	3	4	73	65	8	10	3	5
	West	9. OG	III	73	64	8	9	3	4	72	64	7	9	2	4	73	64	8	9	3	4
	West	10. OG	III	72	64	7	9	2	4	72	64	7	9	2	4	72	64	7	9	2	4
	Süd	EG	III	60	51	-	-	-	-	59	51	-	-	-	-	59	50	-	-	-	-
	Süd	1. OG	III	61	53	-	-	-	-	61	52	-	-	-	-	61	52	-	-	-	-
	Süd	2. OG	III	64	55	-	-	-	-	63	55	-	-	-	-	63	55	-	-	-	-
	Süd	3. OG	III	68	60	3	5	-	-	65	57	-	2	-	-	65	56	-	1	-	-
	Süd	4. OG	III	70	61	5	6	-	1	65	57	-	2	-	-	64	56	-	1	-	-
	Süd	5. OG	III	70	61	5	6	-	1	68	60	3	5	-	-	65	57	-	2	-	-
	Süd	6. OG	III	70	61	5	6	-	1	70	61	5	6	-	1	67	59	2	4	-	-
	Süd	7. OG	III	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1	68	60	3	5	-	-
	Süd	8. OG	III	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1
	Süd	9. OG	III	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1	69	61	4	6	-	1
	Süd	10. OG	III	69	60	4	5	-	-	69	60	4	5	-	-	69	60	4	5	-	-

Mögliche Massnahmen (auf Basis Lärmbelastung ohne LSW und Wohnnutzung)

- Loggia Typ 1: Schallharte Brüstung / Absorbierende Deckenuntersichten
- Loggia Typ 2: Schallharte Brüstung / Absorbierende Deckenuntersichten / Partielle Verglasung
- Vorgehängte Fassade / Pufferzone oder Anordnung von nicht lärmempfindlicher Nutzung

Übersicht Lage Lärmschutzwände



Lärmschutzwand auf Viadukt F 01 Weyermannshaus

Lärmschutzwand **H=4.50m** (ab OK Fahrbahn), westseitig L=240m, ostseitig L=110m

Kostenschätzung +/- 25%

Konsolgerüst aufgehängt an Brückenuntersicht, Normalbereich	230	m					380	CHF/m	87'400	CHF
Konsolgerüst aufgehängt an Brückenuntersicht, Bahnbereich	120	m					500	CHF/m	60'000	CHF
LSW inkl. Stahlkonstruktion und Befestigung auf Hauptbrücke	350	m	3.50	m	1'225	m ²	830	CHF/m ²	1'016'750	CHF
Statische Verstärkung der Krafteinleitung Leitmauer	350	m					230	CHF/m	80'500	CHF
Verkehrsmassnahmen inkl. Nachteilsätze, in % der Baukosten	10%								124'465	CHF
Baukosten inkl. Bauverkehrsführung									1'369'115	CHF
Honorare und Nebenkosten (sämtliche Mandate)	20%								273'823	CHF
Erstellungskosten									1'642'938	CHF
Unvorhergesehenes	10%								164'294	CHF
Erstellungskosten total									1'807'232	CHF
Mehrwertsteuer (derzeit 7.7%)	7.7%								139'157	CHF
Erstellungskosten netto inkl. MWSt.									1'950'000	CHF

Grundlagen und Bemerkungen:

Grundsätzlich liegt noch kein Projekt vor zu dem die Kosten geschätzt werden können. Wir haben die Kosten aufgrund unserer Erfahrungen, Einschätzungen und anhand einiger selber getroffenen (und nicht bei dritten verifizierten) Annahmen zusammengestellt.

Die effektive Höhe der LSW ergibt sich aus der Gesamthöhe von $H_{\text{tot}}=4.50\text{m}$ abzüglich der Höhe der Leitmauer von $H=1.0\text{m}$ $\Rightarrow H_{\text{LSW}}=3.50\text{m}$.

Um Verkehrsbehinderungen gering zu halten ist ein Konsolgerüst an der Brückenuntersicht vorgesehen.

Das Konsolgerüst wird mit Netzbekleidung und dichtem Boden ausgeführt, Montage vorwiegend von unten, Ablad von oben (Tag/Nachtbaustellen).

Bezüglich LSW ist der selbe Aufbau wie bei den bestehenden LSW West und Ost auf dem Viadukt F 01 eingerechnet.

Zur Aufnahme der zusätzlichen Lasten aus der Lärmschutzwand (Krafteinleitung in Brückenplatte) sind voraussichtlich Verstärkungen erforderlich.

Die statischen Verstärkungen müssen im Detail noch projektiert werden.

Für die Kostenschätzung wird angenommen: 1 Klebanker Hilti D=10mm pro m¹, Bohrtiefe 60cm horizontal in Fahrbahnplatte.

Lärmschutzwand auf Viadukt F 01 Weyermannshaus

Lärmschutzwand H=2.50m (ab OK Fahrbahn), westseitig L=240m, ostseitig L=110m

Kostenschätzung +/- 25%

Konsolgerüst aufgehängt an Brückenuntersicht, Normalbereich	230 m					380 CHF/m	87'400 CHF
Konsolgerüst aufgehängt an Brückenuntersicht, Bahnbereich	120 m					500 CHF/m	60'000 CHF
LSW inkl. Stahlkonstruktion und Befestigung auf Hauptbrücke	350 m	1.50 m	525 m ²			830 CHF/m ²	435'750 CHF
Verkehrsmassnahmen inkl. Nachteilsätze, in % der Baukosten	10%						58'315 CHF
Baukosten inkl. Bauverkehrsführung							641'465 CHF
Honorare und Nebenkosten (sämtliche Mandate)	25%						160'366 CHF
Erstellungskosten							801'831 CHF
Unvorhergesehenes	10%						80'183 CHF
Erstellungskosten total							882'014 CHF
Mehrwertsteuer (derzeit 7.7%)	7.7%						67'915 CHF
Erstellungskosten netto inkl. MWSt.							950'000 CHF

Grundlagen und Bemerkungen:

Grundsätzlich liegt noch kein Projekt vor zu dem die Kosten geschätzt werden können. Wir haben die Kosten aufgrund unserer Erfahrungen, Einschätzungen und anhand einiger selber getroffenen (und nicht bei dritten verifizierten) Annahmen zusammengestellt.

Die effektive Höhe der LSW ergibt sich aus der Gesamthöhe von $H_{\text{tot}}=2.50\text{m}$ abzüglich der Höhe der Leitmauer von $H=1.0\text{m}$ => $H_{\text{LSW}}=1.50\text{m}$.

Um Verkehrsbehinderungen gering zu halten ist ein Konsolgerüst an der Brückenuntersicht vorgesehen.

Das Konsolgerüst wird mit Netzbekleidung und dichtem Boden ausgeführt, Montage vorwiegend von unten, Ablad von oben (Tag/Nachtbaustellen).

Bezüglich LSW ist der selbe Aufbau wie bei den bestehenden LSW West und Ost auf dem Viadukt F 01 eingerechnet.

Bauen in lärmbelasteten Gebieten

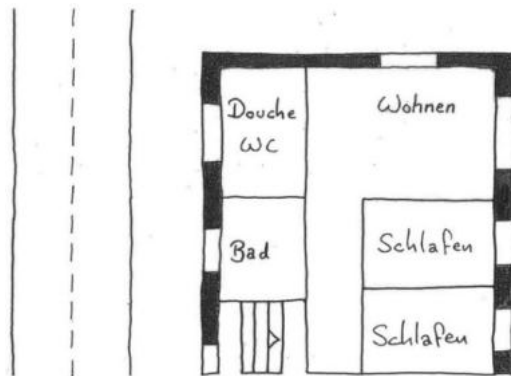
Zusammenstellung von Lärmschutzmassnahmen

In diesem Anhang finden Sie im ersten Teil eine Zusammenstellung von Lärmschutzmassnahmen, welche am Gebäude vorgenommen werden können. Alle vorgesehenen Massnahmen müssen frühzeitig mit dem AfU abgesprochen werden. Im zweiten Teil sind Massnahmen aufgeführt, welche aus baurechtlichen Gründen nicht erlaubt sind.

I) Lärmschutzmassnahmen am Gebäude

1. Anordnung der lärmempfindlichen Räume auf die ruhige Seite

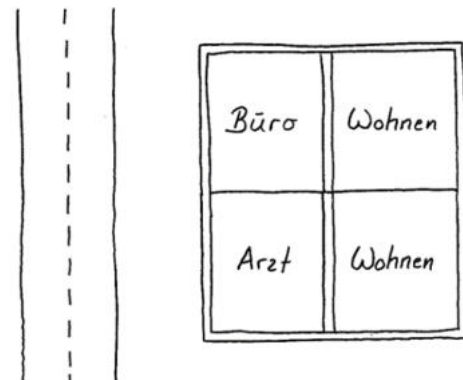
Die Grundrisse sollen so gestaltet werden, dass die lärmempfindlichen Wohnräume auf der ruhigen Seite des Gebäudes angeordnet werden. Die lärmunempfindlichen Räume sind dabei auf die lärmige Seite hin orientiert. Lärmunempfindliche Räume sind: Treppenhaus, Korridor, Bad, Dusche, WC, Abstellraum, abgeschlossene Küchen mit einer Bruttobodenfläche ohne feste Einbauten von weniger als 10 m² etc.



2. Anordnung von Räumen in Betrieben auf die lärmige Seite

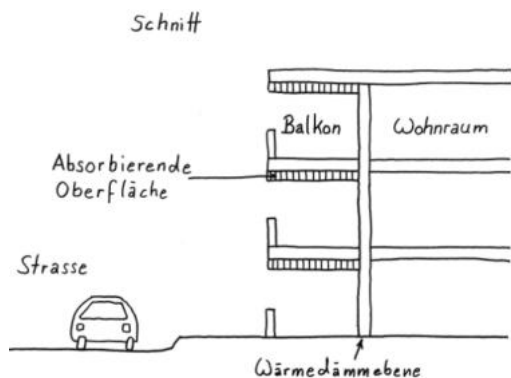
Bei Räumen in Betrieben gelten um 5 dBA höhere Planungswerte und Immissionsgrenzwerte. Räume in Betrieben sind Büros, Arztpraxen, Coiffeur, Verkaufsladen etc. Sind die Grenzwerte um weniger als 5 dBA überschritten, können die Grundrisse so gestaltet werden, dass diese Räume auf der lärmigen Seite liegen.

Keine Räume in Betrieben sind Schulen, Anstalten, Heime, Spitalzimmer und private Büros in Wohnungen.



3. Offene Balkone mit absorbierenden Oberflächen

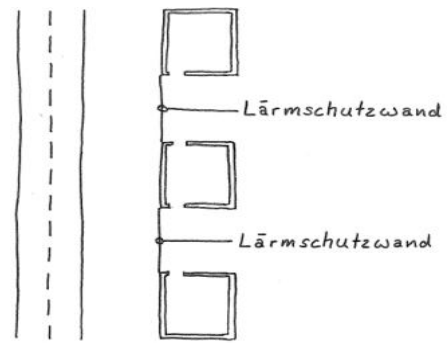
Balkone mit massiven geschlossenen Brüstungen und schallabsorbierenden Oberflächen vermindern die Lärmbelastungen in den dahinterliegenden Wohnräumen. Eine sehr gute Wirkung wird erzielt, wenn nebst der Decke auch die Seitenwände absorbierend gestaltet werden.



4. Lärmschutzwand zwischen den Gebäuden

Eine Lärmschutzwand zwischen den Gebäuden ist vor allem im städtischen Raum sinnvoll, wo es für eine „normale“ Lärmschutzwand zwischen Gebäude und Lärmquelle zu wenig Platz hat. Zwar wird damit die Frontfassade des Gebäudes zur Lärmquelle nicht geschützt, jedoch können mit Lüftungsfenstern und Ausnahmegesuchen gute Lösungen gefunden werden.

Zudem wird mit einer solchen Lärmschutzwand auch der Aussenraum zwischen den Gebäuden vor Lärm geschützt.



Grundriss

Die nachfolgend aufgeführten Massnahmen werden dann zugelassen, wenn die Anordnung der lärmempfindlichen Räume optimiert wurde, sowie Massnahmen an der Quelle und auf dem Ausbreitungsweg nicht genügen oder nicht in Betracht fallen. Eine Ausnahme nach Art. 31 LSV Ziff. 2 ist für diese Lösungen erforderlich.

5. Lüftungsfenster mit Anordnung der Räume

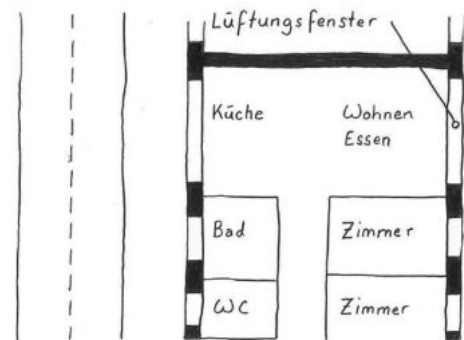
Zusätzlichen Spielraum zur Grundrissgestaltung gegenüber der Massnahme unter (1.) kann mit den sogenannten Lüftungsfenstern erzielt werden. Beim Lüftungsfenster gilt das am wenigsten lärmbelastete und zur Lüftung ausreichende Fenster eines Raumes als massgebender Ermittlungsort.

Nach dem Bundesgerichtsentscheid (1C_139/2015) vom März 2016 sind die Grenzwerte der Lärmschutzverordnung (LSV) prinzipiell an allen Fenstern lärmempfindlicher Räume einzuhalten. Lüftungsfenster sind somit keine ausreichenden Massnahmen zur Einhaltung der Grenzwerte mehr, aber Teil der Optimierung der Lärmschutzmassnahmen gemäss LSV und erleichtern die Erteilung einer Ausnahmegewilligung. (Siehe dazu auch das Praxisblatt „Baubewilligung in lärmbelasteten Gebieten; insbesondere den Teil „Ausnahmegesuch nach Art. 31 Abs. 2 LSV“).

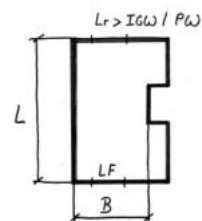
Für eine wirksame Raumlüftung gelten folgende Richtlinien:

- Die offenbare Fensterfläche des Lüftungsfensters muss mindestens 5% der Raumfläche betragen.
- Die Länge L des Raumes darf nicht grösser als 5x die schmalste Stelle B sein (s. Skizze). Die Distanz B ist so zu messen, dass sie nicht von Wandteilen oder Einbauten unterbrochen wird.
- Bei abgewinkelten Räumen ist für L die Summe von a + b einzusetzen (s. Skizze).
- Die schmalste Stelle des Raumes B muss grösser als 1.5 m sein.

Bei den Fenstern mit Überschreitung der IGW müssen die Anforderungen an die Schalldämmung nach SIA – Norm 181 angemessen verschärft werden (siehe Ergänzung am Schluss).



Rechteck-Raum:



$$L \leq 5 \times B$$

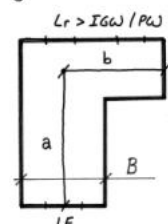
LF: Lüftungsfenster

Lr: Beurteilungspegel

IGW: Immissionsgrenzwert

PW: Planungswert

Abgewinkelter-Raum:



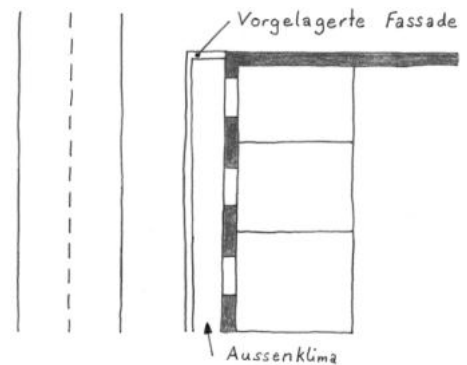
$$L = a + b$$

6. Vorgelagerte Fassade

Mit einer vorgelagerten Fassade als Lärmpuffer können die dahinterliegenden Räume vor Lärm geschützt werden. Die Fenster zur Lärmpufferzone dürfen als Ort der Lärmermittlung verwendet werden. In diesem Lärmpuffer muss Aussenklima herrschen.

Damit in diesem Lärmpuffer Aussenklima herrscht, muss der Abstand zwischen der vorgelagerten Fassade und der Hauptfassade genügend gross gewählt werden. Zudem muss der Vorbau hinterlüftet werden. Die Konstruktion ist von einem Bauphysiker zu dimensionieren.

Eine solche Lösung hat insbesondere bei Wohnnutzungen den folgenden Nachteil: Bei offenen Fenstern können Schall- und Geruchsemissionen von Raum zu Raum weitergeleitet werden.



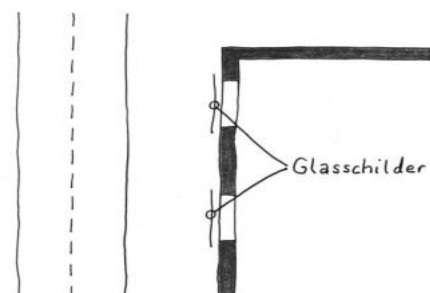
Es können auch andere als die hier aufgeführten Massnahmen vorgesehen werden. Dabei ist deren Wirkung nachvollziehbar auszuweisen.

II) Nicht erlaubte Lärmschutzmassnahmen

Die nachfolgend aufgeführten Lärmschutzmassnahmen werden in der Stadt Bern aus baurechtlichen Gründen nicht bewilligt. Es geht dabei im Wesentlichen darum, dass die zur Lärmermittlung dienenden Fenster von Wohnräumen unmittelbar ins Freie führen müssen und dass man diese jederzeit zu einem genügend grossen Teil öffnen kann (Art. 64 der kantonalen Bauverordnung).

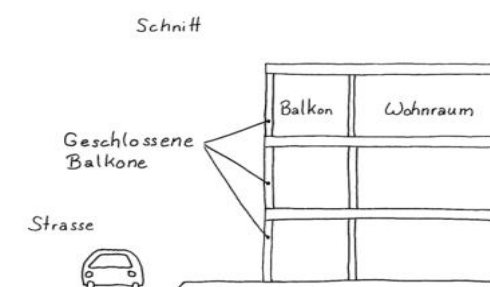
7. Glasschilder vor dem Fenster

Fenster mit Glasschildern, die das Fenster halb oder ganz abdecken, sind als massgebender Lärmermittlungsort nicht erlaubt, weil die Fensteröffnungen nicht unmittelbar ins Freie führen.



8. Balkone und Wintergärten in geschlossener Ausführung

Geschlossene Balkone, Wintergärten und Loggien dürfen nicht als 'Lärmpuffer' verwendet werden, weil die Fensteröffnungen der Wohnräume so nicht unmittelbar ins Freie führen.



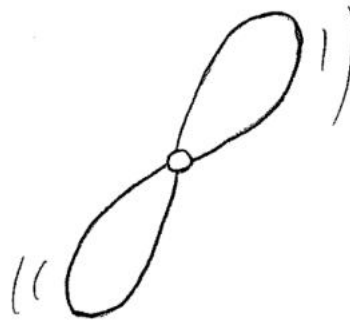
9. Kontrolliert belüftete Räume (z.B. Minergie oder Klimaanlage)

Eine kontrollierte Belüftung ist als Lärmschutzmassnahme nicht erlaubt. Jeder Raum muss bei offenbaren Fenstern, die ins Freie führen, beurteilt werden. Dies gilt auch bei Minergie-Häusern, wo eine kontrollierte Belüftung in der kalten Jahreszeit den Luftaustausch über die Fenster ersetzt.

Räume in Industriebauten, Geschäftshäusern, Spitälern und dergleichen, die nicht oder nur mit unverhältnismässigem Aufwand natürlich belüftet werden könnten, dürfen nach Absprache mit dem AfU und BI mit einer ausschliesslich kontrollierten Belüftung versehen werden (Art. 64.3 BauV). Reine Büronutzungen gehören in der Regel nicht in diese Kategorie.

Dem AfU/BI muss nachvollziehbar dargelegt werden, dass eine natürliche Belüftung einen unverhältnismässigen Aufwand bedeutet.

Bei den Fenstern mit Überschreitung der IGW müssen die Anforderungen an die Schalldämmung nach SIA-Norm 181 angemessen verschärft werden (siehe Ergänzung am Schluss).



AfU: Amt für Umweltschutz der Stadt Bern

BI: Bauinspektorat der Stadt Bern

Ergänzung:

Verschärfte Anforderung an die Schalldämmung der Aussenbauteile nach Art. 32 Abs. 2 LSV:

- Bei überschrittenen Immissionsgrenzwerten verschärft die Vollzugsbehörde die Anforderungen an die Schalldämmung der Bauteile angemessen.
- Vollzugspraxis in der Stadt Bern: Die Anforderungen gemäss SIA-Norm 181 werden um die IGW-Überschreitung beim exponiertesten Fenster verschärft. Im Normalfall beträgt die maximale Verschärfung 3 dBA. In speziellen Situationen (hohe IGW-Überschreitung, hohe Lärmempfindlichkeit, usw.) kann die Verschärfung auch mehr als 3 dBA betragen.

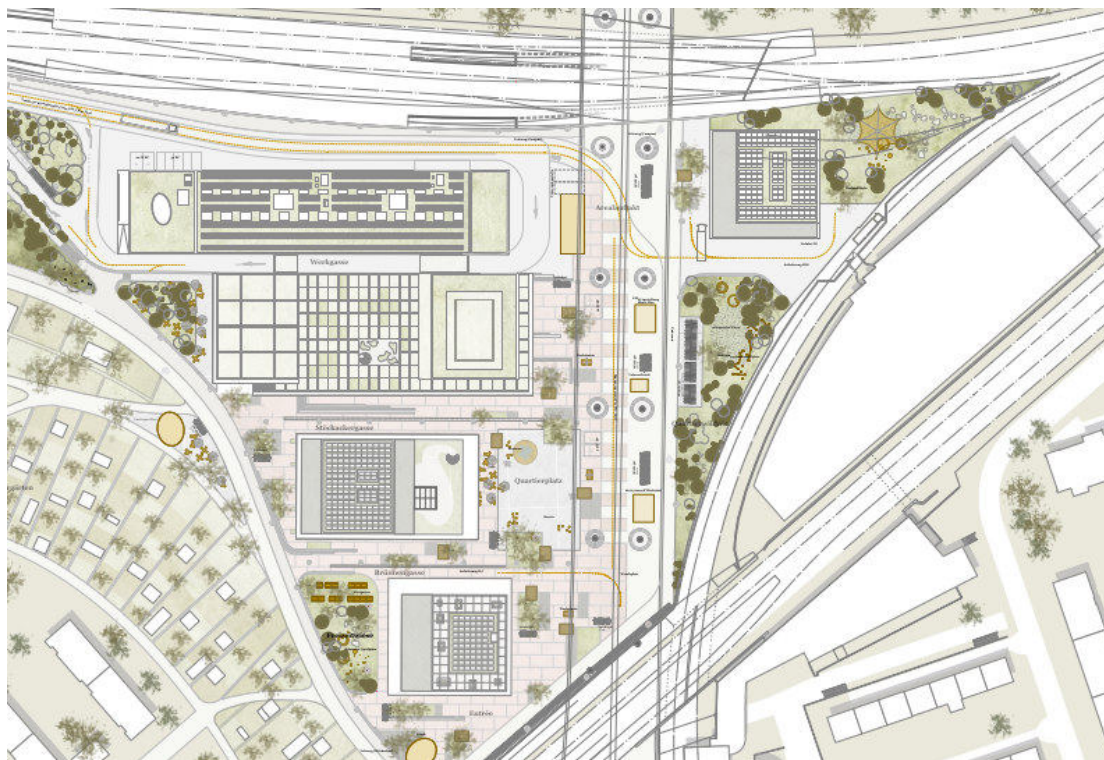
Kontakt:

Amt für Umweltschutz, Bau und Lärm, Morgartenstrasse 2a,
Postfach, 3000 Bern 22, Telefon 031 321 63 06,
umweltschutz@bern.ch, www.bern.ch/umweltschutz



C EWB Areal Bern, Bericht zur Lärmsituation, Kopitsis Bauphysik AG, 24. April 2024

6255 EWB Areal Bern



Dokument: Bericht zur Lärmsituation

Datum: 24. April 2024

Auftraggeber

Halter AG
Gesamtleistungen
Europaplatz 1A
3008 Bern

Fachspezialist

Kopitsis Bauphysik AG
Zentralstrasse 52A
5610 Wohlen

Sachbearbeitung: Julia Armbruster

Tel. 056 – 201 44 59



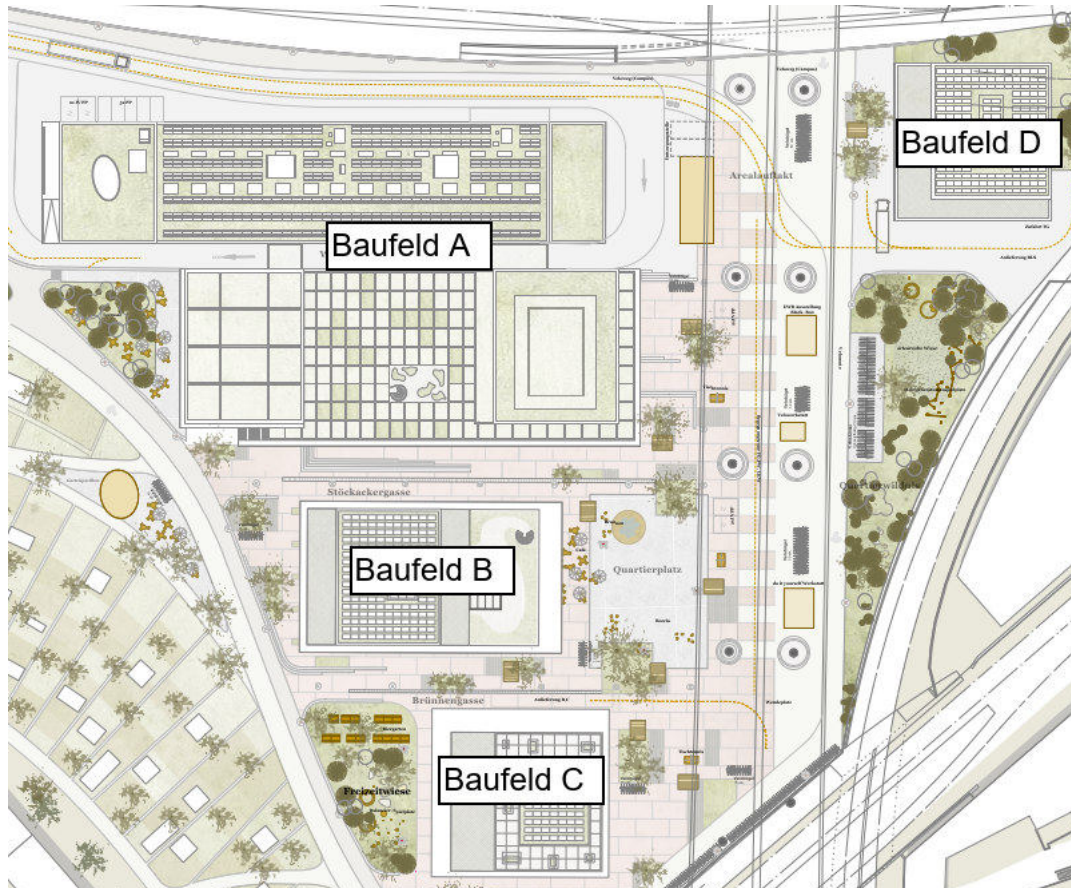
Inhalt

1	Einleitung	3
1.1	Objektbeschrieb	3
2	Grundlagen	4
2.1	Anforderungen.....	4
2.2	Grundlagendaten Lärmbelastung, Beurteilungspegel	4
2.3	Weitere Grundlagen der Projektentwicklung	5
3	Lärmquellen und Belastung	6
3.1	Bahnlärm	6
3.2	Strassenlärm	8
3.3	Lärm neuer ortsfester Anlagen	15
4	Zusammenfassung	16

1 Einleitung

1.1 Objektbeschreibung

Der Bebauungsperimeter des EWB-Areals entlang des Weyermannshausviaduktes soll durch Neubauten verdichtet und weiterentwickelt werden. Der Perimeter besteht aus gesamthaft vier Baufeldern.



Das Areal liegt an der Bahnlinie der SBB Linie 220 Bern – Neuchâtel im Norden, der SBB Linie 250 Lausanne Est – Bern im Süd-Osten, sowie dem Autobahnzubringen zur A1 (Weyermannshausviadukt) und werden durch diese massgeblich mit Lärm belastet. Hierbei stellt der Strassenlärm die primäre Lärmquelle dar. Durch den Bahnlärm werden keine Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte erzielt.

Die Baufelder sollen im Zuge der Arealentwicklung der Empfindlichkeitsstufe III zugeordnet werden, es gilt grundlegend die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte.

2 Grundlagen

2.1 Anforderungen

Die Parzellen werden der Empfindlichkeitsstufe ES III zugeteilt.

Für Wohnungen ist an den Lüftungsfenster der lärmempfindlichen Räume die Lärmbelastungen durch Strassen und Bahnlärm von 65 dB am Tag und 55 dB in der Nacht nicht zu überschreiten (Immissionsgrenzwerte).

Für Gewerberäume (z.B. Büro, Verkauf) ist der Tagzeitraum mit einem Grenzwert von 70 dB(A) zu berücksichtigen.

Ober- und unterirdische Parkieranlagen, sowie Anlieferungen und haustechnische Geräte wie Lüftungsanlagen und Rückkühler werden von der Lärmschutz-Verordnung als ortsfeste Anlagen zusammengefasst. Für neue ortsfeste Anlagen ist die Einhaltung der Planungswerte an allen massgeblichen Empfangspunkten eigener sowie benachbarter Gebäude sicherzustellen.

Die Planungswerte der ES III betragen 60 dB am Tag und 50 dB in der Nacht.

2.2 Grundlegendaten Lärmbelastung, Beurteilungspegel

2.2.1 Bahnlärm

Die erforderlichen Emissionsdaten für den Bahnlärm wurden aus dem Lärmbelastungskataster des Bundesamts für Verkehr (BAV) bezogen. Die Daten wurden in Abklärung mit der Lärmschutzfachstelle der Stadt Bern (Heinz Bieri) gemäss den Untersuchungen zum UVB aktualisiert.

Diese lauten wie folgt:

	Tag $L_{r,e, festgelegt}$ [dB]	Nacht $L_{r,e, festgelegt}$ [dB]
Bern – Neuchâtel Linie 220	71.0	64
Lausanne – Bern Linie 250	75.6	68.9

Die durch die Bahnlärmemissionen resultierende Lärmausbreitung wird mit der Simulationssoftware CadnaA berechnet.

Im Berechnungsmodell wurde die Geländetopografie berücksichtigt.

2.2.2 Strassenlärm

Die Kenndaten des Weyermannshausviaduktes wurden durch das Astra bereitgestellt. Die daraus resultierende Lärmausbreitung wird gemäss SonRoad18 mit der Simulationssoftware CadnaA berechnet.



2.3 Weitere Grundlagen der Projektentwicklung

Dem Projekt liegt ein langer Entwicklungsprozess zu Grunde.

Auf der Grundlage einer 2016 abgeschlossenen Testplanung, wurde mit der Stadt Bern eine Vertiefungsstudie durchgeführt. Dieser folgte ein Gesamtleistungstudienauftrag als qualitätssicherndes Verfahren mit Abschluss im Herbst 2021.

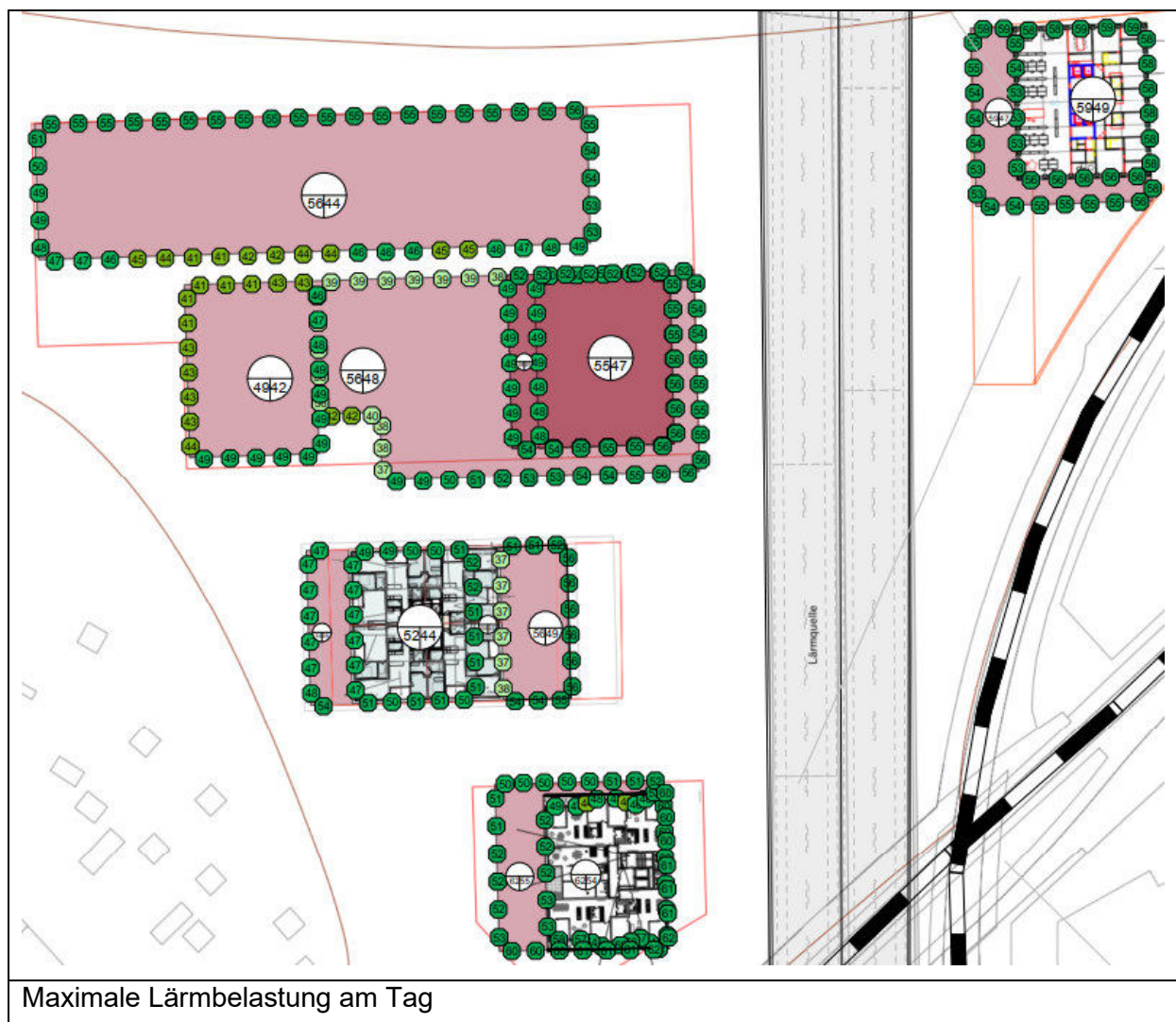
Hieraus wurde vom Stadtplanungsamt eine Überbauungsordnung erstellt.

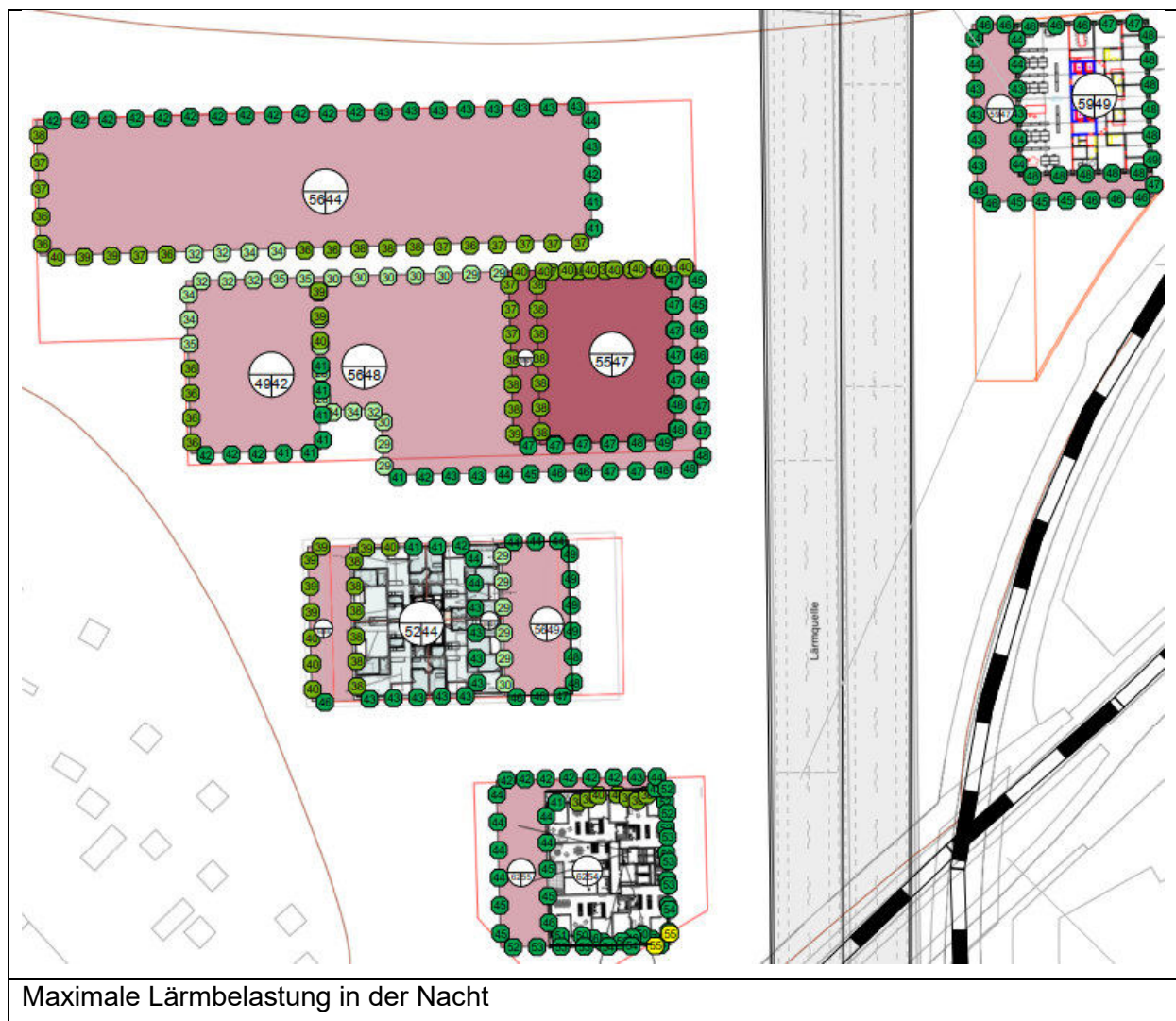
Dies führte zu sehr präzise definierten Rahmenbedingungen zur Gebäudesetzungen, den Nutzungen für die notwendige Verdichtung, deren Nutzungsverteilungen, die Quartierentwicklung- und Anbindungsvorgaben. Um diese mit dem für die vorliegende Lärmsituation in Einklang zu bringen, wurde am 11.12.2023 eine Besprechung mit der Lärmschutzabteilung der Stadt Bern (Herr Heinz Bieri) und der kantonalen Lärmschutzfachstelle, Tiefbauamt Kanton Bern (Herr Martin Beusch) durchgeführt.

Diese haben sich grundlegend positiv über das ausgearbeiteten Richtprojekt geäußert. Über verschiedene Optimierungen innerhalb der Grundrisse, soll die Hochwertigkeit mit der Lärmschutzvorsorge harmonisiert werden.

3 Lärmquellen und Belastung

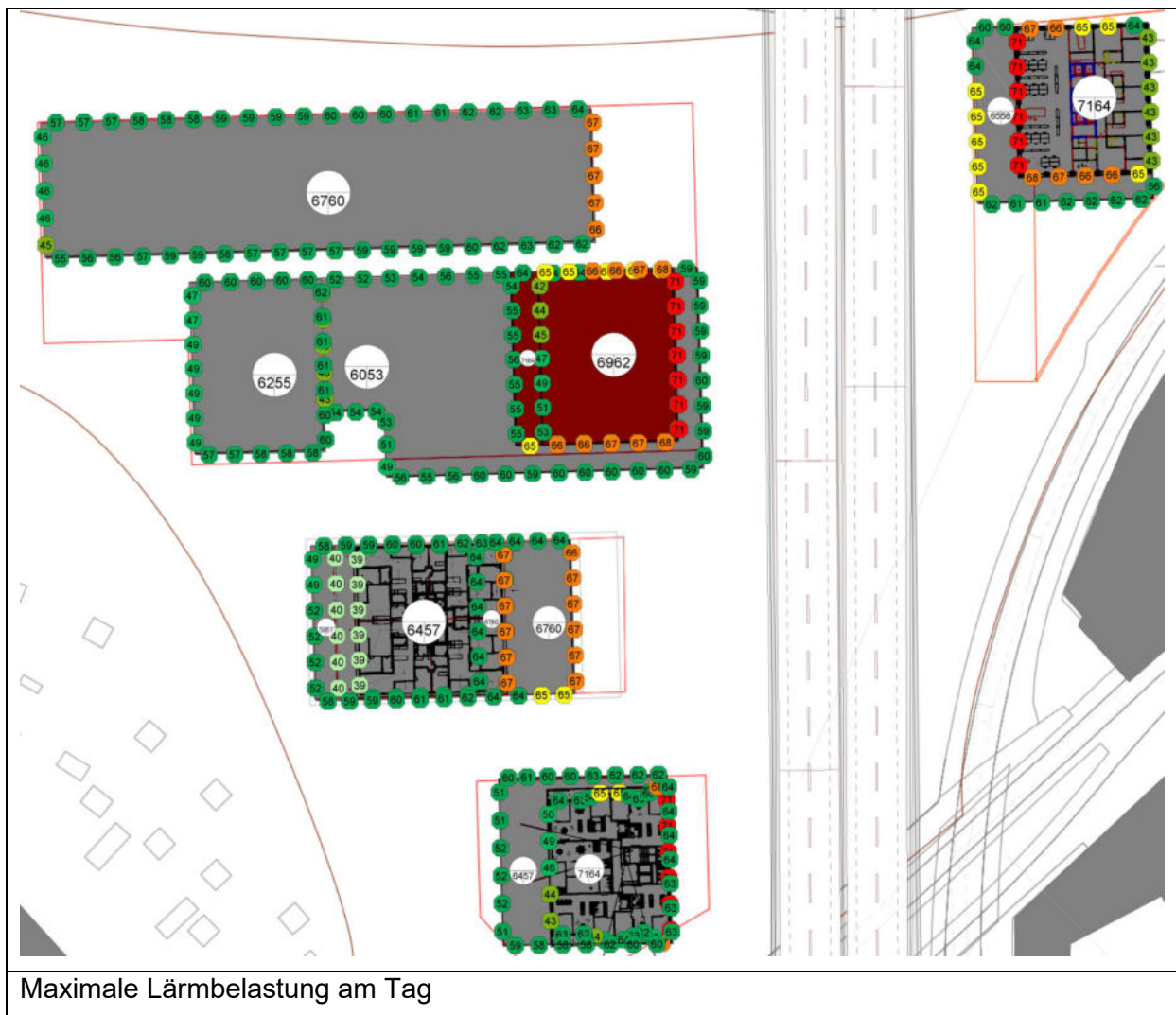
3.1 Bahnlärm

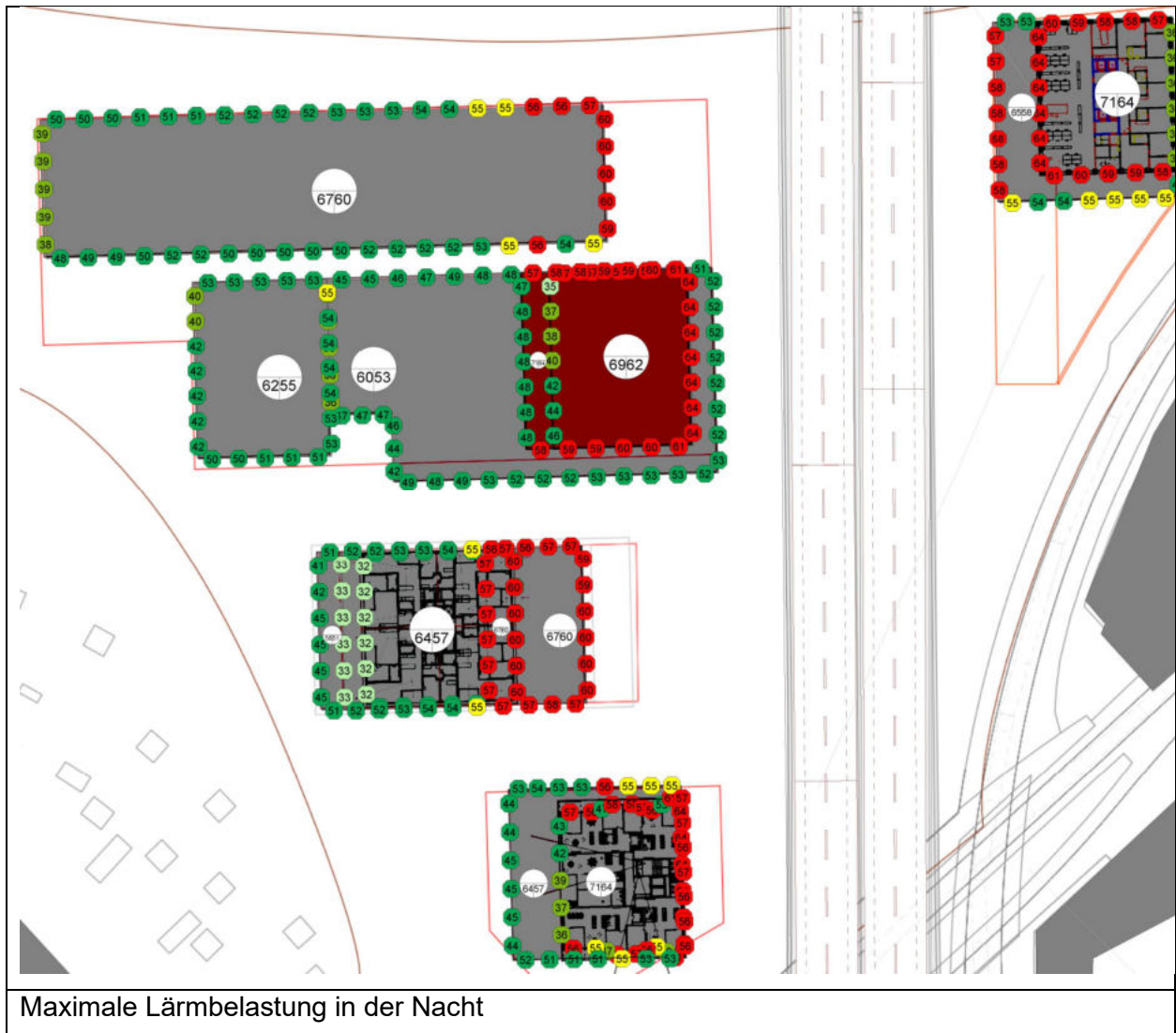




Bei allen Baufeldern können die Immissionsgrenzwerte von 70 dB am Tag für Gewerbe, sowie 65 dB am Tag und 55 dB in der Nacht für Wohnen erfüllt werden.

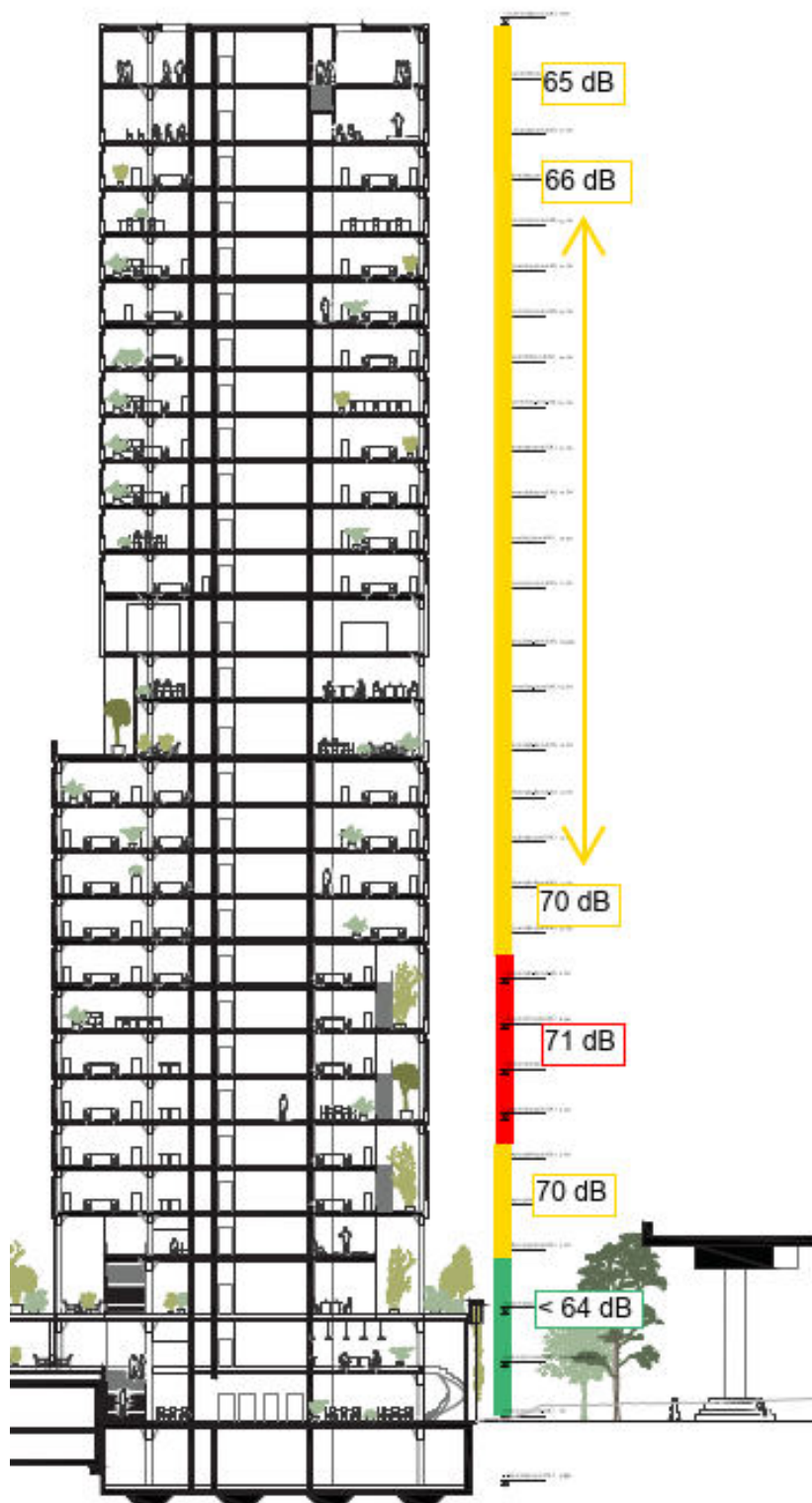
3.2 Strassenlärm





Baufeld A:

In diesem Baufeld ist eine reine Gewerbenutzung vorgesehen. Die Immissionsgrenzwerte für Gewerbe werden an der Strassenfassade für 4 Geschosse um bis zu 1 dB überschritten.



Übersicht maximale Lärmbelastung am Tag (Gewerbenutzung) über Gebäudehöhe

Für die Geschosse ist eine Pufferzone durch einen vollständig geschlossenen Wintergarten vorgesehen, welcher die dahinterliegenden Arbeitsbereiche vor den Lärmimmissionen schützt.

Sämtliche Räumlichkeiten sollen eine kontrollierte mechanische Belüftung aufweisen. Der Wintergarten ist nicht aktiv beheizt und dient nicht zum dauerhaften Aufenthalt.

Baufeld B:

Erdgeschoss und 1. Obergeschoss sehen gewerbliche Nutzungen vor. Diese liegen unterhalb des Fahrbahnniveaus des Weyermannshausviadukts und sind dadurch vor übermässigen Lärmimmissionen abgeschirmt.

Die Wohnnutzungen ab dem 2. Obergeschoss weisen Überschreitungen des IGW um bis zu 5 dB auf.

Die interne Erschliessung ist auf Grund der Gebäudetiefe in der Mitte angeordnet. Eine Verschiebung der Erschliessungskerne an die lärmbelastete Fassade hätte lange und ineffiziente sowie nicht natürlich belichtete Verbindungskorridore zur Folge. Weiter bestünde ein Flächenverlust in der Ausnutzung. Dies entspricht nicht der Qualitätswahrung des jurierten Projektes. Die Wohnraumtypologie des Richtprojektes wurde von den Lärmschutzfachstellen für gut befunden und soll bewahrt werden.



Übersicht maximale Lärmbelastung in der Nacht (Wohnnutzung) über Gebäudehöhe

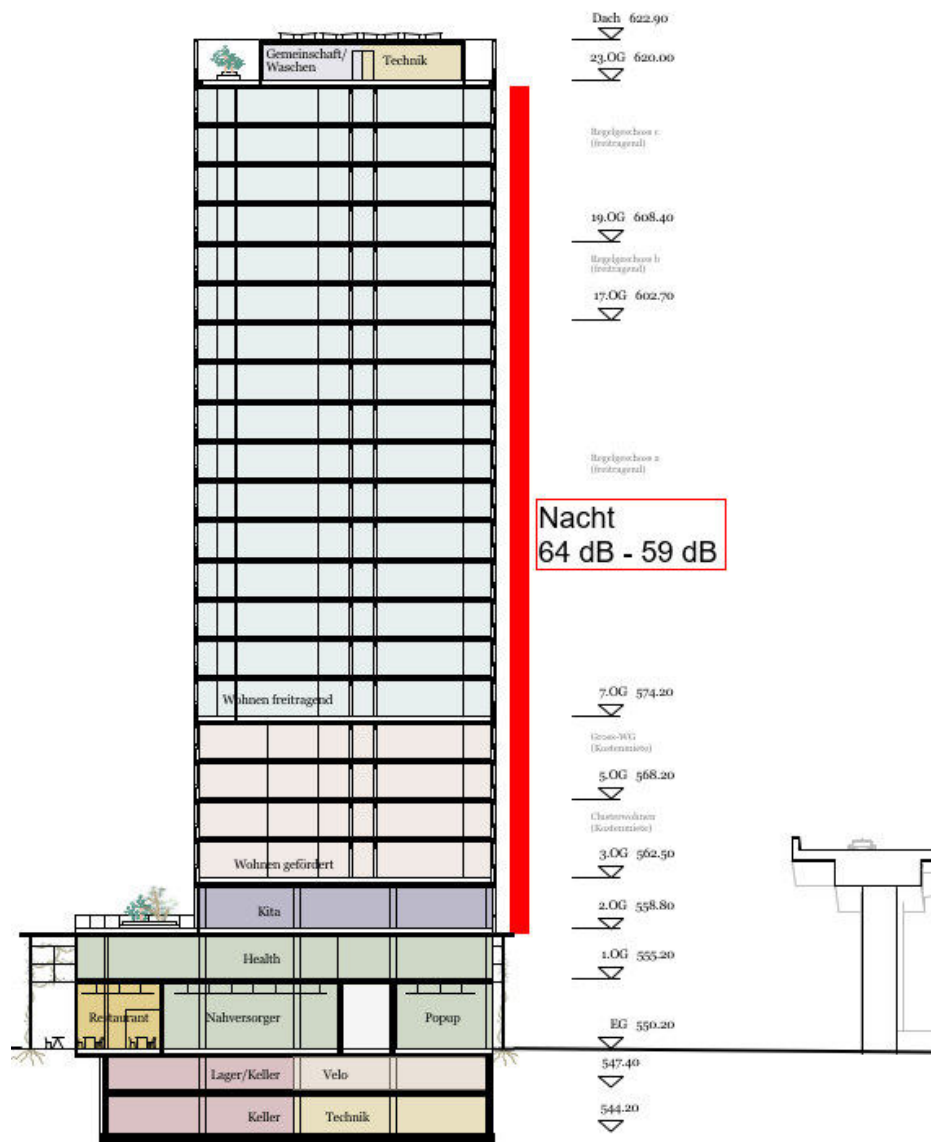
Für Wohnungen im lärmbelasteten Bereich ist in der Planung eine möglichst gute lärmoptimierte Anordnung der lärmempfindlichen Räume anzustreben. Über die Abschirmung durch teilverglaste Loggien im Direktschallfeld, sowie von der Quelle um mind. 90° abgewendete Fenster, soll für jeden lärmempfindlichen Raum mind. ein Fenster mit eingehaltenem Grenzwert generiert werden.

Baufeld C:

Erdgeschoss und 1. Obergeschoss sehen gewerbliche Nutzungen vor. Diese liegen unterhalb des Fahrbahn-niveaus des Weyermannshausviadukts und sind dadurch vor übermässigen Lärmimmissionen abgeschirmt.

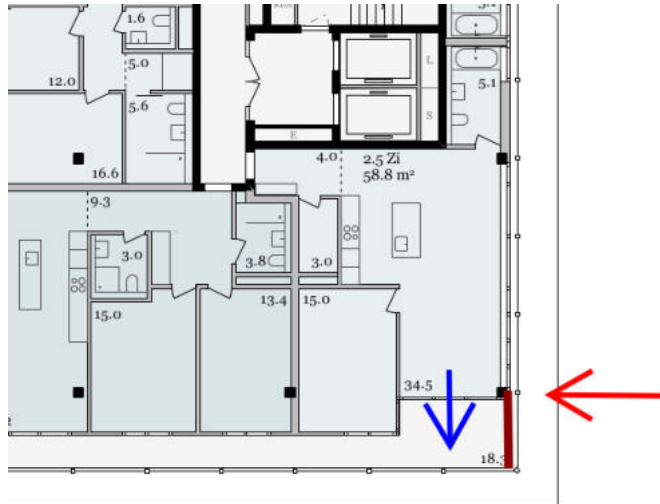
Die Kita-Nutzung im 2. Obergeschoss sowie die Wohnnutzungen ab dem 3. Obergeschoss weisen an der strassenseitigen Fassade Überschreitungen des IGW um bis zu 9 dB auf.

Um der Lärmsituation Rechnung zu tragen sind Treppenhauskerne, sowie die interne Erschliessung dezentral nahe der lärmexponierten Fassade angeordnet. Daran anschliessend sieht das Richtprojekt Nasszellen vor.



Übersicht maximale Lärmbelastung in der Nacht (Wohnnutzung) über Gebäudehöhe

Für Wohnungen im lärmbelasteten Bereich ist in der Planung eine möglichst gute lärmoptimierte Anordnung der lärmempfindlichen Räume anzustreben. Lärmempfindliche Räume werden so angeordnet, dass diese über die lärmberuhigte Seitenfassade belüftet werden können. In den Geschossen mit der stärksten Lärmbelastung können für die seitlichen Balkone durch Verlängerung der Strassenfassadenwände Lärmschatten generiert werden, durch welche die Seitenfenster die Grenzwerte erfüllen.



Baufeld D:

Für dieses Baufeld sind noch keine Nutzungen abschliessend festgelegt. Denkbar sind Büro- und Arbeitsbereiche, sowie studentisches Wohnen im lärmabgewandten Bereich.

Auch hier sind die Treppenhaukerne, sowie die interne Erschliessung sind auf Grund der Gebäudetiefe in der Mitte angeordnet. Eine Verschiebung der Erschliessungskerne an die lärmbelastete Fassade hätte lange und ineffiziente sowie nicht natürlich belichtete Verbindungskorridore zur Folge. Weiter bestünde ein Flächenverlust in der Ausnutzung.



Übersicht maximale Lärmbelastung am Tag (Gewerbenutzung an den lärmbelasteten Fassaden) über Gebäudehöhe

Bei der Planung sind die Lärmbelastungen für eine Platzierung der verschiedenen Nutzungen miteinzubeziehen.

Für Wohnnutzungen ist eine möglichst gute lärmoptimierte Anordnung der lärmempfindlichen Räume anzustreben.

Für die Bereiche mit einer Grenzwertüberschreitung der Gewerbegrenzwerte von 70 dB am Tag, sind kontrollierte mechanische Belüftung und lärmabgewandte Lüftungsfenster möglich. Die lärmbelasteten Fenster sind mit einem ausreichenden Schalldämm-Mass zum Schutz der dahinter angeordneten Nutzungen einzuplanen.



3.3 Lärm neuer ortsfester Anlagen

Die Planungswerte der geltenden Lärmempfindlichkeitsstufe müssen für alle Neuanlagen gesamthaft erfüllt werden. Um dies zu gewährleisten ist insbesondere die Platzierung sowie die Wahl lärmarmen Geräte massgeblich. Für Anlieferungen sind zusätzlich die möglichen Anlieferungszeiträume und täglichen Lieferfrequenzen zu beachten.

Bei der Planung zur Platzierung von Gewerbeflächen und sonstigen allfällig lärmintensiven Nutzungen ist darauf zu achten geringes Konfliktpotential für umliegende lärmempfindliche Nutzungen zu gewährleisten. Insbesondere bei der Platzierung von Anlieferungen und Einstellhallenzufahrten ist darauf zu achten, dass diese nach Möglichkeit nicht in direkter Umgebung von lärmempfindlichen Räumen platziert werden. Je nach Parkplatzanzahl resp. Anlieferungsumfang kann eine Einhausung der jeweiligen Anlage zwingend sein.

Zu einer allfälligen Baueingabe ist ein Lärmschutznachweis für alle auf dem Areal vorliegenden Lärmarten zu erbringen.

4 Zusammenfassung

Dem Gesamt-Projekt liegt ein langer intensiver Entwicklungsprozess zu Grunde. Zur Qualitätssicherung des daraus resultierenden Richtprojektes stehen Optimierungen innerhalb der Grundrisse bei der Weiterentwicklung im Fokus.

Der Bebauungsperimeter wird durch das Weyermannshausviadukt massgeblich mit Lärm belastet. Bei der Weiterentwicklung und Neubebauung der betroffenen Parzellen ist die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte der ES III zu gewährleisten.

Dies ist durch eine lärmoptimierte Gebäudesetzung und Grundrissanordnung sowie geeignete bauliche Massnahmen lärmindernde Massnahmen zu erzielen.

Für neue ortsfeste Anlagen ist mit einer lärmoptimierten Platzierung und allfälligen baulichen Massnahmen die Einhaltung der Planungswerte sicherzustellen.

Wohlen, 24. April 2024

Kopitsis Bauphysik AG



Julia Armbruster
B. Eng. Bauphysik / Akustik



- D Magnetfeldmessungen Schaltstation Holligen und Betriebsgebäude BLS-Stöckackerstrasse 25-Bern, CFW EMC-consulting AG, Reute AR, 07. Dezember 2015

CFW EMV-Consulting AG
Dorf 42
CH-9411 Reute AR

Tel. ++41 (071) 891 57 41
Fax ++41 (071) 891 65 68

info@cfw.ch
www.cfw.ch

Schweizerische Bundesbahnen SBB
Infrastruktur Projekte Region Mitte
Dominik Buser
Projektleiter Fahrstrom
Fahrstrom & Kabel
Bahnhofstrasse 12
4601 Olten

Reute 07. Dezember 2015

Magnetfeldmessungen Schaltstation Holligen und Betriebsgebäude BLS-Stöckackerstrasse 25-Bern

Ausgangslage:

CFW EMV-Consulting AG wurde beauftragt, bei der Schaltstation Holligen und dem Betriebsgebäude der BLS an der Stöckackerstrasse 25, 3018 Bern eine 24 Stunden Magnetfeldmessungen durchzuführen.

Ziel der Messung:

Im Betriebsgebäude BLS, die Ist- Situation der Magnetfeldbelastung aufzunehmen.

Bei der Schaltstation Holligen abzuschätzen ab welcher Distanz in etwa der 1µT Grenzwert eingehalten wird.

Es wird ausschliesslich eine erhöhte Belastung durch die Bahn, die direkt neben dem Gebäude mit mehreren Geleisen entlangführt, sowie der Schaltstation erwartet.

Gesetzliche Grenzwerte

Seit dem 1. Februar 2000 ist die *Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung* (SR 814.710; NISV) in Kraft.

Darin sind Immissionsgrenzwerte und zur vorsorglichen Emissionsbegrenzung auch Anlagegrenzwerte (Vorsorgegrenzwert) festgelegt.

Gesetzliche Grenzwerte	Frequenz (f)	Magnetfeld (B)
IGW, (Immissionsgrenzwert)	16.7 Hz (Bahnfrequenz)	300 µT
IGW, (Immissionsgrenzwert)	50 Hz	100 µT
AGW, (Vorsorgegrenzwert)	16.7 Hz	1 µT, 24 Std. Mittelwert
AGW, (Vorsorgegrenzwert)	50 Hz	1 µT

Die Immissionsgrenzwerte (IGW 300 μ T)

Müssen überall eingehalten werden, wo sich Personen aufhalten können.

Die Anlagegrenzwerte (AGW 1.0 μ T)

Müssen bei Hochspannungsanlagen, wie Kabel- und Freileitungen, Transformatorenstationen, Unterwerke und Eisenbahnen an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) eingehalten werden. Als Orte mit empfindlicher Nutzung gelten beispielsweise; Räume wie Wohnungen, Büros, Schulräume und Patientenzimmer. Ebenfalls muss der Anlagegrenzwert auf den unbebauten Flächen, auf denen Orte mit empfindlicher Nutzung entstehen können, eingehalten werden.

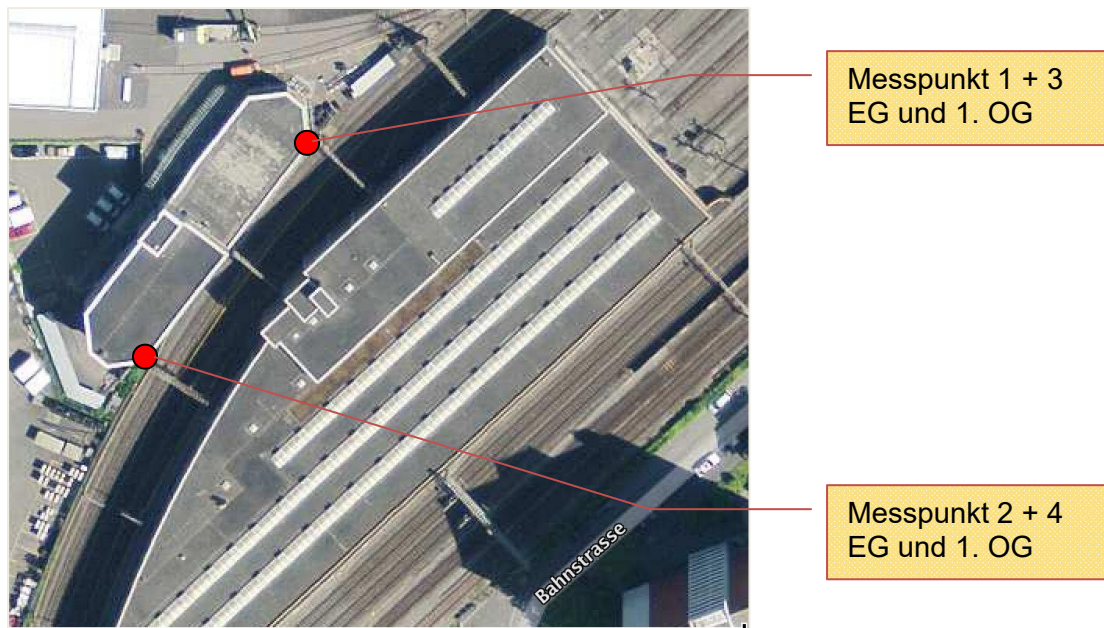
Die Immissions- und Anlagegrenzwerte gelten nicht für Emissionen, die von Anlagen in einem Betrieb stammen und auf das Betriebspersonal einwirken. Dort haben die arbeitshygienischen Grenzwerte für physikalische Einwirkungen der SUVA (SUVA 1903.d) Gültigkeit.

Messungen: (Messpunkte 1, 2, 3, und 4 im Betriebsgebäude der BLS)

Es werden 2 Messgeräte im Erdgeschoss jeweils an den äusseren Ecken auf der Fensterbrüstung sowie an den gleichen Plätzen im 1. Stock platziert.

Die Magnetfelder werden mit 4 DosiMan™ Typ 10E vom 24.11.2015, 11:00 Uhr bis 26.11.2015 11:00 Uhr aufgezeichnet.

Diese Registriergeräte zeichnen die Magnetfelder im Sekundentakt über alle 3 Achsen auf.



Messresultate Betriebsgebäude BLS: (Beilage Messprotokolle)

Es wird fast durchgehend während der ganzen Aufzeichnungsdauer ein erhöhtes Magnetfeld gemessen.

Die gemessenen Werte liegen zwischen 0.07 μ T und 48.35 μ T.

Die Auswertung der Daten wird über 24 Stunden erstellt.

Tabelle Tag 1: der 4 Messpunkte 24 Stunden, 24.11.2015, Uhr 11.00 bis 25.11. Uhr 11:00

Messpunkt:	1 (24h)	2 (24h)	3 (24h)	4 (24h)
Maximalwert:	48.35 μ T	21.97 μ T	30.28 μ T	13.94 μ T
Minimalwert:	0.27 μ T	0.12 μ T	0.12 μ T	0.07 μ T
Mittelwert:	7.1 μ T	3.26 μ T	4.17 μ T	2.19 μ T

Tabelle Tag 2: der 4 Messpunkte 24 Stunden, 25.11.2015, Uhr 11.00 bis 26.11. Uhr 11:00

Messpunkt:	1 (24h)	2 (24h)	3 (24h)	4 (24h)
Maximalwert:	25.47 μ T	18.37 μ T	25.21 μ T	11.29 μ T
Minimalwert:	0.20 μ T	0.18 μ T	0.12 μ T	0.1 μ T
Mittelwert:	6.96 μ T	3.18 μ T	4.04 μ T	1.46 μ T

Der 2. Tag der Aufzeichnung lieferte an allen Messpunkten tiefere Werte.

Gesetzliche Grenzwerte NISV:

Die gesetzlichen Grenzwerte werden bei allen Messpunkten überschritten.

Bei der Bahn 16.7Hz gelten die 24 Std. Mittelwerte für Fahrleitungen. An Orten mit empfindlicher Nutzung (Wohnräume, Schulen, Büro, Arbeitsplätze) darf die 1 μ T nicht überschritten werden. Da jedoch hier betriebseigenes Personal betroffen ist, gelten die SUVA Grenzwerte.

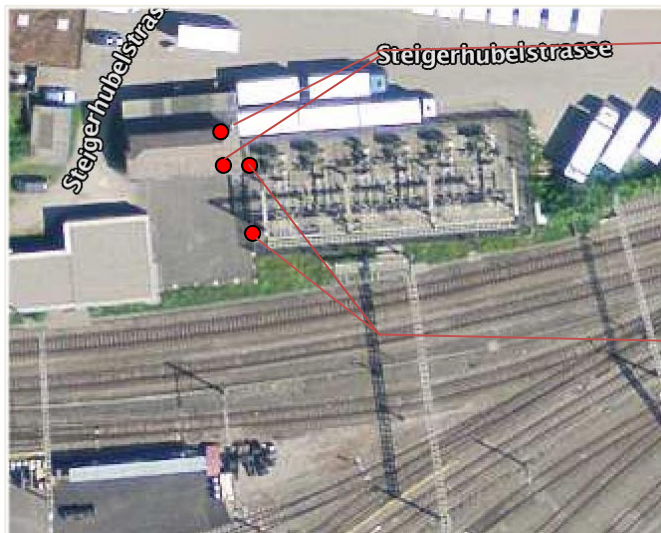
Mögliche Massnahmen zur Magnetfeldreduktion:

Eine passive Abschirmung (Wand- Decken- Bodenabschirmung) für ein ganzes Gebäude oder Stockwerk ist technisch fast nicht realisierbar.

Eine weitere Möglichkeit wäre eine Magnetfeldkompensationsanlage. Dabei wird dem störenden Magnetfeld ein zweites, künstlich erzeugtes Magnetfeld entgegengestellt, so dass sich die beiden Felder im besten Fall gegenseitig aufheben. Für ein ganzes Gebäude jedoch aufwändig und teuer. Es können jedoch individuell einzelne Räume, oder Teile von einem Stockwerk mit einer Magnetfeldkompensation ausgerüstet werden. Kosten ab Fr. 25'0000.00. Für eine Realisierbarkeit der Anlage müssen detaillierte Abklärungen vor Ort erfolgen.

Messungen: (Messpunkte 1, 2, 3, und 4 bei der Freiluftschaltstation)

Es werden 2 Messgeräte innerhalb der Einzäunung von der Schaltstation am Zaun entlang im Abstand von 7.50m (Mp1 und Mp2) Distanz platziert. Die Messgeräte bei Mp3 und 4 werden auf einer Höhe von 3.65 ab Boden bei dem alten Relaisgebäude am Unterdach befestigt. Die Magnetfelder werden mit 3 DosiMan™ Typ 10E und bei Messpunkt 4 mit einem DosiMan™ 1E vom 24.11.2015, 11:00 Uhr bis 26.11.2015 11:00 Uhr aufgezeichnet. Diese Registriergeräte zeichnen die Magnetfelder im Sekundentakt über alle 3 Achsen auf.



Messpunkt 3 + 4
3.65m ab Boden, 8.15m Distanz

Messpunkt 1 + 2
Auf Bodenhöhe am Gitter

Messresultate Freiluftschaltstation: (Beilage Messprotokolle)

Es wird fast durchgehend während der ganzen Aufzeichnungsdauer ein erhöhtes Magnetfeld gemessen.

Die gemessenen Werte liegen zwischen 0.04 μ T und 17.5 μ T.

Die Auswertung der Daten wird über 24 Stunden erstellt.

Tabelle der 4 Messpunkte 24 Stunden, 24.11.2015, Uhr 11.00 bis 25.11. Uhr 11:00

Messpunkt:	1 (24h)	2 (24h)	3 (24h)	4 (24h)
Maximalwert:	17.49 μ T	7.5 μ T	5.97 μ T	3.31 μ T
Minimalwert:	0.28 μ T	0.06 μ T	0.07 μ T	0.04 μ T
Mittelwert:	3.10 μ T	1.50 μ T	1.21 μ T	0.66 μ T

Tabelle der 4 Messpunkte 24 Stunden, 25.11.2015, Uhr 11.00 bis 26.11. Uhr 11:00

Messpunkt:	1 (24h)	2 (24h)	3 (24h)	4 (24h)
Maximalwert:	17.08 μ T	7.78 μ T	5.08 μ T	2.91 μ T
Minimalwert:	0.30 μ T	0.11 μ T	0.07 μ T	0.06 μ T
Mittelwert:	3.14 μ T	1.55 μ T	1.30 μ T	0.69 μ T

Der 2. Tag der Aufzeichnung lieferte an allen Messpunkten ähnliche gemessene Werte.

Gesetzliche Grenzwerte NISV:

Es sind keine Orte mit empfindlicher Nutzung wo die $1\mu\text{T}$ eingehalten werden müssen in direkter Nähe. Bei einer Schaltstation gemäss NISV gilt hier nicht der 24h Mittelwert, sondern der Maximalwert bei Nennlast.

Der Immissionsgrenzwert von $300\mu\text{T}$ wird bei dieser Messung nicht überschritten.

Die Distanz vom Messpunkt 3 zu 4 beträgt 8.15m und das Magnetfeld halbiert sich fast. Geht man davon aus, dass das Feld linear zur Distanz abnimmt, würde die $1\mu\text{T}$ Linie etwa bei 14m ab Messpunkt 4 liegen.

Wie gross die Magnetfeldbelastung durch die Fahrleitungen / Transportleitungen der Bahn die gemessenen Werte beeinflussen, kann mit dieser Messung nicht bestimmt werden. Hier müsste eine berechnete Simulation der Schaltanlage erstellt werden.

Wir hoffen, Ihnen mit diesen Angaben dienen zu können und bedanken uns für den Auftrag.

Bei allfälligen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung!

Mit freundlichen Grüssen
CFW EMV-Consulting AG



Peter Helbling

Beilagen

Diagramme
Plan



E NIS am Standort BLS Dienstgebäude Holligen, ENOTRAC AG, Thun 28. Juli 2017



ENOTRAC 



BLS Netz AG, NIS DG Holligen

NIS am Standort BLS Dienstgebäude Holligen

**ECH-132.70_11-001
Version 1.0**

Auftraggeber:

BLS Netz AG
Genfergasse 11
3001 Bern

Herausgeber:

ENOTRAC AG
Seefeldstrasse 8
CH-3600 Thun
Tel. +41 (0)33 346 66 11
Fax +41 (0)33 346 66 12
e-mail: info@enotrac.com
www.enotrac.com

Freigegeben
28.07.2017

ECH-132.70_11-001.V1.0.NIS_DG_Holligen.docx
© ENOTRAC AG



Aktuelle Version

Version	Datum	Status	Erstellt	Geprüft	Freigegeben
1.0	28.07.2017	Freigegeben	J. Tschumi	R. Schär	R. Schär

Vorherige Version

Version	Datum	Status	Erstellt	Geprüft	Freigegeben

Änderungen seit der vorherigen Version

Urheberrecht

Dieses Dokument wurde durch ENOTRAC AG im Auftrag des Kunden erarbeitet. Für das Dokument und den darin dargestellten Gegenstand erhält der Kunde das Nutzungsrecht. Die Urheberrechte liegen bei ENOTRAC AG. Vervielfältigung, Bekanntgabe an Dritte oder Verwertung seines Inhalts über die vorgesehene Nutzung hinaus sind ohne schriftliche Zustimmung verboten.
© ENOTRAC AG

Bookmarks

Projekttitel	ProjTitle1	BLS Netz AG, NIS DG Holligen
	ProjTitle2	
Berichttitel	DocTitle1	NIS am Standort BLS Dienstgebäude Holligen
	DocTitle2	
	DocTitle3	
Berichtnummer	DocNumber	ECH-132.70_11-001
Auftraggeber	ClientName	BLS Netz AG
	ClientAddr	Genfergasse 11 3001 Bern
Logos	EnoLogoHeader	
	ClientLogo1Header	
	ClientLogo2Header	
Kontakt	Contact	Jürg Tschumi, Tel. +41 (0)33 346 66 48
	Contact_Mail	juerg.tschumi@enotrac.com

Inhalt:

1	Einleitung, Zusammenfassung	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Aufgabenstellung	5
1.3	Verwendete Abkürzungen	5
1.4	Zusammenfassung	6
2	Beschreibung des Simulationsmodells	7
2.1	Allgemeines	7
2.2	Koordinatenfestlegung	7
2.3	Modellbereich	7
2.4	Ort mit empfindlicher Nutzung	9
2.5	Feldverursachender Strom	10
2.5.1	Speiseleitungen	11
2.5.2	Oberleitungen	11
2.5.3	Rückleiter und Erdung	11
2.6	Anordnung und Parameter der Leiter	12
3	Verwendete Tools	15
3.1	SIMNET	15
3.2	EMFCALC3D	16
4	Ergebnisse	17
5	Referenzen	22

1 EINLEITUNG, ZUSAMMENFASSUNG

1.1 Ausgangslage

Die BLS Netz AG untersucht die Sanierung und weitere Nutzung des BLS Dienstgebäudes Holligen (DG Holligen). Die BLS Netz AG will daher unter anderem wissen, wie stark das Dienstgebäude durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen der Linien Bern – Belp/Schwarzenburg und Bern – Neuenburg durch nichtionisierende Strahlung belastet wird.



Abbildung 1-1 Lages des BLS Dienstgebäude Holligen (rot eingerahmt) im Einflussbereich der Eisenbahnlinien nach Neuenburg, Belp/Schwarzenburg und nach Freiburg. Luftbild: map.geo.admin.ch, am 21.07.2017 geladen.

1.2 Aufgabenstellung

Es ist für die Fahrleitungsanlagen unter den Bedingungen der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) [1] für die Emissionen der Bereich mit magnetischen Flussdichten $>1 \mu\text{T}$ (Effektivwert über 24 h gemittelt) und dessen Überlappung mit dem Dienstgebäude zu bestimmen.

Anmerkung: Nach NISV muss der Immissionsgrenzwert von $300 \mu\text{T}$ (bei 16.7 Hz) für die magnetische Flussdichte überall eingehalten werden, wo sich Menschen aufhalten können. Der Wert der magnetischen Flussdichte von $300 \mu\text{T}$ tritt bei Freileitern von Fahrleitungsanlagen von Bahnen jedoch nur in unmittelbarer Nähe, d.h. im Bereich von einigen Zentimetern rund um die Leiter auf. An Orten, an welchen sich Menschen aufhalten können, sind die Werte wesentlich kleiner. Kabel – aufgrund der Isolation gelten andere Abstände und Menschen können sich in unmittelbare Nähe begeben – werden im Kabelrohrblock der Linie nach Belp/Schwarzenburg unmittelbar entlang des DG Holligen (Untergeschoss) geführt. Aufgrund der Führung der Kabel im Kabelrohrblock und der Wand des DG Holligen ist es im Gebäude jedoch nicht möglich, sich den Kabeln so nahe zu nähern, dass sich der ganze Körper im Bereich über dem Immissionsgrenzwert von $300 \mu\text{T}$ befindet.¹ Der Immissionsgrenzwert wird daher nicht weiter betrachtet.

1.3 Verwendete Abkürzungen

Begriff	Definition
AGW	Anlagegrenzwert
Cu	Kupfer
DfA	Datenbank feste Anlagen (Infrastrukturdaten der Eisenbahnen)
DG	Dienstgebäude
FD	Fahrdraht
FL	Fahrleitung
NIS	Nichtionisierende Strahlung
NISV	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung [1]
OMEN	Ort mit empfindlicher Nutzung gemäss Art. 3, Abs. 3 NISV
RL	Rückleiterseil
SL	Speiseleitung
SOK	Schienenoberkante
SP	Schaltposten
StaKu	Stahl-Kupfer
TS	Tragseil
UL	Umgehungsleitung
UW	Unterwerk

Tabelle 1-1: Tabelle der verwendeten Abkürzungen und Begriffe

¹ Art. 13, Abs. 2 NISV: „Sie (die Immissionsgrenzwerte) gelten nur für Strahlung, die gleichmässig auf den ganzen menschlichen Körper einwirkt.“

1.4 Zusammenfassung

Die Ergebnisse zeigen, dass praktisch das ganze Gebäudevolumen des DG Holligen im Bereich magnetischer Flussdichten über dem AGW von $1\ \mu\text{T}$ liegt. Primär wird die Belastung durch die Linie nach Belp/Schwarzenburg und die diesen Gleisen entlang geführten Speiseleitungen (nach Fischermätteli, resp. zur Linie nach Freiburg) hervorgerufen. Grob kann die Belastung mit Bezugnahme auf die Linie nach Belp/Schwarzenburg folgendermassen charakterisiert werden:

- Im UG und im EG: Die entferntere Gebäudehälfte liegt im Bereich von $1.0\text{-}1.5\ \mu\text{T}$. Das nächstliegende Gebäudedrittel liegt im Bereich über $2\ \mu\text{T}$. Im UG werden Maximalwerte über $5\ \mu\text{T}$ erreicht, im EG knapp über $3\ \mu\text{T}$.
- Im OG 1: Die entferntere Gebäudehälfte liegt im Bereich $1.0\text{-}1.5\ \mu\text{T}$, die gleisseitige Hälfte im Bereich $1.5\text{-}2.0\ \mu\text{T}$.
- Im OG 2: Das gleisferne Viertel liegt unterhalb $1\ \mu\text{T}$, das gleisnahe Viertel im Bereich $1.5\text{-}2.0\ \mu\text{T}$.

Hinweis bezüglich den Strömen bei den Abgängen der Schaltstation Holligen: Die SBB hat bei der Abgabe der Ströme darauf hingewiesen, dass aufgrund der Bauarbeiten im Wylerfeld die für 2017 bestimmten Ströme tendenziell erhöht sind. Dies ist vermutlich darauf zurück zu führen, dass zeitweise die Speisung ab dem UW Bern Richtung Westen nur eingeschränkt oder gar nicht möglich ist. Da die magnetische Flussdichte proportional zum Strom ist, müssten die Ströme jedoch generell um mindestens $1/3$ tiefer liegen, damit die magnetische Flussdichte von $1.5\ \mu\text{T}$ auf $1.0\ \mu\text{T}$ sinkt oder die Ströme dürften nur die Hälfte betragen um die magnetische Flussdichte von $2\ \mu\text{T}$ auf den AGW von $1.0\ \mu\text{T}$ zu bringen.

Grundsätzlich kann jedoch auch festgehalten werden, dass die NISV in der aktuellen Situation keine nicht erfüllten Anforderungen stellt: Die Eisenbahnanlagen im Untersuchungsperimeter gelten als „Alte Anlagen“ im Sinne der NISV und müssen deshalb gemäss NISV nur mit Rückleiterseilen ausgerüstet sein (was sie sind) und aufgrund des Verursacherprinzips der NISV gibt es keine Vorgaben, die von Immobilienbesitzern im Einflussbereich elektrischer Anlagen zu erfüllen sind. Erst bei einer Verlegung der Eisenbahnanlagen oder bei einem Ausbau auf mehr Spuren muss der Anlagebetreiber verschärfte Anforderungen erfüllen.

2 BESCHREIBUNG DES SIMULATIONSMODELLS

2.1 Allgemeines

Für die Berechnung der durch die Fahrleitungsanlage verursachten magnetischen Flussdichte wurde ein zweistufiger Ansatz gewählt, da die Leiterführung entlang dem BLS DG Holligen wegen der Verzweigung Richtung Neuenburg und Richtung Belp/Schwarzenburg nicht parallel erfolgt. Mit einem vereinfachten Modell mit parallel verlaufenden Leitern wurde mittels SIMNET die Stromverteilung auf die verschiedenen Leiter unter Berücksichtigung der induktiven und kapazitiven Kopplung bestimmt. Diese Ströme wurden anschliessend in ein 3D-Modell der Leiteranordnung eingeprägt und die magnetische Flussdichte mittels EMFCALC3D bestimmt.

2.2 Koordinatenfestlegung

- x-Achse: Parallel zur Längsseite des Situationsplans [2]. Ursprung in der südlichsten gleisnahen Ecke des DG (siehe Abbildung 2-1).
- y-Achse: Parallel zur kurzen Seite des Situationsplans. Ursprung in der südlichsten gleisnahen Ecke des DG (siehe Abbildung 2-1).
- z-Achse. Höhe. Ursprung auf Oberkante Erdgeschoss DG auf 551.52 m über Meer.[5]

2.3 Modellbereich

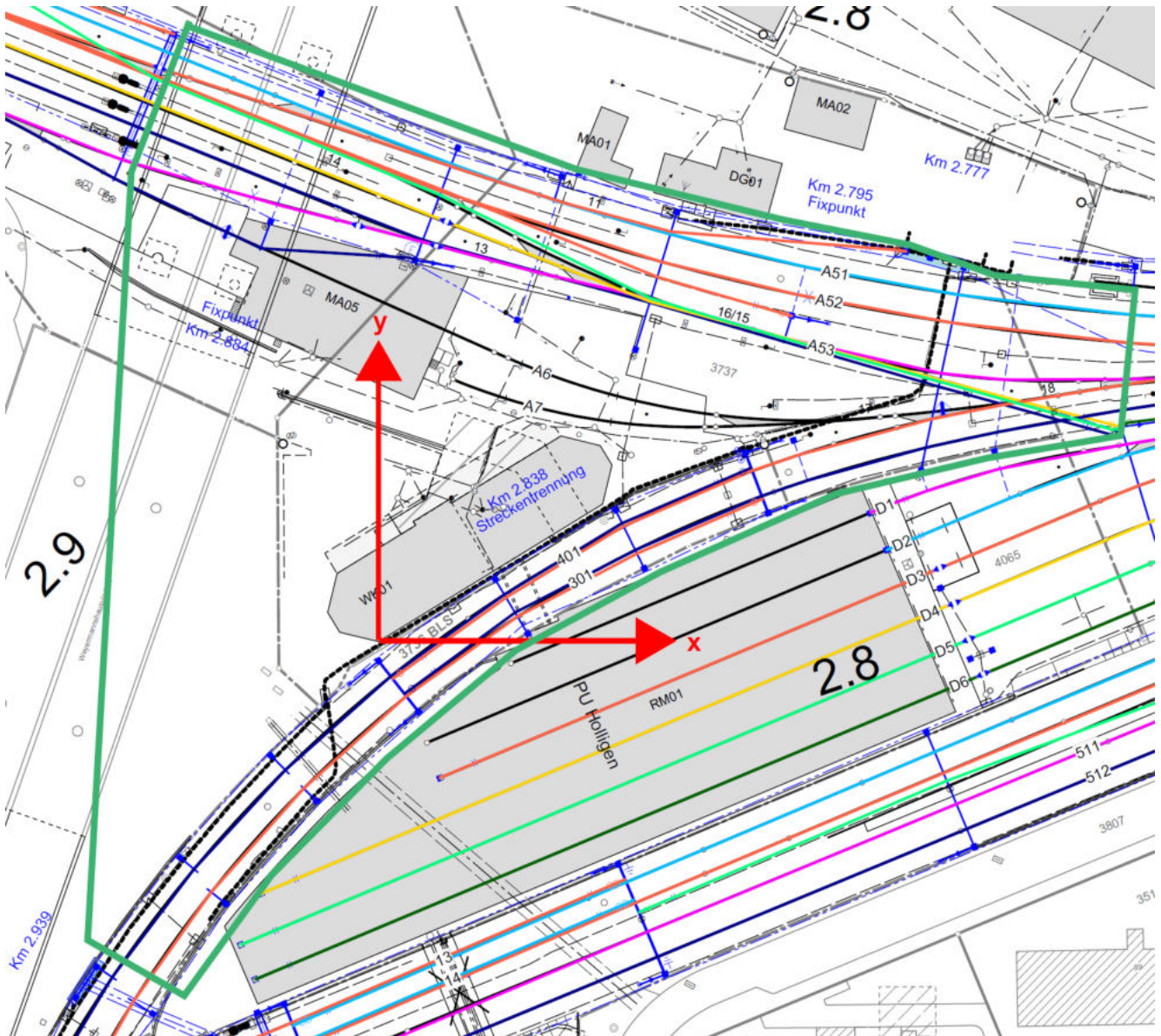
Der Bereich der Leiter, die einen relevanten Beitrag zur magnetischen Flussdichte im Bereich des DG Holligen leisten, ist in Abbildung 2-1 mit einer grünen Linie eingetragen. Für die Leiter in diesem Bereich wurde ein 3D-Modell erstellt. Die Leiter ab/zur Schaltstation Holligen wurden ab dem SP Holligen modelliert. Nicht berücksichtigt wurden zudem die Gleise im Depot Holligen. Die zwei nächstliegenden Gleise sind ohnehin nicht elektrifiziert (siehe auch Abbildung 2-3) und bei den anderen ist der 24-h-Strom im Kettenwerk sehr tief.

Zur Bestimmung der Ströme in den Leitern im Bereich des 3D-Modells wurde ein örtlich weiter reichendes SIMNET-Modell erstellt. SIMNET berücksichtigt bei der Berechnung der Stromaufteilung auf die einzelnen Leiter die kapazitive und induktive Kopplung zwischen den parallel zur Gleisachse verlaufenden Leitern (Schienen, Kettenwerke, Rückleiter, Speiseleitungen...). Da die Gleisachsen beim DG Holligen nicht parallel verlaufen, wurde folgendes Vorgehen gewählt:

- Die Linien nach Neuenburg, nach Belp/Schwarzenburg und Freiburg wurden nach dem jeweiligen Verzweigungspunkt weit auseinander modelliert. Kapazitive und induktive Kopplung wird so nur noch innerhalb der Leiter einer Linie berücksichtigt – was aufgrund der rasch zunehmenden Distanz zwischen den Linien auch realitätsnah ist.
- Die Querverbindungen zwischen den Linien (z.B. die Speisekabel zur Linie nach Freiburg, die zuerst entlang der Linie nach Belp/Schwarzenburg geführt sind und die Rückleiterverbindung zwischen der Linie nach Freiburg und dem Kabelaufstieg bei km 2.939 an der Linie nach Belp/Schwarzenburg. Letztere ist sehr bedeutend. Ohne diese Rückleiterverbindung würde die

magnetische Flussdichte beim DG Holligen mehr als 50 % höher liegen) wurden jedoch alle modelliert.

- Das UW Bern ist im Bereich DG Holligen für alle drei Linien das nächstliegende UW (rund 6 km entfernt vom DG Holligen). Zur korrekten Erfassung der Rückströme wurde daher das Modell bis ca. km -3 Richtung UW Bern mit 5 Gleisen mit einer Standard-Anordnung und auf den drei Linien bis je km 8 mit Standard-Doppelspuren erweitert (Distanzen relativ zu Holligen bei ca. km 2.8). Auch die Speiseleitungen wurden entlang dieser Linien mindestens bis zur Verknüpfung mit dem Kettenwerk abgebildet.



2.4 Ort mit empfindlicher Nutzung

Dienstgebäude Holligen, Stöckackerstrasse 25, 3018 Bern. Siehe auch Abbildung 1-1. Modelliert wurden Untergeschoss, Erdgeschoss und die beiden Obergeschosse je mit dem achteckigen Grundriss. Nicht modelliert/berücksichtigt wurden die Garagenbereiche beim Eingang und der unterirdische Durchgang zum Depot Holligen (ausserhalb des achteckigen Grundrisses). Grundsätzlich wurde das ganze Gebäude als OMEN betrachtet und die aktuelle Nutzung wurde nicht berücksichtigt.

Die horizontale Lage relativ zur Fahrleitungsanlage wurde dem Situationsplan [2] entnommen. Die vertikale Lage basiert auf den Höhenangaben im Längsschnitt des Gebäudes [5] (EG 551.52 m.ü.M. entsprechend 0.00 m in Modellkoordinaten, Oberkante UG-Boden (Ostteil des Gebäudes) -4.55 m, Oberkante OG 1-Boden 3.50 m, Oberkante OG 2-Boden 7.00 m).



Abbildung 2-2: DG Holligen, von der Haltestelle Europaplatz gesehen. Im Vordergrund die Linie nach Belp/Schwarzenburg mit den Gleisen 301/401.

2.5 Feldverursachender Strom

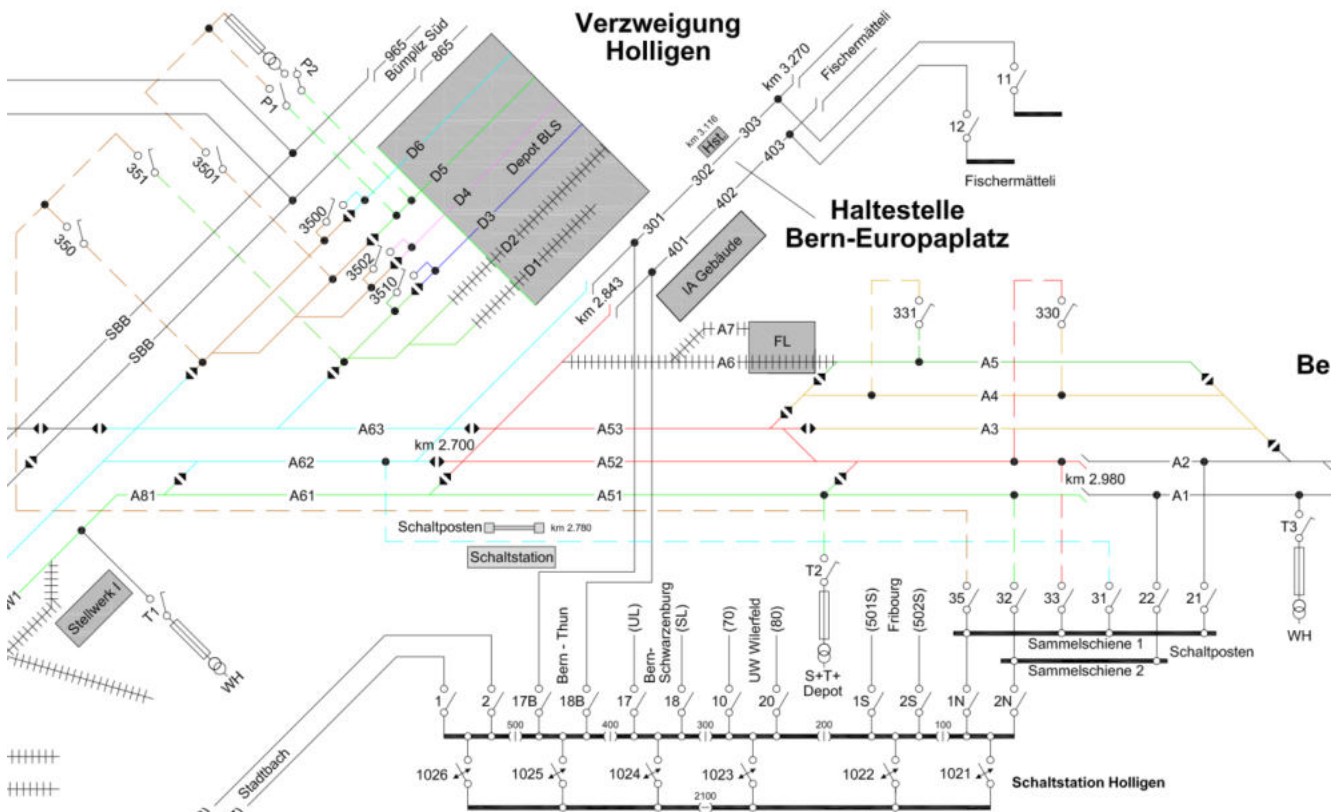


Abbildung 2-3: Auszug aus dem Schaltschema der Verzweigung Holligen [3].

Tabelle 2-1 zeigt die von SBB bestimmten 24-h-Ströme bei den Abgängen der Schaltstation Holligen.[6] Die Werte basieren auf Messungen im Jahr 2017.

Abgang	Beschreibung	24-h-Strom [A]
1021	Speisung Richtung Neuenburg und FL im Verzweigungsbereich und im Depot Holligen (Freileitungen mit Ausnahme der Speisung nach Neuenburg im Bereich unter dem Autobahnviadukt).	130
1022	Speisung der SBB-Linie nach Freiburg. Im Untersuchungsbereich als Kabel entlang der Linie nach Belp/Schwarzenburg geführt.	140
1023	Speiseleitung vom UW Bern/Wylerfeld. Freileitung.	130
1024	UL und SL Richtung Fischermätteli. Als Kabel entlang der Linie nach Belp/Schwarzenburg geführt.	50
1025	Speiseleitung zur Linie nach Belp/Schwarzenburg. Bis zum Kabelaufstieg bei km 2.806 als Kabel geführt. Strom fliesst entlang dem DG Holligen in den Kettenwerken.	80
1026	Speiseleitung vom SP Stadtbach. Freileitung.	140

Tabelle 2-1: 24-h-Ströme bei den Abgängen der Schaltstation Holligen. Quelle [6].

2.5.1 Speiseleitungen

Da gemessenen 24-h-Strommittelwerte bei der Schaltstation Holligen entsprechen unmittelbar dem massgebenden 24-h-Strom im Untersuchungsbereich. Anmerkung: Die 24-h-Ströme summieren sich bei der Schaltstation Holligen nicht zu 0. Dies ist darauf zurück zu führen, dass durch das Rekuperieren Strom auch direkt zwischen den drei Linien fliesst und die Speisung nicht immer nur vom UW Bern erfolgt. Es wurden daher für die Abgänge 1021, 1022, 1024 und 1025 (diese Speiseleitungen führen direkt beim DG Holligen vorbei) die 24-h-Ströme gemäss Tabelle 2-1 verwendet und die Ströme bei den Abgängen 1023 und 1026 (diese Speiseleitungen führen direkt oder indirekt über die Fahrleitung zum UW Bern) entsprechend erhöht. Anmerkung: SBB hat bei der Abgabe der 24-h-Ströme im E-Mail vermerkt, dass diese Ströme wegen den aktuellen Bauarbeiten im Bereich Wylerfeld tendenziell erhöht sind.

2.5.2 Oberleitungen

Im Untersuchungsperimeter fliesst nur in den Kettenwerken der Gleise 301 und 401 im Bereich der Streckentrennung (km 2.843) bis zum Kabelaufstieg bei km 2.939 Transferstrom (entsprechend dem Speisepunktstrom von Abgang 1025 total 80 A. Dieser Abgang ist bis km 2.806 als Kabel ausgeführt, anschliessend führen zwei kurze Speiseleitungen bis zu den Fahrleitungsmasten bei km 2.827 mit der Einspeisung ins Kettenwerk). Alle anderen Kettenwerke sind im Stich gespeist und vergleichsweise kurze Fahrleistungssektoren mit entsprechend tiefen 24-h-Strömen. In diese Kettenwerke wurde ein zur Länge des Sektors proportionaler Strom von 0.7 A/100 m im Modell eingepreist (typischer Wert aus verschiedenen Herleitungen und Messungen). Die 24-h-Ströme in diesen Kettenwerken betragen daher um 2 A und sind deshalb für die magnetische Flussdichte im Vergleich zu den Speiseleitungen praktisch bedeutungslos.

2.5.3 Rückleiter und Erdung

Für die Schienen wurde berücksichtigt, dass im Untersuchungsbereich für die Gleisfreimeldeanlagen isolierte Gleisabschnitt eingesetzt werden und dementsprechend jeweils nur eine Schiene Rückstrom führt. Welche Schiene dies ist wurde dem Plan in [4] entnommen.

Alle 250 m (bei einem typischen Mastabstand von 50 m bei jedem 5. Masten) verbinden niederohmige Querverbindungen Rückleiterseil und nicht isolierte Schienen.

Bei jedem Masten sind im Bereich der BLS Anlagen (d.h. den Linien nach Belp/Schwarzenburg und Neuenburg) Rückleiterseil und nicht isolierte Schiene niederohmig verbunden (BLS spezifische Anbindung der Masten an die Schienen).

Die Masterdung wurde alle 50 m mit 25Ω pro Mast modelliert und der Leitwert zwischen Schiene und Erde wurde mit 0.001 S/m angesetzt.

Bei jedem Kabel (im Untersuchungsbereich Hinleiter 240 mm² Cu mit Schirm 35 mm² Cu) ist jeweils parallel dazu ein Rückleiterseil 95 mm² Cu im gleichen Rohr verlegt.

2.6 Anordnung und Parameter der Leiter

Die horizontale Lage der Leiter wurde dem Situationsplan [2] entnommen. Die Höhenlage der Gleise entstammt den Angaben aus der DfA [4]. Aktuelle Querprofile der Fahrleitungsanlage existieren für den Untersuchungsbericht nicht. Es erfolgte daher eine von BLS begleitete Aufnahme der relevanten Leiter vor Ort. Dabei konnten unter anderem auch die Höhen über SOK der Speiseleitungen und Rückleiterseile gemessen werden. Die Anordnung der Kabel wurde im Modell entsprechend den Anordnungen bei den Kabelschächten bei km 2.806 und bei km 2.881 (Linie nach Belp/Schwarzenburg) gemessen und modelliert. Die genaue Anordnung der Kabelschutzrohre zwischen diesen Schächten ist jedoch unbekannt, in den Gebäudeplänen sind die Kabelrohrblöcke nur schematisch dargestellt.



Abbildung 2-4: Anordnung der Kabel und der Rückleiter im Kabelschacht bei km 2.806, unmittelbar beim Kabelaufstieg der Speiseleitungen 17B und 18B.

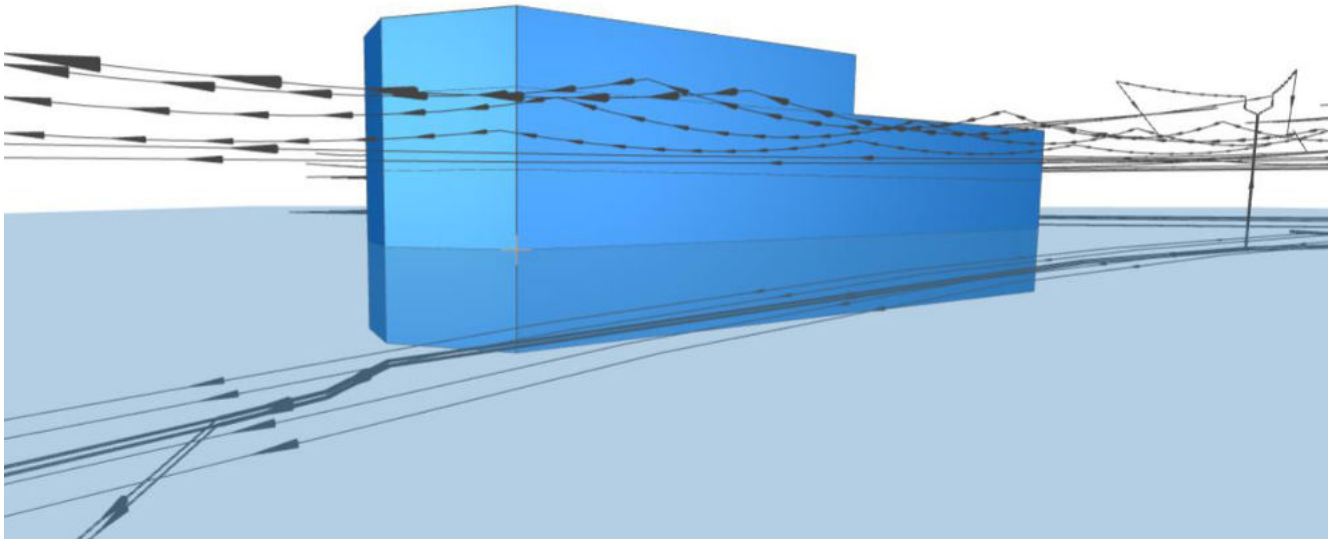


Abbildung 2-5: Modellerte Leiter (schwarze Linien mit Pfeilspitzen) und DG Holligen (dunkelblau). Blick von ca. km 2.900 von der Seite des Depot Holligen auf die Linie nach Belp/Schwarzenburg und das DG Holligen.

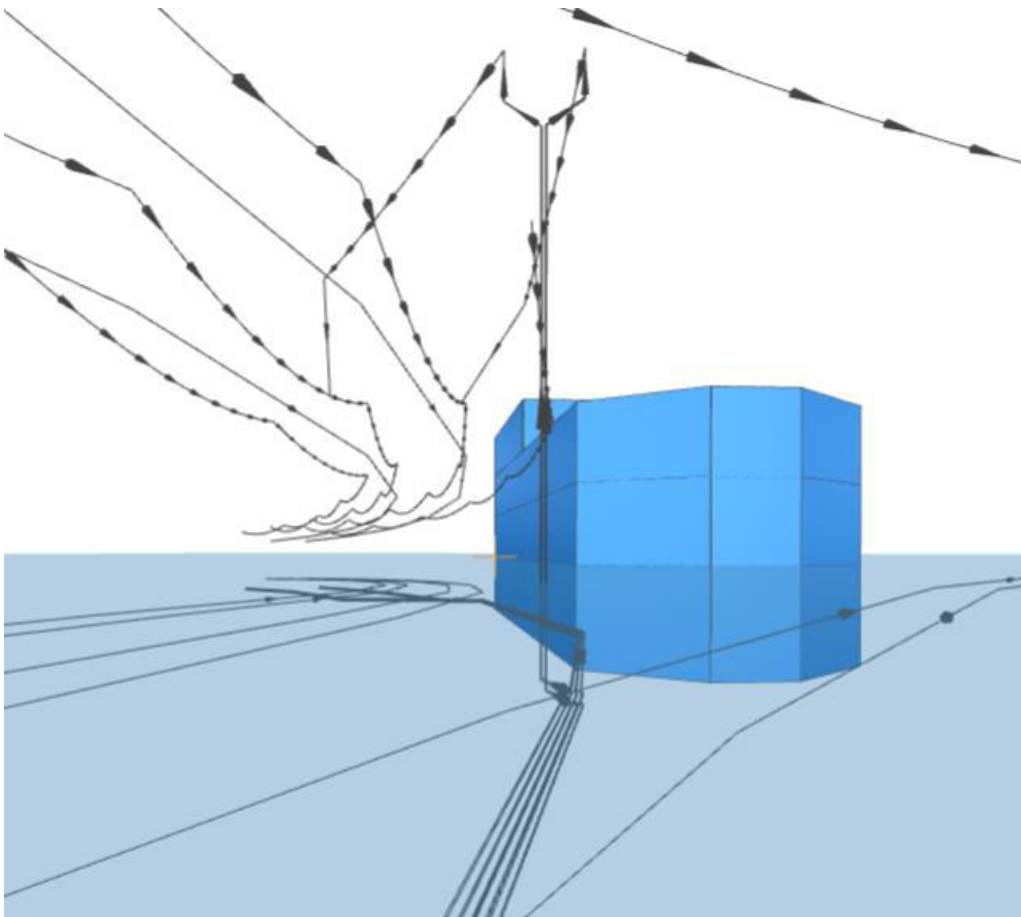


Abbildung 2-6: Modellerte Leiter (schwarze Linien mit Pfeilspitzen) und DG Holligen (dunkelblau). Blick auf den Kabelaufstieg bei km 2.806 und das DG Holligen. Nach rechts ist das Gleis A6, nach links die Linie nach Belp/Schwarzenburg sichtbar.

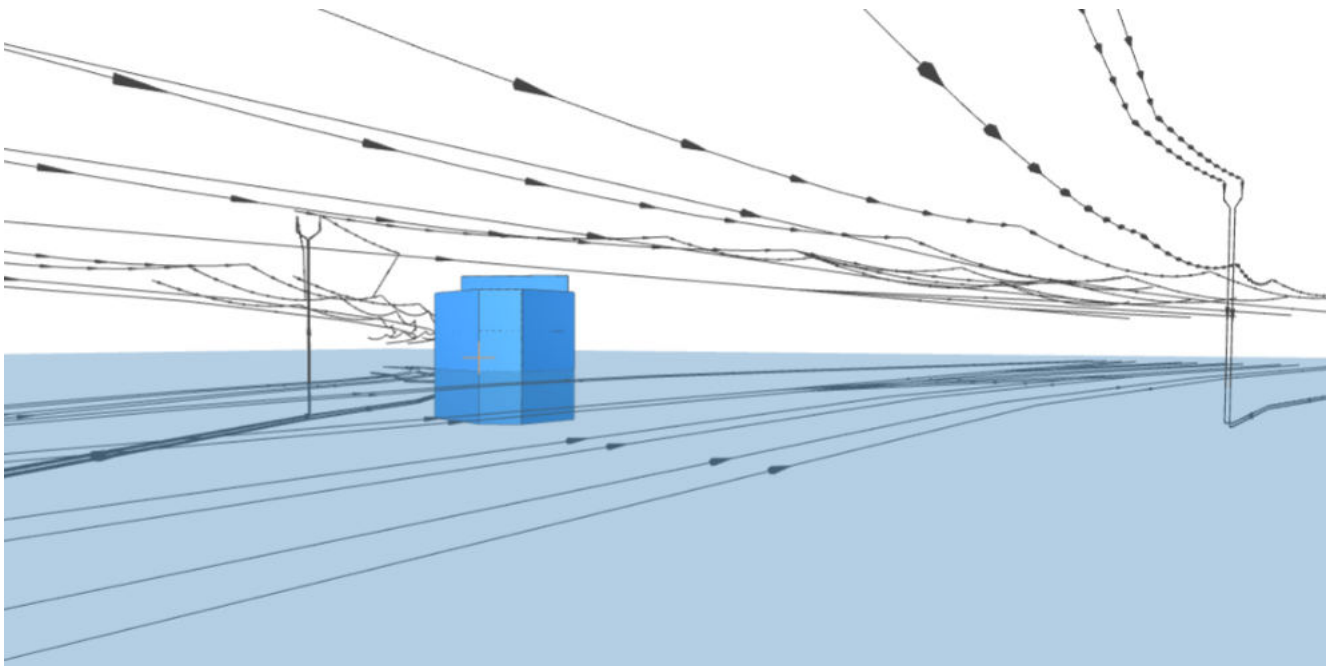


Abbildung 2-7: Modellierte Leiter (schwarze Linien mit Pfeilspitzen) und DG Holligen (dunkelblau). Blick von ca. km 2.8 auf das DG Holligen. Im Vordergrund die Gleise Richtung Neuenburg, ganz rechts die Speiseleitungen 21/22 Richtung Neuenburg mit dem Kabelaufstieg für die Leiterführung unter dem Autobahnviadukt.

Die Parameter der im Modell verwendeten Leiter sind in Tabelle 2-2 aufgeführt.

Leiter	Material	Querschnitt [mm ²]	Äquivalenter Radius [mm]	Relative Permeabilität	Spezifischer elektrischer Widerstand (20°C) [Ω/m]	Bemerkungen
Schiene UIC 54	Stahl	6855	94	50	3.364E-05	Schiene BLS; Leitwert gegenüber Erde 0.001 S/m
Schiene UIC 46	Stahl	5880	92	50	3.922E-05	Schiene BLS im Bereich des DG Richtung Belp/Schwarzenburg; Leitwert gegenüber Erde 0.001 S/m
Schiene UIC 60	Stahl	7686	108	50	3.000E-05	Schiene SBB; Leitwert gegenüber Erde 0.001 S/m
Fahrdraht Cu 107 mm ²	Cu	107	6.125	1	1.661E-04	
Tragseil StaKu 50 mm ²	StaKu	50	4.5	1	1.000E-03	Tragseil BLS
Tragseil StaKu 92 mm ²	StaKu	92	6.15	1	2.220E-04	Tragseil SBB
Seil Cu 95 mm ²	Cu	95	6.25	1	1.871E-04	Speiseleitung, Rückleiter
Kabel Cu 240 mm ² Kern	Cu	240	7.9	1	7.404E-05	
Kabel Cu 35 mm ² Schirm	Cu	35	15.3	1	5.007E-04	

Tabelle 2-2: Parameter der im Modell eingesetzten Leiter.

3 VERWENDETE TOOLS

3.1 SIMNET

Das Softwarewerkzeug SIMNET dient der Berechnung von Strömen und Spannungen in einem Netzwerk mit parallel verlaufenden Leitern, also wie dies typischerweise in einer Bahntrasse mit Fahrdrabt, Tragseil, Speiseleitungen, Feeder, Rückleiterseilen, Schienen und Kabel der Fall ist. Das Programm gelangt insbesondere zur Anwendung bei der

- Berechnung der Rückstromführung in Tunneln und auf offener Strecke (Rückleiterseile, Schienen, Armierung, Erdreich etc.)
- Berechnung der Stromaufteilung zwischen verschiedenen, parallel verlaufenden Hin- und Rückleitern
- Berechnung der magnetischen Flussdichte bei einer bestimmten Leiteranordnung und Leiterbelastung
- Berechnung der Impedanzen für verschiedene Fahrleitungs- und Rückleitungskonfigurationen als Grundlage für FABEL
- Berechnung der Beeinflussung von parallel verlaufenden Signal- und Fernmeldekabeln
- Ermittlung von Spannungen und Potenzialen von Leitern und der Erde in Kurzschlussfällen und während des Normalbetriebs
- Abschätzung der Auswirkungen von Erdungen und unterschiedlichen Leiteranordnungen

SIMNET führt eine Netzwerkberechnung unter Berücksichtigung einer beliebig langen Aneinanderreihung von Abschnitten durch, die jeweils aus parallelen Leitern und Verbindungen (Impedanzen, Quellen) zwischen den Leitern und nach Erde bestehen. Die Berechnung erfolgt für eine wählbare Frequenz. Basierend auf den ermittelten Stromverteilungen kann EMFCALC die resultierende magnetische Flussdichte in senkrecht zu den Leitern stehenden Ebenen berechnen.

Für jede in einem System vorkommende Leiteranordnung (Trassetyp) werden die geometrischen und physikalischen Daten der Leiter in einer Bibliothek abgelegt. Zu den Leiterdaten gehören: Position jedes Leiters im Querschnitt-Koordinatensystem, Leiterdurchmesser, relative Permeabilität, spezifischer Gleichstromwiderstand, Ableitungswiderstand nach Erde. Ebenso wird eine Bibliothek aller Querverbindungen zwischen den Leitern angelegt, z. B. für Einspeisungen, Verbraucher (Züge), Erdverbindungen, Masterdungen, Leiterverbindungen etc. Der zu untersuchende Streckenabschnitt wird modelliert, indem die vorkommenden Leiteranordnungen als Abschnitte entsprechender Länge aneinander gereiht und die verschiedenen Arten von Querverbindungen an den gewünschten Stellen platziert werden.

SIMNET berechnet aufgrund der Modelldaten die ohmschen Widerstände, die Eigeninduktivitäten und die Kapazitätsbeläge der einzelnen Leiter, die induktiven und kapazitiven Kopplungen sämtlicher Leiter untereinander und nach Erde. Dabei wird die Stromverdrängung in den Leitern ebenso berücksichtigt wie die erwartete Erdstromtiefe und der Erdwiderstand.

3.2 EMFCALC3D

EMFCALC3D ist ein Programm zur Berechnung der magnetischen Flussdichte im Umfeld von elektrischen Leitern. Die Leiter können dabei beliebig im Raum angeordnet sein. Das Programm eignet sich daher unter anderem für die Berechnung der Magnetfelder von komplexen Anlagen, wie Unterwerke oder Schaltposten mit Anbindung an die Fahrleitung. Die Visualisierung der magnetischen Flussdichte erfolgt mit der Darstellung von Isolinien der magnetischen Flussdichte in frei konfigurierbaren Schnittebenen.

Mit EMFCALC3D können auch Überlagerungen von Magnetfeldern verschiedener Frequenzen oder von Ein- und Mehrphasensystemen berechnet werden. Dazu sind in EMFCALC3D die üblichen Summationsvorgaben – wie sie zum Beispiel von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) vorgeschlagen oder in der Schweizerischen Verordnung zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) vorgegeben sind – implementiert.

4 ERGEBNISSE

In den nachfolgenden Abbildungen der Isolinien der magnetischen Flussdichte sind der Grundriss des DG Holligen (Aussenwand) mit grünen und die Projektion der modellierten Leiter auf die Darstellungsebene mit schwarzen Linien dargestellt. Isolinien sind blau und die Isolinie des AGW ($1 \mu\text{T}$) rot dargestellt. Dargestellt ist jeweils die Ebene 1 m über Boden des entsprechenden Geschosses.

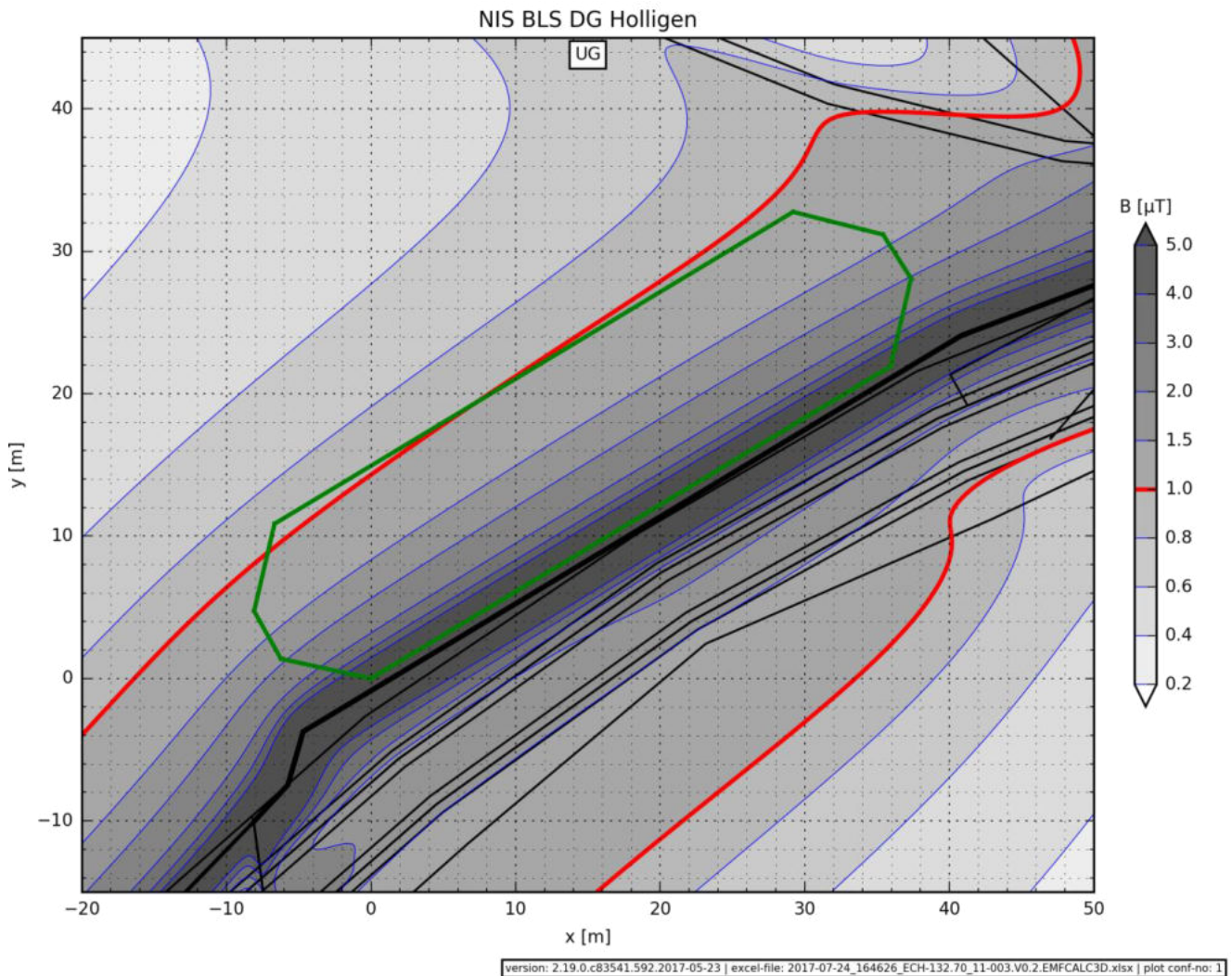


Abbildung 4-1: Isolinien der magnetischen Flussdichte, verursacht durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen, 1 m über Boden des Untergeschosses des DG Holligen ($z=-3.55 \text{ m}$).

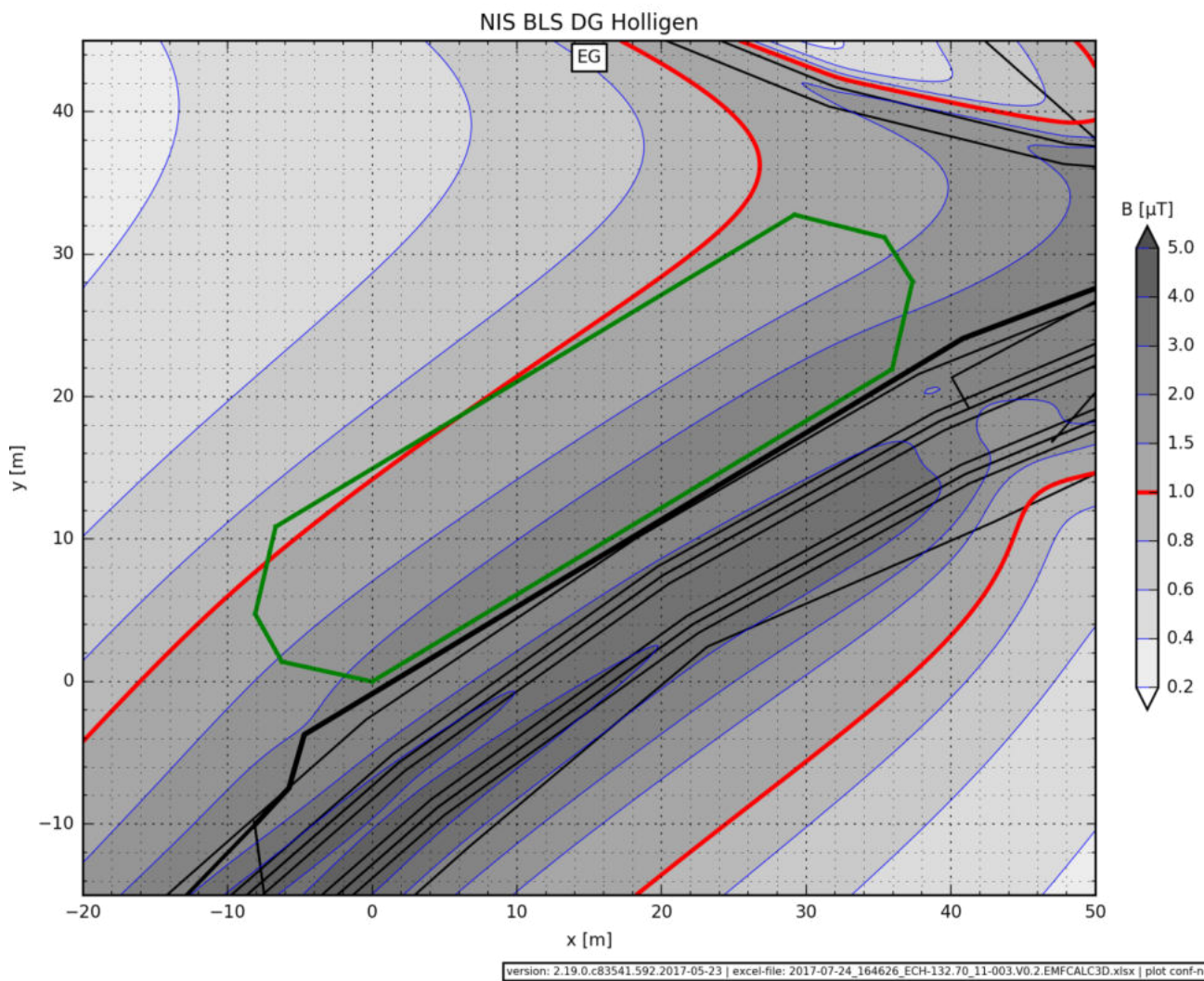


Abbildung 4-2: Isolinien der magnetischen Flussdichte, verursacht durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen, 1 m über Boden des Erdgeschosses des DG Holligen ($z=1.00$ m).

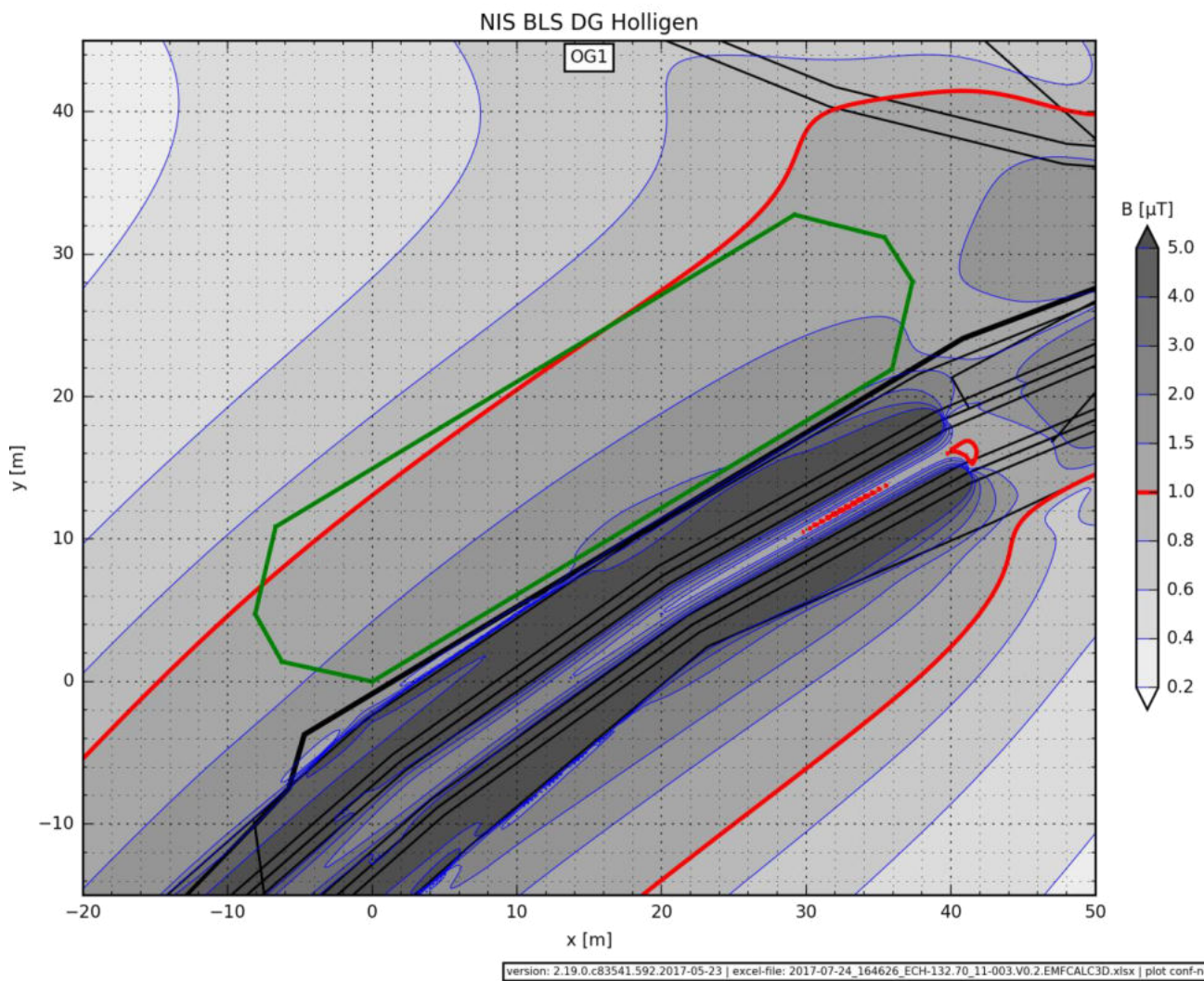


Abbildung 4-3: Isolinien der magnetischen Flussdichte, verursacht durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen, 1 m über Boden des 1. Obergeschosses des DG Holligen ($z=4.50$ m).

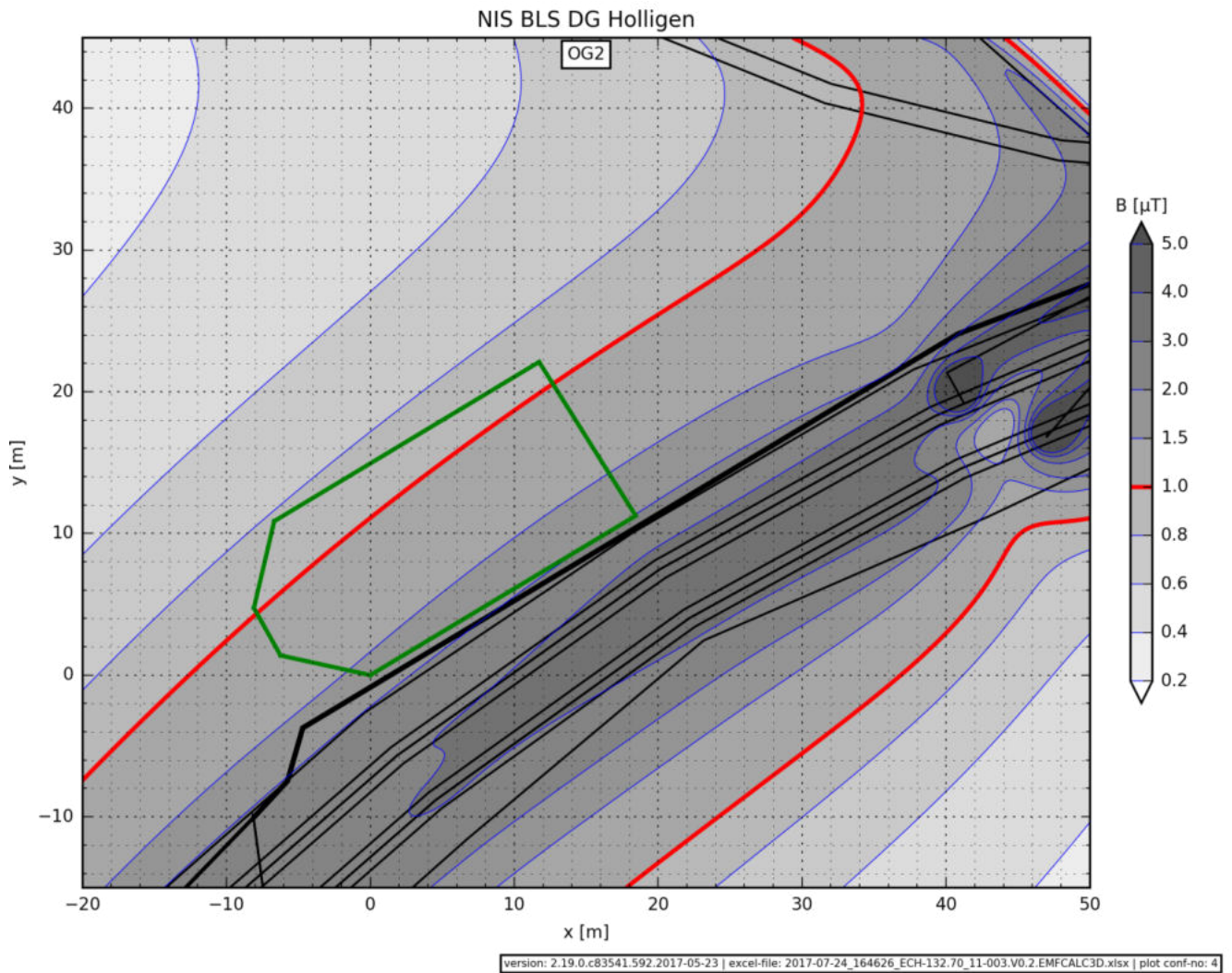


Abbildung 4-4: Isolinien der magnetischen Flussdichte, verursacht durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen, 1 m über Boden des 1. Obergeschosses des DG Holligen ($z=8.00$ m).

In den nachfolgenden Abbildungen der Isolinien der magnetischen Flussdichte in Vertikalschnitten durch das DG Holligen sind die Aussenwände mit grünen Linien und die Durchstosspunkte der modellierten Leiter durch die Darstellungsebene mit blauen Punkten dargestellt. Isolinien sind blau und die Isolinie des AGW ($1 \mu\text{T}$) rot dargestellt.

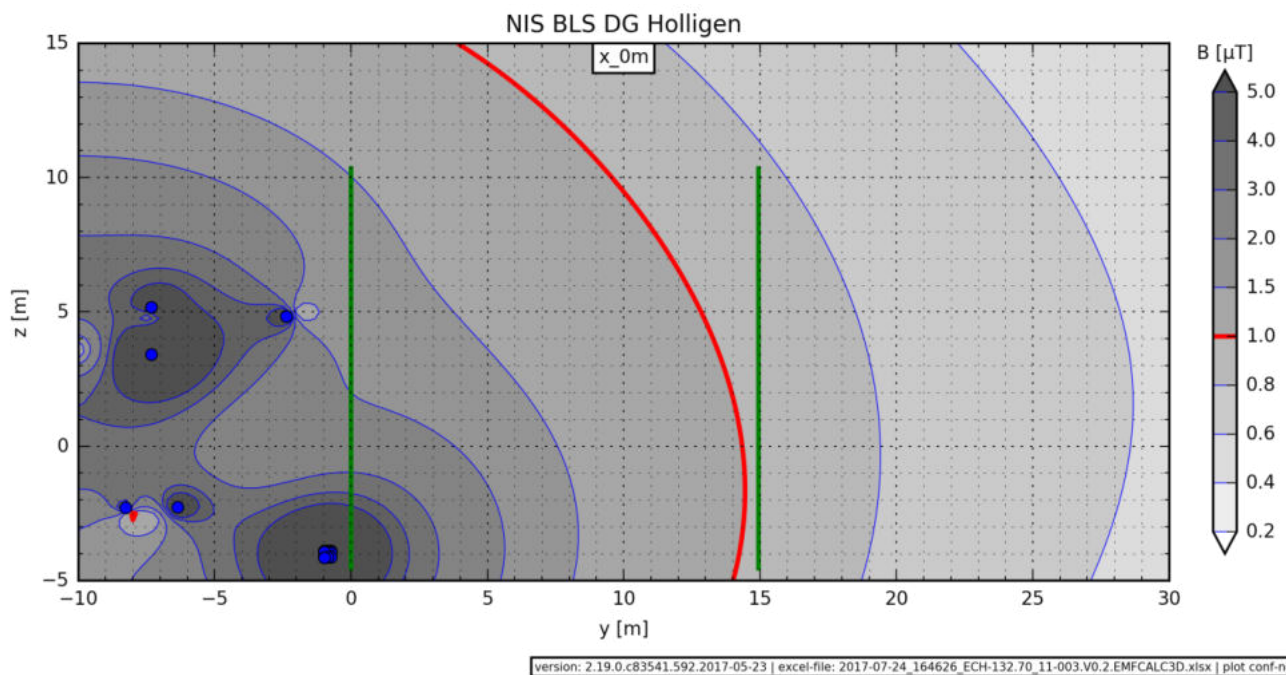


Abbildung 4-5: Isolinien der magnetischen Flussdichte, verursacht durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen, Vertikalschnitt durch das DG Holligen bei $x=0.00$ m.

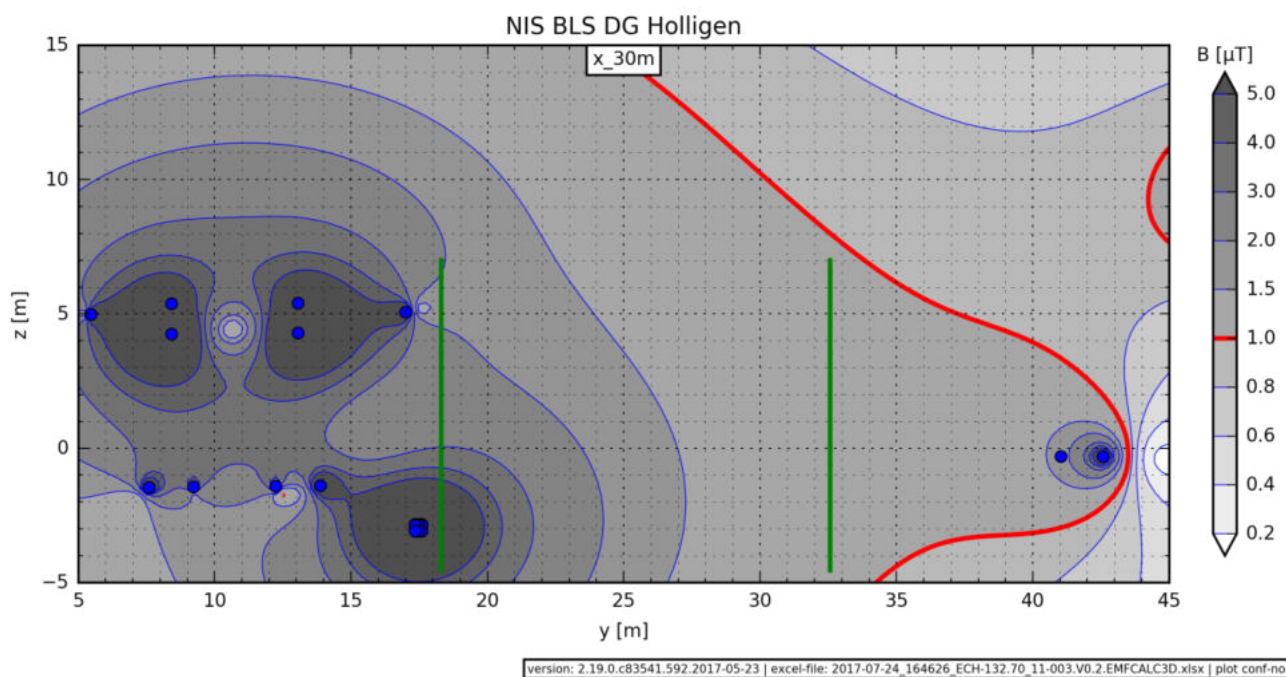


Abbildung 4-6: Isolinien der magnetischen Flussdichte, verursacht durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen, Vertikalschnitt durch das DG Holligen bei $x=30.00$ m.

5 REFERENZEN

- [1] Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV, SR 814.710), 23. Dezember 1999 (Stand am 1. Juli 2016)
- [2] Situationsplan 1:1000 Depot Holligen, BLS, 08.06.2017
- [3] Fahrleitungsanlagen Verzweigung Holligen Schaltschema, BLS, EA 7401, Ausgabe 1/2014, 14.12.2014
- [4] Höhenlagen Gleise um DG Holligen, Isolationen der Gleise, BLS/DfA, am 11.07.2017 per email erhalten
- [5] BN Holligen, Dienstgebäude für ST und EA-NF, Längsschnitt A-A, BN/Schenk+Schifferli, H 7115 / 19, PL 90/556, 29.01.1992
- [6] Stromwerte Schaltposten Holligen, BLS/SBB, am 27.06.2017 per email erhalten



**F Bern Stöckackerstrasse, Neubau Betriebs- und Bürogebäude EWB, Baugrund-
untersuchung Bericht Nr. 03147.2A, Geotest 2. April 2004**

H.R. Keusen
Ch. Meyer

Dr. phil. Geologe, SIA, USIC
Dr. phil. Geologe, SIA

GEOTEST GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Energie Wasser Bern
Schenk-Architekten AG, Bern
Ingenieurbüro WAM Partner AG, Bern

Bern
Stöckackerstrasse
Neubau Betriebs- und Bürogebäude EWB

Baugrunduntersuchung
Bericht Nr. 03147.2A

Zollikofen, 2. April 2004 / Rs

Bearbeiter:

Heike Martin
Hanspeter Ris

O:\2003\101-150\03147 Bern, EWB Stöckackerstrasse Arealkonzept, Mn\Ausgang\AC02\AC02AMn, BE Baugrunduntersuchung.doc/Rs

Hauptsitz :
GEOTEST AG Tel 031 910 01 01
Birkenstrasse 15 Fax 031 910 01 00
CH-3052 Zollikofen zollikofen@geotest.ch

Filialen :
4587 Aetingen SO 1033 Cheseaux VD 1920 Martigny VS
6055 Alpnach Dorf OW 7260 Davos Dorf GR 2000 Neuchâtel
6460 Altdorf UR 1762 Givisiez FR 9001 St. Gallen
6374 Buochs NW 6048 Horw LU 8045 Zürich

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Auftrag	3
2. Projekt	3
3. Problemstellung	3
4. Vorhandene Unterlagen	3
5. Ausgeführte Arbeiten	4
6. Untersuchungsergebnisse	4
6.1 Allgemeine Geologie	4
6.2 Bodenmodell mit Schichtaufbau	5
6.3 Bodenkennwerte	6
6.4 Grundwasserverhältnisse	6
6.5 Wasserdurchlässigkeit	7
7. Empfehlungen für die Fundation	8
8. Baugrubengestaltung	9
9. Wasserhaltung	10
10. Regenwasserversickerung	10
11. Verdachtsfläche	11
12. Wiederverwendung des Aushubmaterials	12
13. Schlussbemerkungen	12

Anhang

Situation 1:500 mit Isolinien der Oberfläche des tragfähigen Untergrundes	1
Schnitt A – A'	2
Schnitt B – B'	3
Profile der Kernbohrungen Kb 1-04 bis Kb 5-04	4 – 8
Profile der Rammsondierungen Rs 1-04 und Rs 2-04	9 – 10
Wasserspiegelmessungen	11
Vorhandene Unterlagen	12
Ergebnisse der DMT-Versuche	13 – 16
Ausdehnung des Betriebsstandortes 03510171 im Altlasten- und Verdachtsflächenkataster des Kantons Bern	17
Prüfbericht 03147.2433	P1 – P5

1. Auftrag

Wir wurden am 11.2.2004 von Frau Schenk, Schenk-Architekten AG, im Namen der Bauherrschaft beauftragt, die Baugrunduntersuchung gemäss unserem Vorschlag 03147 vom 31.1.2004 sowie unserem Schreiben vom 11.2.2004 durchzuführen.

2. Projekt

Auf der heutigen Freiluftanlage des EWB - Unterwerks Holligen und auf dem Standort der heutigen Werkstatt (Bern, Stöckackerstrasse 33 und 35) ist der Neubau eines Betriebs- und Bürogebäudes mit Tiefgarage vorgesehen.

- Grundriss ca.: E-Teil: 78 m × 23 m W-Teil: 19 m × 23 m
- Geschosse: E-Teil: 3 UG, EG + 1 OG W-Teil: 3 UG, EG + 4 OG
- OK Bodenplatte: 534.62 m ü. M.
- Aushubkote: 533.60 m ü. M.



3. Problemstellung

Auf der Ostseite der Baugrube sind sehr schwierige Baugrundverhältnisse mit mächtigen weichen Seeablagerungen erwartet worden. Die unmittelbare Nähe des Autobahnviaduktes mit seinen auf Pfählen fundierten Pfeilern verlangte nach einer detaillierten Untersuchung in diesem Bereich. Die Ausdehnung der Seeablagerungen in Richtung Westen musste durch eine genügende Anzahl Sondierungen mit entsprechender Tiefe ermittelt werden.

Die vorliegende Untersuchung behandelt die folgenden Punkte:

- Schichtverlauf entlang der Baugrubenabschlüsse
- Schichteigenschaften (für Baugrubenberechnungen, Foundation, Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials etc.)
- Grundwasserverhältnisse (Grundlage für die Baugrubenberechnungen und -wasserhaltung sowie für die Regenwasserversickerung)

Das EWB-Areal ist im Altlasten- und Verdachtsflächenkataster des Kantons Bern als Betriebsstandort 03510171 aufgeführt. Das heisst, dass vor Baubeginn eine historische und/oder eine technische Vorabklärung von Altlasten verlangt werden wird. Diese Abklärungen waren nicht Ziel dieses Berichts.

4. Vorhandene Unterlagen

Eine Liste der von uns verwendeten Unterlagen befindet sich im Anhang 12.

Im Sommer letzten Jahres haben wir eine Baugrundvoruntersuchung für das Arealkonzept EWB Holligen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Voruntersuchung sind im GEOTEST-Bericht 03147.1 vom 8.9.2003 zusammengefasst.

5. Ausgeführte Arbeiten

Alle Sondierstellen der neuen Untersuchung sind zusammen mit früheren Sondierstandorten im Anhang 1 eingezeichnet.

Für den vorliegenden Bericht wurden folgende neue Untersuchungen ausgeführt:

Durch die Palër SA unter Leitung der GEOTEST AG:

- Abteufen von **5 Kernbohrungen** (Kb 1-04 bis 5-04) auf Tiefen von 16.0 m bis 22.5 m, Gesamtlänge 92.5 m
- Durchführen von 17 SPT-Versuchen und 4 Absenkversuchen sowie Bestimmung der Schereigenschaften und der Zusammendrückung mit dem Marchetti-Flachdilatometer (DMT) über insgesamt 10.8 m im Bohrloch
- Versetzen von 6 2"-Piezometern in den Bohrungen Kb 1-04 bis 4-04, davon je zwei in den Bohrungen Kb 1-04 und Kb 2-04 zur Messung unterschiedlicher Grundwasserstockwerke sowie einem untiefen 4 ½"-Piezometer in der Bohrung Kb 5-04 zur Durchführung eines Versickerungsversuches
- Entnahme von 2 ungestörten Bodenproben

Durch GEOTEST AG:

- Absteckung und Nivellement der Bohr- bzw. Sondierstellen (Höhenbezug Vermessungspunkt Stöckackerstrasse, lt. Auskunft von Schenk-Architekten AG, Bern)
- Leiten der Bohrarbeiten
- Geotechnische Aufnahme der Bohrprofile (wegen Frostgefahr täglich)
- Abteufen von zwei Rammsondierungen durch unsere Rammequipe auf insgesamt 12.6 m sowie Liefern eines ¾"-Piezometers für Wasserspiegelmessungen in Kb 5-04
- Durchführen eines Versickerungsversuches in Bohrung Kb 5-04
- Untersuchung von Bohrgutproben in unserem akkreditierten Prüflabor (2 Direktscherver-suche an den ungestörten Bodenproben, Materialidentifikation durch Bestimmung von 4 Konsistenzgrenzen und 3 Korngrössenverteilungen)

6. Untersuchungsergebnisse

6.1 Allgemeine Geologie

Das Areal Holligen liegt in einer von Felderschottern gebildeten Ebene. Auf den Felderschottern haben sich z. T. feinkörnige Verlandungssedimente (junge und eiszeitliche Seeablagerungen aus Ton, Silt und Sand) und Torf abgelagert. Auf der Ostseite und in der Nordwest-Ecke des geplanten Gebäudes sind die Felderschotter vollständig wegerodiert und die Vertiefungen sind mit Seeablagerungen aufgefüllt worden.

Unter den Felderschottern steht eine relativ feinkörnige, z. T. verschwemmte Grundmoräne aus der Würmeiszeit an.

In den Felderschottern wurden zahlreiche Kiesgruben betrieben. Ein Teil dieser Gruben wurde mit Aushubmaterial rückgefüllt. So sind grosse Teile des Areals EWB-Holligen im obersten

Bereich aufgefüllt. Aus der Freiluftanlage wurden Anfang 2003 Fundamente entfernt und durch Auffüllung ersetzt.

Die neuen Sondierungen zeigen ein Auslaufen der eiszeitlichen Seeablagerungen gegen Westen.

6.2 Bodenmodell mit Schichtaufbau

Den Schichtverlauf des nördlichen und südlichen Baugrubeabschlusse haben wir in zwei Schnitten aufgezeichnet (Anhänge 2 und 3). In unserem Baugrundmodell unterscheiden wir die folgenden Schichten:

Tabelle 1: Schichtaufbau

Schichtbezeichnung	Lage der Schichtobergrenze [m ü. M.]		Materialbeschreibung
	Westbereich	Ostbereich	
R	545.6	545.4	obere Auffüllung / Koffermaterial: Sand und Kies , z. T. leicht siltig, mit vereinzelt Steinen
R'	nicht vorhanden	544.1 – 544.6	untere Auffüllung / Baugrubenaushub: tonig-siltiger Kies und Sand oder leicht toniger Silt , steif
Al/O	545.6 - 546.6	543.2 - 543.9	Seeablagerungen: Wechsellagerungen aus Sand und Silt/ Ton , z. T. mit organischem Material; Lagen von Torf
As	nicht vorhanden	542.4 - 540.7	eiszeitliche Seeablagerungen: weicher bis mittelsteifer toniger Silt bis magerer Ton mit vereinzelt Sandbändern, im Übergangsbereich mit (wenig) Kies
Af	541.9 – 546.2	543.4 - 533.6	Felderschotter: Kies mit wechselnden Anteilen an Sand, Silt und Steinen, z. T. leicht tonig oder sauberem bis siltigem Sand mit wechselnden Anteilen an Kies, leicht siltig bis siltig
M	nicht erreicht	nicht erreicht	Grundmoräne der Würmzeit: Kies , sandig bis stark sandig, vorwiegend siltig, Sand mit wechselnden Anteilen aus Kies, Silt und Ton, toniger Silt, toniger Kies mit Sand (gem. GEOTEST-Bericht 03147.1)

Der Übergang von den Felderschottern zu der Grundmoräne ist vermutlich fließend. Bau-technisch verfügen die Materialien über ähnliche Eigenschaften.

6.3 Bodenkennwerte

Aufgrund der Feld- und Laboruntersuchungen sowie von Erfahrungswerten schätzen wir folgende Bodenkennwerte:

Tabelle 2: Bodenkennwerte

Schichtbezeichnung	Material	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kN/m ²]	c_u [kN/m ²]	M_{E1} [MN/m ²]	M_{E2} [MN/m ²]	k [m/s]
R/R'	Auffüllung	18 (17 – 20)	20 (22 – 32)	0	–	6 (1 – 10)	20 (3 – 40)	10^{-5} (10^{-6} – 10^{-4})
Al/O	Seeablagerungen, Torf, organisch	14 (13 – 15)	15 (14 – 16)	0	10 (0 – 20)	0.6 (0.3 – 1.6)	2 (1.5 – 4)	10^{-5} (5×10^{-6} – 5×10^{-5})
As	toniger Silt, Ton mittelsteif - steif	19 (19 – 20)	26 (23 – 29)	8 (3 – 25)	30 (10 – 50)	5 (3 – 7)	20 (12 – 33)	10^{-9} (10^{-11} – 10^{-8})
Af	Felderschotter	21 (20 – 22)	37 (34 – 40)	0	–	60 (40 – 100)	150 (100 – 300)	10^{-4} (10^{-5} – 5×10^{-3})
M	Moräne	21 (21 – 22)	35 (33 – 37)	0	–	60 (40 – 100)	200 (120 – 400)	10^{-6} (10^{-7} – 10^{-5})

Legende: **fett** geschätzter Erwartungswert
() geschätzte Extremwerte

γ Feuchtraumgewicht
 ϕ' innerer Reibungswinkel

c' effektive Kohäsion
 c_u undrainierte Scherfestigkeit
 M_{E1} Zusammendrückungsmodul bei Erstbelastung
 M_{E2} Zusammendrückungsmodul bei Wiederbelastung
 k Wasserdurchlässigkeit

6.4 Grundwasserverhältnisse

Das Areal Holligen liegt laut Gewässerschutzkarte im Gewässerschutzbereich für unterirdische Gewässer A_u.

Die Felderschotter Af wirken als Grundwasserleiter. Ein **unterer durchgehender Grundwasserspiegel**, z. T. durch die eiszeitlichen Seeablagerungen As gespannt, lag am 11.3.04 bei ca. 537.9 m ü. M. Aus früheren Berichten sind Schwankungen zwischen rd. 533.9 – 538.8 m ü. M. bekannt. Der Grundwasserspiegel ist um nur rd. 10 cm von West abfallend nach Ost geneigt.

In den Bohrungen Kb 1-04 und Kb 2-04 liegt über den undurchlässigen eiszeitlichen Seeablagerungen As **oberes Grundwasser**. Dabei handelt es sich vermutlich nicht um einen durchgehenden Grundwasserspiegel, sondern um einen lokalen Wasseraufstau in der Auffüllung R/R' und den Seeablagerungen Al/O. Am 11.3.04 hatte sich in den kurzen Piezometern der Bohrungen Kb 1-04 und Kb 2-04 ein Wasserspiegel von 543.84 respektive 543.25 m ü. M. eingestellt.

6.5 Wasserdurchlässigkeit

Die Auswertung der Absenkversuche in den Bohrlöchern (alle Schicht Af) ergaben folgende Werte:

Tabelle 3: Absenkversuche im Bohrloch nach Lefranc

Schicht	Bohrung	Tiefe [m]	gemessene Durchlässigkeit (k-Wert) [m/s]
Af	Kb 1-04	13.65 – 14.65	$2.5 \times 10^{-6}^1$
Af	Kb 3-04	11.8 – 12.6	4.5×10^{-4}
Af	Kb 4-04	10.2 – 11.2	2.9×10^{-4}
Af	Kb 5-04	9.9 – 10.6	1.2×10^{-4}

Der Versickerungsversuch im 4 ½"-Piezometerrohr der Kb 5-04 erfolgte in der Rückfüllung des bestehenden Gebäudes.

Tabelle 4: Versickerungsversuch in Kb 5-04

Schicht	Lage perforierte Strecke [m u. T]	Gemessene spezifische Sickerleistung des Untergrundes S' [l/min/m²]	versickerungswirksamer k-Wert [m/s]
R	-2.18 – -4.18	1.74	2.9×10^{-5}

Für die Wärmepumpe des Magazins wurden 1987 in einem Entnahmeverbrunnen und einem Schluckbrunnen Durchlässigkeitsversuche in den Felderschottern Af durchgeführt, diese ergaben folgende Durchlässigkeiten:

Tabelle 5: Wasserleitfähigkeiten im Bereich Magazin

	Versuchsart	versickerungswirksamer k-Wert
Entnahmeverbrunnen	Pumpversuch	4.6×10^{-3} [m/s]
Schluckbrunnen	Versickerungsversuch	6.1×10^{-4} [m/s]

¹ Bei der Auswertung dieses Versuches zeigte sich eine Diskrepanz bei der Versuchsdurchführung, daher werden wir das Ergebnis dieses Versuchs im Weiteren nicht berücksichtigen.

7. Empfehlungen für die Foundation

Auf Höhe der Aushubsohle (ca. 535.4 m ü. M.) stehen überwiegend Felderschotter Af an. Auf diesen kann auf einer Sauberkeitsschicht von min. 20 cm Kiessand flachfundiert werden. Für die zulässigen Bodenpressungen kann ein Wert von $\sigma_{zul} = 300 \text{ kN/m}^2$ angenommen werden.

In einem kleinen Bereich auf der Ostseite verbleiben auf Höhe der Baugrubensohle noch weiche eiszeitliche Seeablagerungen As. Diese sind setzungsempfindlich und sind für eine Flachfundation nicht geeignet. Sie reichen bis in rund 2 m Tiefe unter der Baugrubensohle.

Der **Ersatz** dieser Schicht mit einem verdichtbaren Material ist nur möglich, wenn der Baugrubenabschluss entsprechend dimensioniert wird und das Grundwasser in dem unter den Seeablagerungen As liegenden Kies ca. 1 m unter seine Oberfläche abgesenkt wird. Als Ersatz kann ein verdichtbares, kiesig-sandiges Material verwendet werden. Denkbar ist die Wiederverwendung von sauberen, nicht vernässten Bereichen der Felderschotter Af aus dem W-Teil des Aushubes (Verdichtung auf ca. 40 MN/m² anstreben).

Denkbar ist auch ein **teilweiser Ersatz** der Schicht As unter Wänden und Stützen mittels mit Magerbeton gefüllten Schächten oder Gräben. Auch dafür muss der Wasserspiegel im Kies Af unter die Kiesoberfläche abgesenkt werden. Von der Statik her dürfen auf den verbleibenden Seeablagerungen keine Lasten abgetragen werden.

Die Kiesoberfläche darf bei diesen Ersatzarbeiten nicht aufgelockert werden und sollte vor dem Einbringen des Ersatzmaterials verdichtet werden.

In Anbetracht der beschränkten Ausdehnung und Tiefe der unter dem Gebäude verbleibenden Seeablagerungen As, erscheint uns eine Ersatzlösung geeigneter als eine Pfahlfundation.

Wenn jedoch die Fundationssohle höher gelegt würde, könnten als Alternative die Lasten im Ostbereich auch mit einer **Pfahlfundation** in die Felderschotter Af abgetragen werden. Dafür stehen Bohrpfähle im Vordergrund. Ob diese mit verlängerter Länge von der Oberfläche im Zuge der Baugrubensicherung ausgeführt werden oder von der Baugrubensohle aus, bleibt zu prüfen. Denkbar ist auch die Ausführung von Kleinbohrpfählen mit einem leichten Gerät von der Baugrubensohle aus. Ramppfähle sind aufgrund der mit ihrer Herstellung verbundenen Erschütterungen im weichen Untergrund (Unterwerk, Bahndamm, Autobahn, etc.) und der fraglichen Zugänglichkeit der Baugrube für schweres Rammgerät weniger geeignet.

Überschlagsmässig können für Mantelreibung und Spitzendruck von Pfählen in den Felderschottern die folgenden Werte angenommen werden.

Tabelle 6: Richtwerte für den äusseren Tragwiderstand (geschätzte charakteristische Bruchwerte für Spitzendruck und Mantelreibung) für Bohrpfähle

Schicht	Spitzendruck $\sigma_{\text{Spitze, k}}$ [MN/m ²]	Mantelreibung $\tau_{\text{Mantel, k}}$ [MN/m ²]
As	kein Lastabtrag	kein Lastabtrag
Af	6	0.2

Bei einer Prüfung des Tragwiderstandes von ausgesuchten Pfählen kann die erforderliche Sicherheit reduziert werden. Bei Ortbetonpfählen kann eine Integritätsprüfung sinnvoll sein.

Die Entscheidung ob Materialersatz oder Pfählung ausgeführt wird, ist vor der Dimensionierung der Baugrubensicherung und der Wasserhaltung zu treffen.

Da die **Untergeschosse ins Grundwasser** reichen, sind sie wasserdicht auszuführen. Für die Bemessung ist der mögliche Maximalspiegel des Grundwassers ausschlaggebend. Wir empfehlen dafür vorerst von einem zu erwartenden Spiegel von 539 m ü. M. auszugehen und zusätzlich eine Sicherheit vom 1.5 m anzusetzen. Wasserspiegelmessungen in den vorhandenen Piezometern bis Baubeginn können die Sicherheit dieser Prognose verbessern.

8. Baugrubengestaltung

Das Projekt erfordert einen Baugrubenabschluss. Aufgrund des Schichtaufbaus und der unterschiedlichen Nachbarbebauung möchten wir unsere Empfehlungen für die Baugrubengestaltung in die Bereiche Ost und West aufteilen. Für beide Bereiche gilt, dass der Abschluss wasserdicht ausgeführt werden muss, da das Grundwasser ausserhalb der Baugrube wenn möglich nicht weiträumig abgesenkt werden sollte.

Baugrubenwand Ost

Im östlichen Bereich der Baugrube wird die Baugrubenwand durch die weichen eiszeitlichen Seeablagerungen As abgeteuft. Sie ist wegen dem nahestehenden Weyermannshaus-Viadukt (Autobahnbrücke auf mit auf Pfählen fundierten Stützen) möglichst verformungsarm auszubilden. Aus diesen Gründen schlagen wir hier eine **überschnittene Bohrpfahlwand** vor.

Unter dem Viadukt reichen die Seeablagerungen tiefer als 525.0 m ü. M., was eine Verankerung der Baugrubenwand in einer geeigneten Schicht verunmöglicht. Die Sicherung der Baugrubenwände müsste hier durch Spriesse (z. B. Ecksprisse) oder Deckelbauweise erreicht werden. Bei der Projektierung ist den Deformationen in diesem Bereich spezielle Beachtung zu schenken und während der Ausführung sind die Deformationen intensiv zu kontrollieren.

Baugrubenwand West

Im westlichen Bereich liegt die Baugrubenwand überwiegend in den Felderschottern Af. Neben der überschnittenen Bohrpfahlwand kann hier die Variante einer Spundwand (mit Vorbohrung wegen hoher Lagerungsdichte und vorhandener Steine) geprüft werden. Eine Spundwand hat den Nachteil von Lärm und Erschütterungen bei der Erstellung. Im Nahbereich entstehen beim Einbringen Setzungen. Die Anforderungen der Nachbarbebauung (Unterwerk, Bahndamm mit Stützmauer) bzgl. erlaubten Verformungen sind deshalb mit dem Baugrubenabschluss in Einklang zu bringen. Eine Spundwand kann nach Beendigung der Hochbauarbeiten wieder aus dem Erdreich entfernt werden. Beim Ziehen der Spundwand werden im Nahbereich zusätzliche Setzungen entstehen. An speziell kritischen Stellen sollte sie deshalb im Boden belassen werden.

Die Abstützung der Baugrubenwand im westlichen Teil kann an jenen Stellen durch Anker erfolgen, an denen diese nicht durch Leitungen oder unterirdische Bauten (z. B. Pfähle) behindert werden. Für das Erstellen von Ankern ist die Erlaubnis der benachbarten Grundstückseigentümer, unter dessen Terrain die Anker reichen, erforderlich. In den Felderschottern Af können vorerst folgende Ankerkräfte angenommen werden:

Tabelle 7: Ankerkräfte in den Felderschottern (Erwartungswert für den äusseren Tragwiderstand)

Schicht	Verankerungslänge l_v	Äusserer Tragwiderstand (Bruchwert) R_a
Af	5 – 6 m	800 kN / Anker

Diese Werte sind frühzeitig durch Ankerversuche zu überprüfen.

Für die Abspriessung des östlichen Teils der Baugrube kann geprüft werden, inwieweit ein schnelleres Hochziehen des Westteils des Gebäudes ein Abspriessen auf dieses ermöglichen würde.

9. Wasserhaltung

Die Baugrubesohle kommt rd. 2.5 m unter den derzeitigen Grundwasserspiegel zu liegen. Für den Bau ist in der Baugrube das Grundwasser abzusenken. Bei den gegebenen Verhältnissen eignen sich mittelkalibrige Filterbrunnen oder KleinfILTERbrunnen innerhalb der Baugrube.

Von einer Absenkung ausserhalb der Baugrube raten wir aus verschiedenen Gründen ab:

- Das bestehende Magazingebäude verfügt über eine Wärmepumpe.
- Unsicherheit von weiträumige Setzungen

Zur Vermeidung solcher weitreichenden Absenkungen empfehlen wir, den Baugrubenabschluss relativ tief unter die Baugrubensohle einzubinden. Dadurch kann die Wassermenge reduziert werden. In einigen Bohrungen wurden zudem mit der Tiefe zunehmend schlechter durchlässige Schichten angetroffen. Die Wasserhaltungsbrunnen in der Baugrube sollten nicht unter die Unterkante des Baugrubenabschlusses reichen. An den Stellen, mit den am besten durchlässigen Schichten unter der Baugrubensohle, können ausserhalb der Baugrube einige Rückversickerungsbrunnen zum Hochhalten der Wasserspiegel in der Umgebung eingerichtet werden (Erstellung mit Pfahlbohrgerät).

10. Regenwasserversickerung

Für die Versickerung von Regenwasser bieten sich die Felderschotter Af an. Im mittleren Gebäudeteil reichen diese Schotter am nächsten an die Oberfläche. Das Gelände um die bestehende Werkstatt eignet sich wegen der anscheinend schlecht durchlässigen Gebäuderückfüllung nicht zur Versickerung (vgl. Versickerungsversuch).

Da das Areal Holligen im Gewässerschutzbereich A_u liegt, sind gewisse Anforderungen an die Qualität des versickerten Wassers zu stellen.

Die Wahl der Versickerungsanlage ist abhängig von der Belastungsklasse² des Dachaufbaus (direkte Versickerung, Bodenpassage etc.). Bei einem begrünten Dach ist z. B. keine Bodenpassage nötig und das Dachwasser kann direkt in Schächten versickert werden. Dabei muss

² gem. „Regenwasserentsorgung – Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten“, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Nov. 2002

der Abstand von der Unterkante des Sickerschachtes zum höchsten Grundwasserspiegel mindestens 1 m betragen.

Als Standort für Sickerschächte bietet sich die südliche Langseite des Neubaus an. Dort sind die Felderschotter auch im westlichen Teil nachgewiesen und es sind weniger Werkleitungen vorhanden.

Anhand der Absenkversuche empfehlen wir die Dimensionierungswerte für eine Versickerungsanlage in den Felderschottern Af wie folgt anzunehmen:

Tabelle 8: Dimensionierungswerte für eine Versickerungsanlage

Schicht	Dimensionierungswert der spezifischen Sickerleistung des Untergrundes S' [l/min/m ²]	versickerungswirksamer k-Wert [m/s]
Af	3.6	6×10^{-5}

Diese Dimensionierungswerte entsprechen der geringsten, mit einem Absenkversuch ermittelten, Durchlässigkeit (vgl. Tab. 3) reduziert um den Sicherheitsfaktor 2. Der Sicherheitsfaktor deckt rechnerisch die langfristig zu erwartenden Kolmatierung der Versickerungsanlage ab. Beim Bau der Anlage ist die erreichte Leistung (unter Beachtung der Sicherheit gegen Kolmatierung) zu überprüfen.

Wir empfehlen die Sickerschächte oder –brunnen ausserhalb der Baugrube anzuordnen, damit eine möglichst ungestörte Sickerstrecke bis zum Grundwasser besteht. So müssen wegen der Versickerung auch keine speziellen Anforderungen an die Gebäuderückfüllung gestellt werden.

11. Verdachtsfläche

Die EWB Parzelle 3989 ist im Altlasten- und Verdachtsflächenkataster des Kantons Bern als Betriebsstandort 03510171 aufgeführt. Als Verdachtsfläche aufgenommen wurde der Standort wegen der Verwendung von Ölen und Lösungsmitteln. In unseren Bohrungen wurde nach organo-leptischer Ansprache kein verunreinigtes Material festgestellt.

Vier der fünf Bohrungen wurden auf dem Gelände der 2003 erneuerten Aussenanlage (Freiluftanlage) abgeteuft. Die Aushubarbeiten während der Erneuerung der Anlage wurden durch einen Fachmann begleitet. Es wurden auch damals keine Verunreinigungen festgestellt [22].

Bei einem Bauvorhaben oder einer Umnutzung kann das GSA eine Untersuchung und allenfalls eine folgende Sanierung anordnen.

Es bleibt mit dem GSA abzuklären, ob vor Baubeginn noch eine historische und/oder technische Untersuchung durchgeführt werden muss.

Während der weiteren Projektierung sollte dieser Problematik noch nachgegangen werden, um frühzeitig allfällige spezielle Aufwendungen zu erkennen (z. B. für Material- und Pumpwasserentsorgung).

Auf Wunsch können wir gerne einen Vorschlag für die diesbezüglichen Abklärungen unterbreiten.

12. Wiederverwendung des Aushubmaterials

Bei den folgenden Angaben bleiben neue Erkenntnisse aus den Abklärungen bezüglich des Betriebsstandortes vorbehalten. Die bisherigen und die neu ausgeführten Sondierungen sowie die im Verdachtsflächenkataster vorhandenen Angaben lassen keine speziellen Probleme erkennen. Beim im Rahmen dieser Untersuchung gefundenen Auffüllmaterial handelt es sich um natürliches Aushubmaterial ohne wesentlichen Fremdstoffanteile.

- | | |
|-------------------------------|--|
| obere Auffüllung R: | - saubere bzw. leicht siltige kiesige und sandige Partien (altes Koffermaterial) gut für Koffer oder Hinterfüllungen verwendbar; als Koffermaterial für befahrene Strassen wahrscheinlich zu inhomogen |
| untere Auffüllung R': | - z. T. inhomogen
- toniges und siltiges Material (alter Aushub); vernässungsempfindlich; kann nicht für Hinterfüllungen verwendet werden; evt. für anspruchlose Geländemodellierung |
| Seeablagerungen AI/O: | - toniges, siltiges und feinsandiges Material ; kann Wiederverwendet werden; vernässungsempfindlich
- organisches Material nicht wiederverwendbar |
| eiszeitl. Seeablagerungen As: | - toniger Silt , weich; aufgrund des hohen Tongehalts und der relativ weichen Konsistenz nicht für Bauzwecke wiederverwendbar (evt. für Abdichtungen) |
| Felderschotter Af | - sauberes bzw. leicht siltiges kiesiges und sandiges Material für Hinterfüllungen verwendbar; für Koffermaterial Steine und Blöcke ausscheiden
- siltiger und toniger Kies, bzw. Sand , nur als Schüttmaterial ohne besonderen Anforderungen brauchbar |

13. Schlussbemerkungen

Wir empfehlen, für das Bauvorhaben die üblichen Bauwesen- und Bauherrenhaftpflichtversicherungen abzuschliessen.

Während der Aushub- und/oder Pfählungsarbeiten ist eine Kontrolle des hier angenommenen Baugrundmodells und der daraus gezogenen Folgerungen durch den Geotechniker notwendig. Für das Versetzen von Ankern ist die Erlaubnis des Grundstückseigners unerlässlich.

Im Rahmen der Projektbasis sind die während dem Bau notwendigen Kontrollen festzulegen (Sicherheits- und Kontrollplan). Darin sind u. a. auch folgende Punkte zu beachten:

- Kontrolle der Baugrubendeformationen speziell auf der Ostseite
- Kontrolle der Deformationen an Weyermannshaus-Viadukt, Unterwerk und Bahndamm
- Überwachung der Wasserspiegel in der Umgebung der Baustelle

Mit der Tram Bern West sind gegenseitige Beeinflussungen und zeitliche Überschneidungen abzuklären.

Über den Grundwasserspiegel sollten mehr Informationen durch Aktivieren alter und Versetzen neuer Piezometer gesammelt werden.

Das weitere Vorgehen bezüglich der Verdachtsfläche können wir Ihnen gerne an einer Besprechung erläutern.

GEOTEST AG

sig.

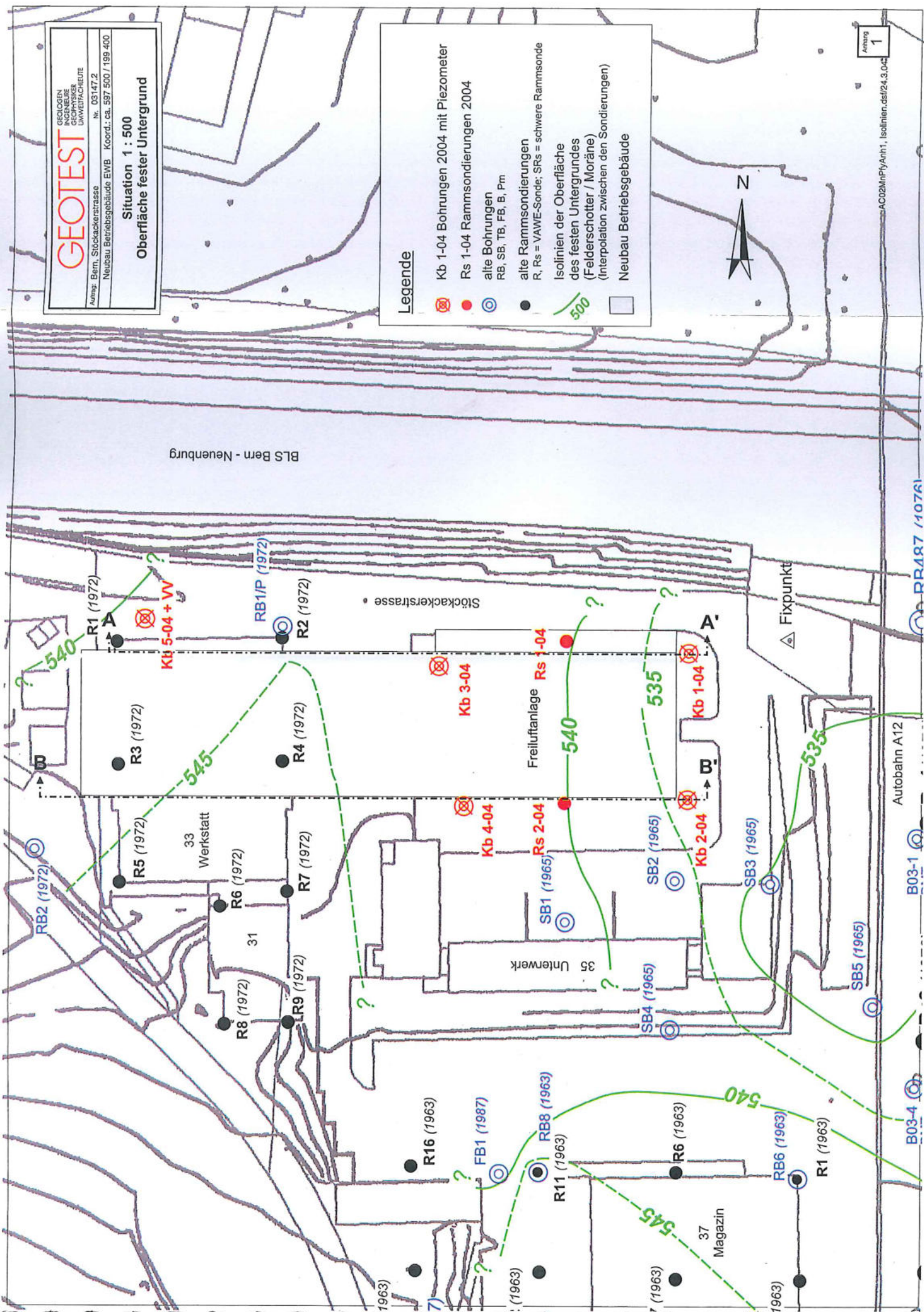
H. Ris H. Martin

Legende

-  Kb 1-04 Bohrungen 2004 mit Piezometer
-  Rs 1-04 Rammsondierungen 2004
-  alte Bohrungen
RB, SB, TB, FB, B, Pm
-  alte Rammsondierungen
R, Rs = VAWE-Sonde; SRs = schwere Rammsonde
-  Isolinien der Oberfläche
des festen Untergrundes
(Felderschotter / Moräne)
(Interpolation zwischen den Sondierungen)
-  Neubau Betriebsgebäude



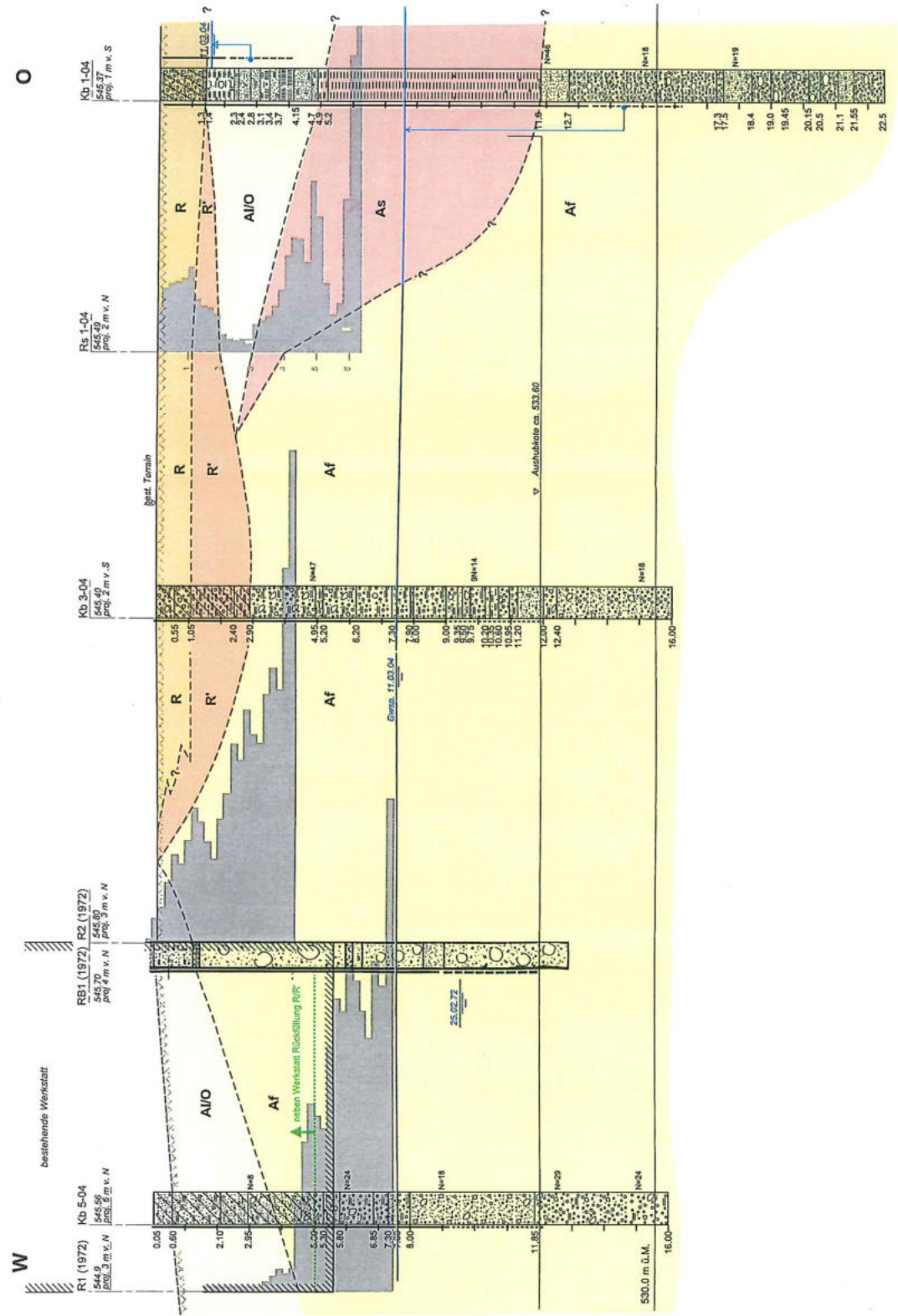
BLS Bern - Neuenburg



LEGENDE

- obere Auffüllung / Koffer:**
Sand mit viel Kies bis Kies mit viel Sand
- untere Auffüllung:**
toniger Silt, toniger Sand mit Kies und stark tonig siltiger Kies
- Seesablagerungen mit organischen Anteilen:**
leicht toniger Silt, Torf, Sand, leicht organisch
- eiszeitliche Seesablagerungen:**
toniger Silt bis magerer Ton, weich-mittelsteif
- Felderschotter:**
Kies und Sand
- Schichtgrenze:**

Der Schichtverlauf ist zwischen den Sondierungen interpoliert. Es kann zu Abweichungen zwischen dem gezeichneten Modell und der Realität kommen.



LEGENDE

obere Auffüllung / Koffer:
 Sand mit viel Kies bis Kies mit viel Sand

untere Auffüllung:
 toniger Silt, toniger Sand mit Kies und stark
 tonig alliger Kies

Seesablagerungen mit organischen Anteilen:
 leicht toniger Silt, Torf, Sand, leicht organisch

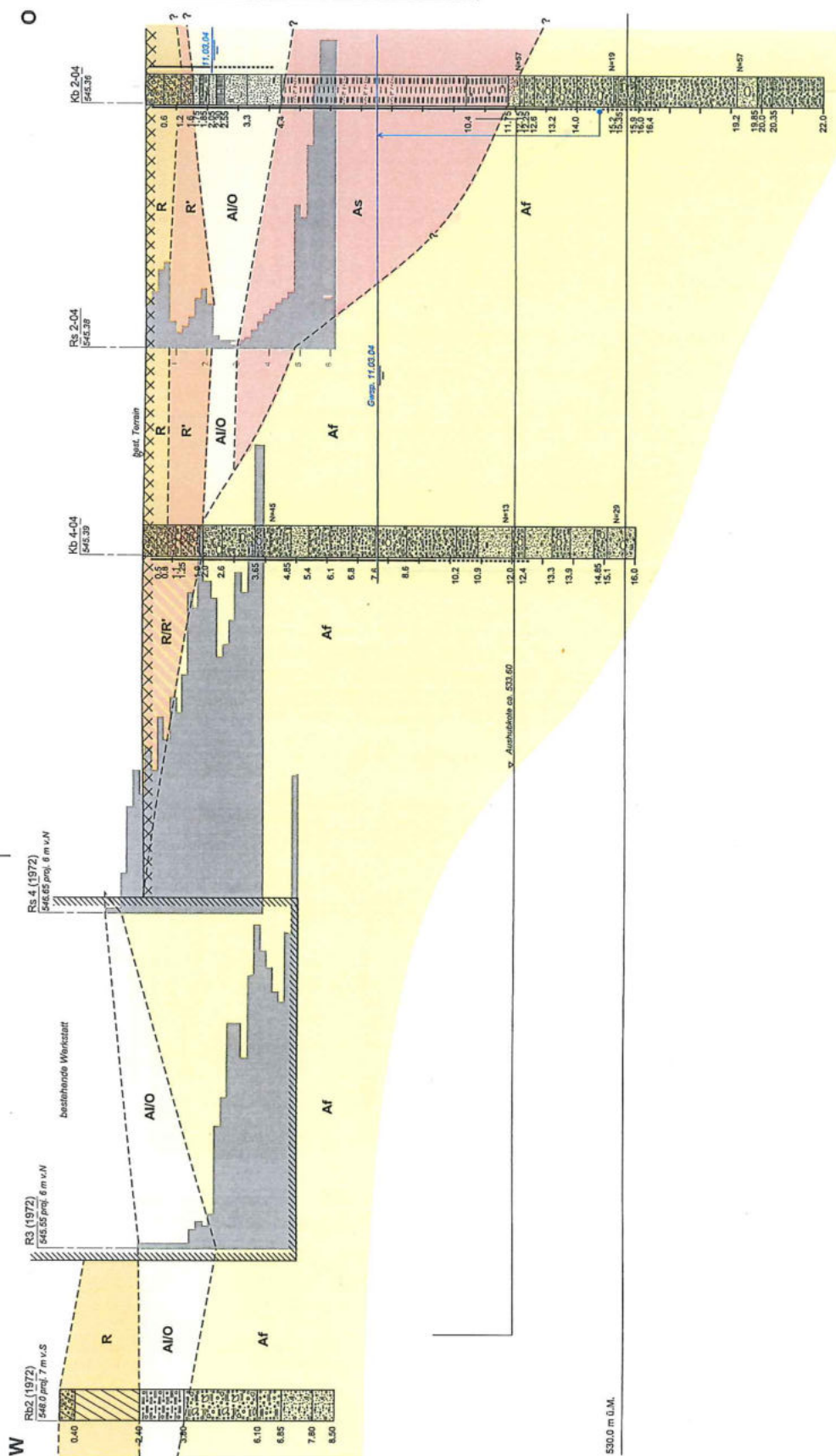
eiszeitliche Seesablagerungen:
 toniger Silt bis magerer Ton, weich-mitteltief

Felderschotter:
 Kies und Sand

Schichtgrenze

R Sand mit viel Kies bis Kies mit viel Sand
R' toniger Silt, toniger Sand mit Kies und stark tonig alliger Kies
A/O Seesablagerungen mit organischen Anteilen
As leicht toniger Silt, Torf, Sand, leicht organisch
Af eiszeitliche Seesablagerungen
Af toniger Silt bis magerer Ton, weich-mitteltief
Af Felderschotter
Af Kies und Sand

Der Schichtaufbau ist zwischen den Sondierungen interpoliert. Es kann in natura von dem hier gezeichneten Modell abweichen.



BOHRPROFIL Kb 1-04

1 : 100

GEOTEST GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Firma : Palèr SA, Hr Pontrandolfi

Sondierart : Rotationskernbohrung

Ausgeführt : 25.2. - 27.2.2004

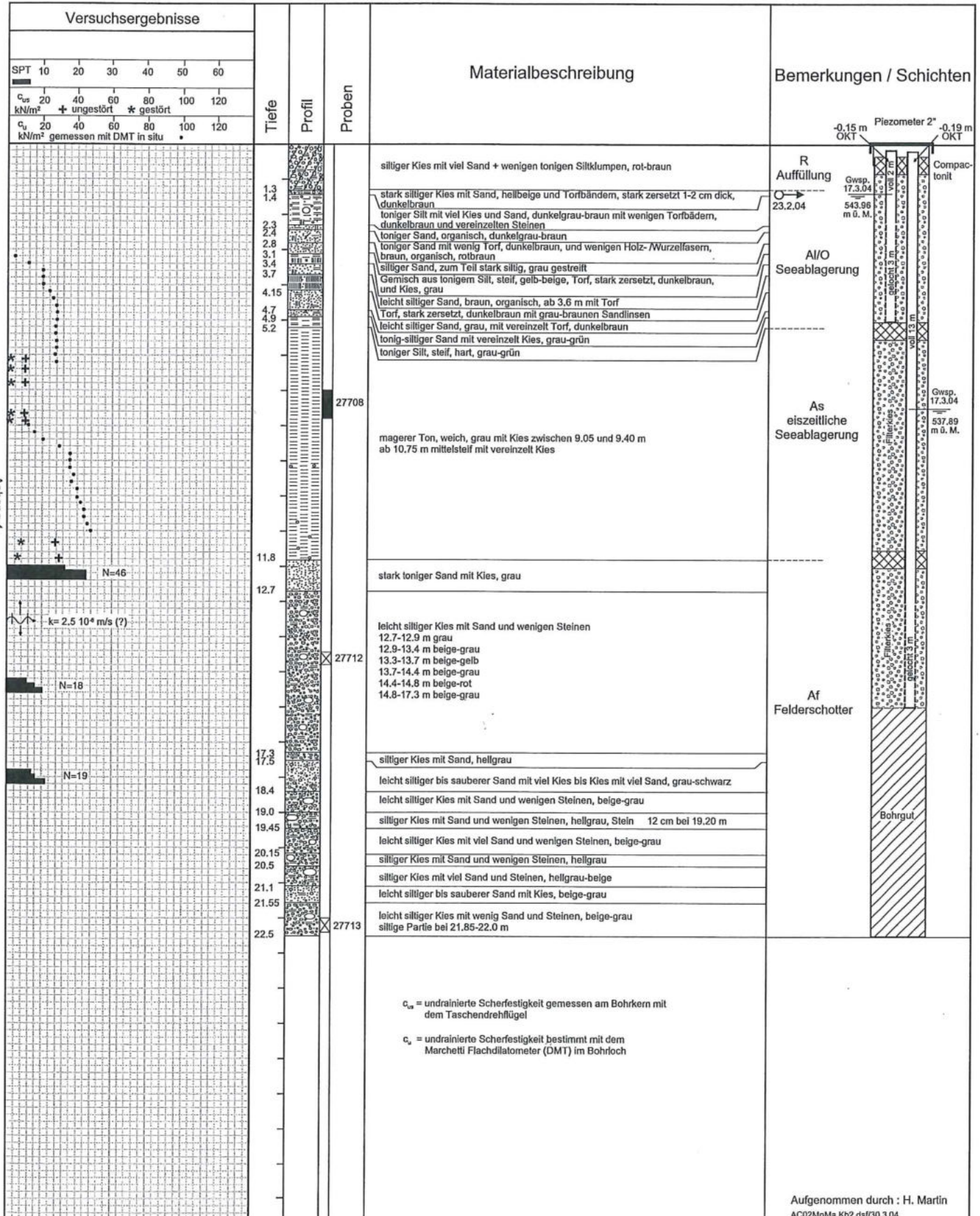
Terrainkote : 545.37 m ü. M.

Anfangsdurchmesser : 178 mm

Enddurchmesser : 178 mm

Doppelkernrohr ab : -

Koordinaten : 597 524 / 199 430



Auftrag : Bern, Stöckackerstrasse, Betriebsgebäude EWB

Nr. 03147.2

BOHRPROFIL Kb 2-04

1 : 100

GEOTEST

GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Firma : Palër SA, Hr Pontrandolfi

Sondierart : Rotationskernbohrung

Ausgeführt : 23.2. - 25.2.2004

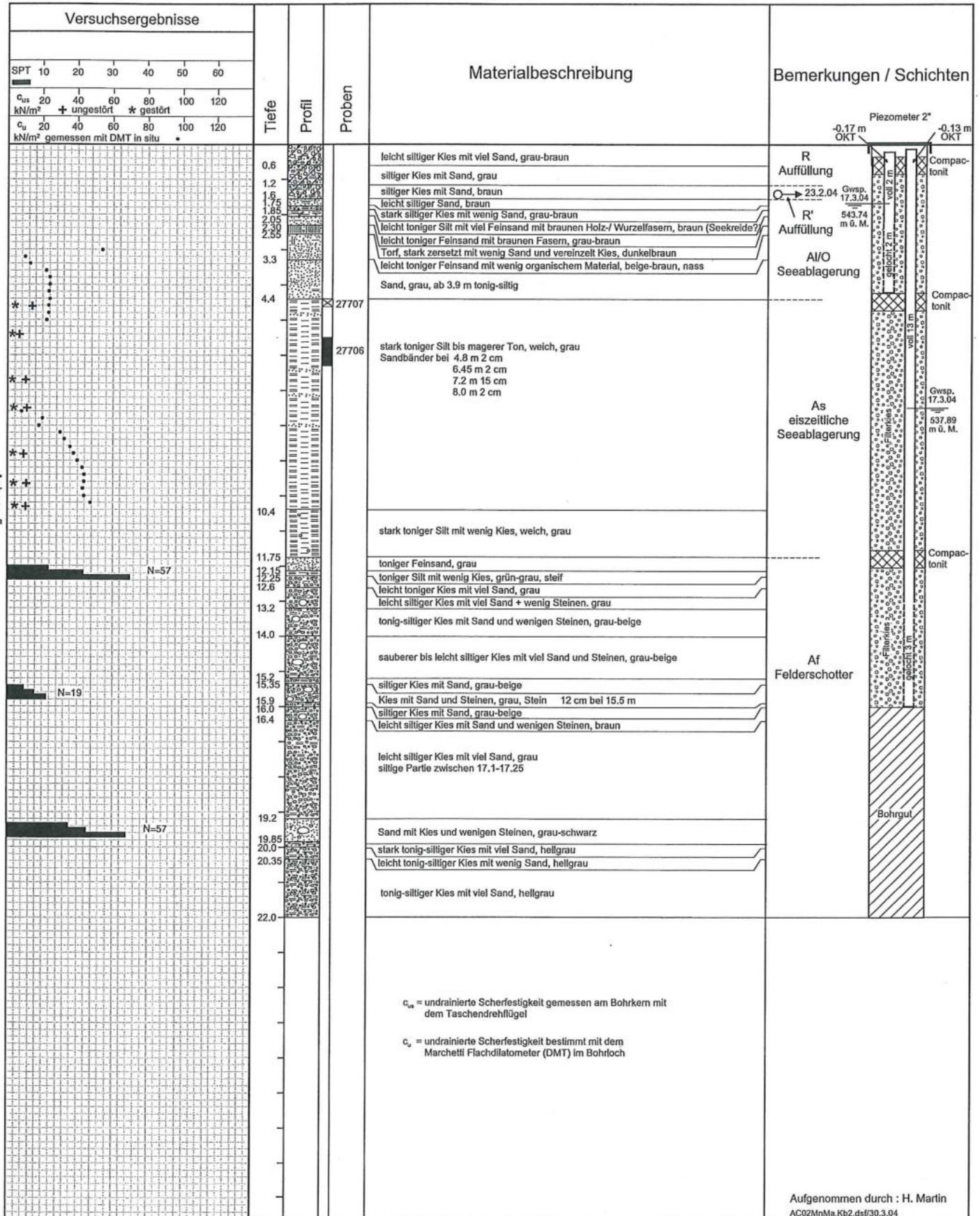
Terrainkote : 545.36 m ü. M.

Anfangsdurchmesser : 178 mm

Enddurchmesser : 178 mm

Doppelkernrohr ab : -

Koordinaten : 597 524 / 199 405



Auftrag : Bern, Stöckackerstrasse, Betriebsgebäude EWB

Nr. 03147.2

BOHRPROFIL Kb 3-04

1 : 100

GEOTEST

GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Firma : Palër SA, Hr Pontrandolfi

Sondierart : Rotationskernbohrung

Ausgeführt : 2.3. - 3.3.2004

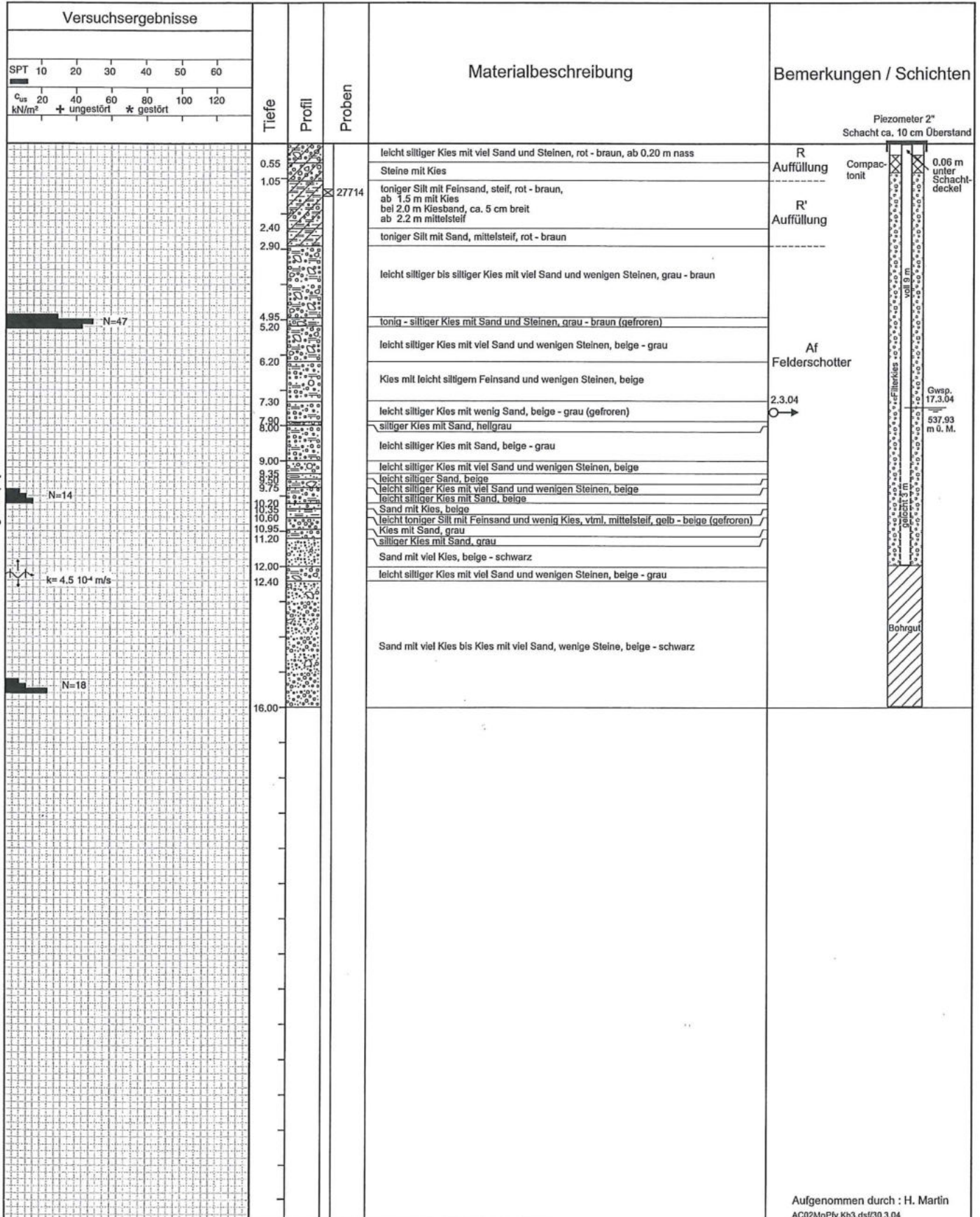
Terrainkote : ca. 545.40 m ü. M.

Anfangsdurchmesser : 178 mm

Enddurchmesser : 178 mm

Doppelkernrohr ab : -

Koordinaten : 597 485 / 199 425



Aufgenommen durch : H. Martin
AC02MnPiv,Kb3.ds/30.3.04

Auftrag : Bern, Stöckackerstrasse, Betriebsgebäude EWB

Nr. 03147.2

BOHRPROFIL Kb 4-04

1 : 100

GEOTEST

GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Firma : Palär SA, Hr Pontrandolfi

Sondierart : Rotationskernbohrung

Ausgeführt : 1.3. - 2.3.2004

Terrainkote : 545.39 m ü. M.

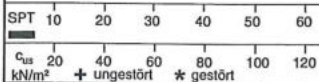
Anfangsdurchmesser : 178 mm

Enddurchmesser : 178 mm

Doppelkernrohr ab : -

Koordinaten : 597 490 / 199 404

Versuchsergebnisse



Tiefe

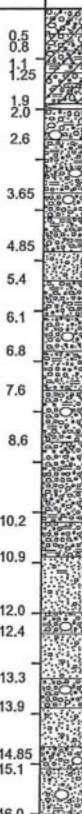
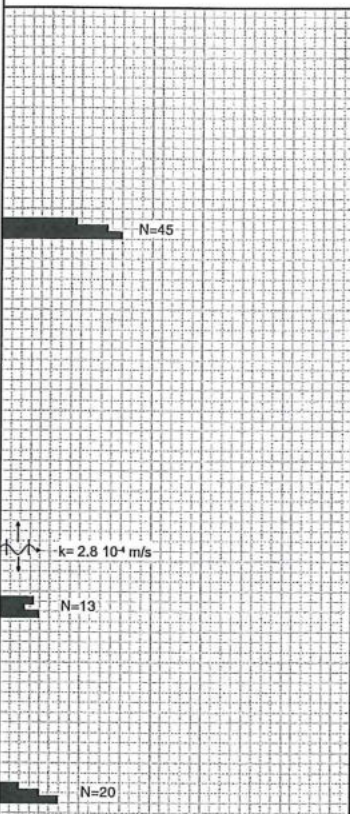
Profil

Proben

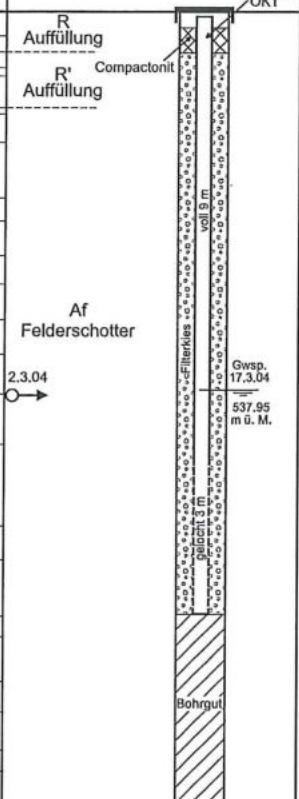
Materialbeschreibung

Bemerkungen / Schichten

Anhang 7



Kies mit viel Sand, rot-braun
leicht siltiger Kies mit viel Sand, braun
siltiger Kies mit viel Sand, braun
toniger Silt mit wenig Kies, steif, braun
stark tonig-siltiger Kies mit roten Sandsteinstücken, rot-braun
Stein, grau
leicht siltiger Kies mit viel Sand + wenigen Steinen, braun-grau
Kies mit viel siltigem Feinsand + wenigen Steinen, beige-grau
Kies mit Sand und wenigen Steinen, beige-grau
leicht siltiger Kies mit Sand, braun-grau
Sand mit viel Kies, beige-schwarz
leicht siltiger Kies mit viel Sand, beige-grau
Kies mit viel Sand und wenigen Steinen, grau-beige
Kies mit leicht siltigem Feinsand, grau-beige, 6.8-7.15 m trocken, 7.15-7.6 m feucht
leicht siltiger bis siltiger Kies mit viel Sand und wenigen Steinen, grau-braun, nass
sauberer bis leicht siltiger Kies mit viel Sand, beige-schwarz
leicht siltiger bis siltiger Kies mit viel Sand, grau-beige, 10.8-10.9 m stark siltig
fast sauberer Sand mit Kies, beige-schwarz, ~11.2 m Band aus Silt mit Sand, hellgrau, ca. 0.5 cm dick
Kies mit viel Sand und wenigen Steinen, beige-schwarz
Sand mit viel Kies und wenigen Steinen, beige-schwarz
Kies mit viel Sand und wenigen Steinen, beige-schwarz
Sand mit Kies, beige-schwarz
Kies mit viel Sand und wenigen Steinen, beige-schwarz
Sand mit viel Kies + wenigen Steinen, beige-schwarz ab 15.8 m leicht siltig



Aufgenommen durch : H. Martin
AC02MnMa_Kb4.dsf/30.3.04

Auftrag : Bern, Stöckackerstrasse, Betriebsgebäude EWB

Nr. 03147.2

BOHRPROFIL Kb 5-04

1 : 100

GEOTEST

GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Firma : Palär SA, Hr Pontrandolfi

Sondierart : Rotationskernbohrung

Ausgeführt : 4.3. - 5.3.2004

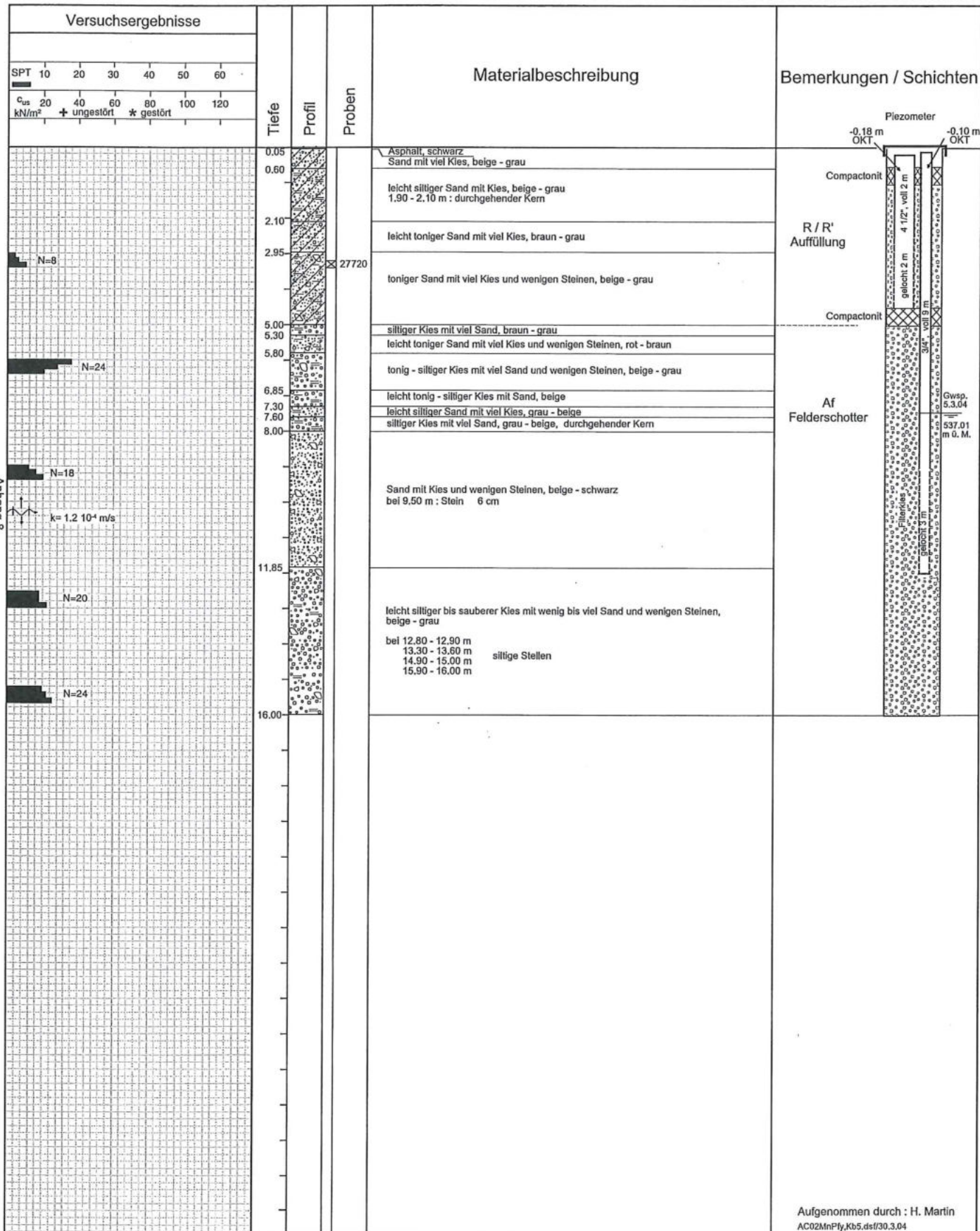
Terrainkote : 545.56 m ü. M.

Anfangsdurchmesser : 178 mm

Enddurchmesser : 178 mm

Doppelkernrohr ab : -

Koordinaten : 597 436 / 199 433



Aufgenommen durch : H. Martin
AC02MnPlf,Kb5.ds/f/30.3.04

Datum: 27.02.2004

Auftrag Nr. 03147.2

Objekt: Bern, Stöckackerstrasse, Betriebsgebäude EWB

Sonde: VAWE (unverroht, Spitze 10cm², Fallmasse 30kg, Fallhöhe 20cm)
gemäss SN 670 417

M = Mantelreibung (Schlagzahl bei Rammen nach Sondenrückzug)

K = Knirschen beim Sondenrückzug (charakteristisch für Kies)

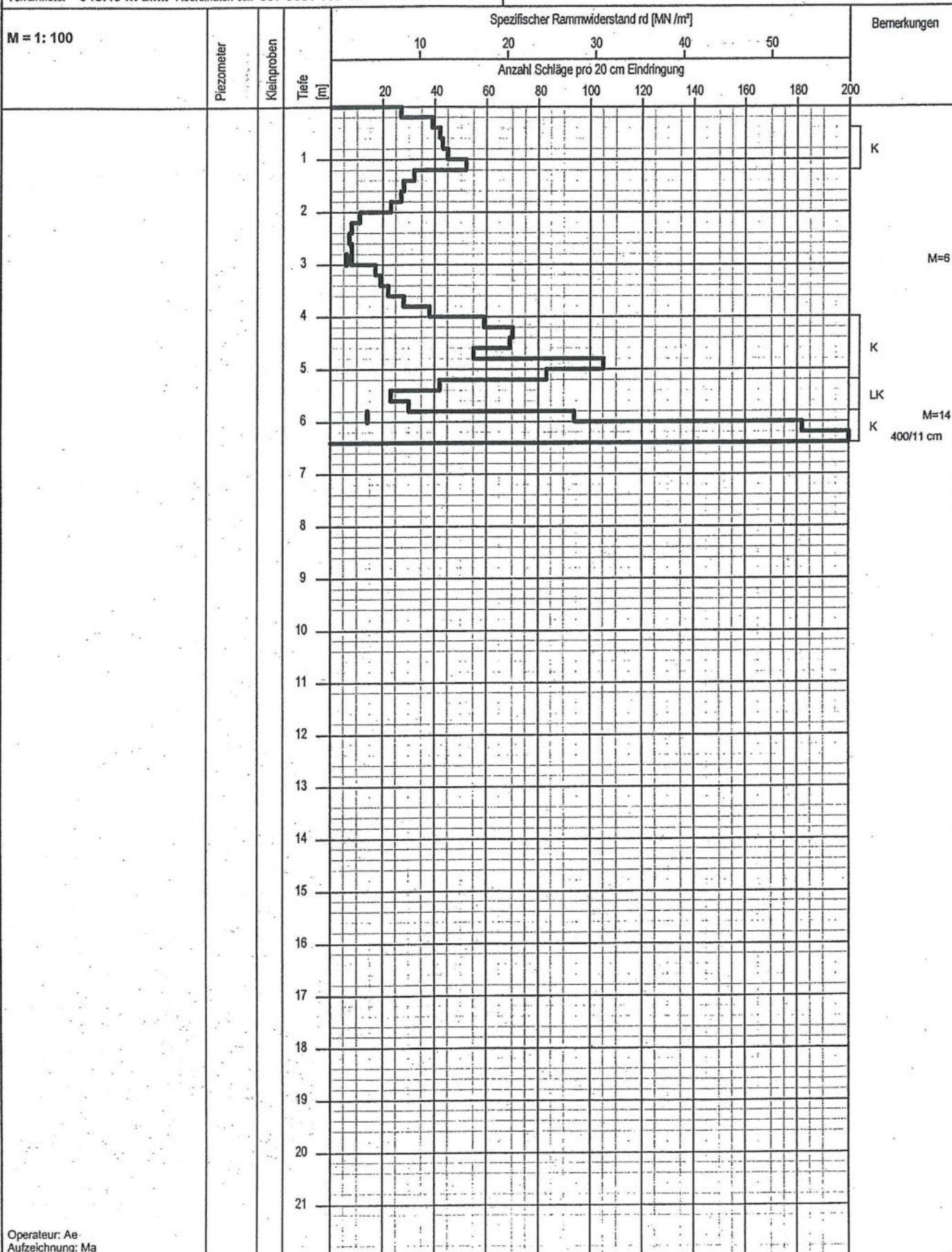
LK = leichtes Knirschen

GEOTEST

GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Rammsondierung Rs 1-04

Terrainkote: 545.49 m ü.M. Koordinaten ca.: 597 505 / 199 430



Datum: 27.02.2004 Auftrag Nr. 03147.2

Objekt: Bern, Stöckackerstrasse, Betriebsgebäude EWB

Sonde: VAWE (unverroht, Spitze 10cm², Fallmasse 30kg, Fallhöhe 20cm)
gemäss SN 670 417

M = Mantelreibung (Schlagzahl bei Rammen nach Sondennrückzug)

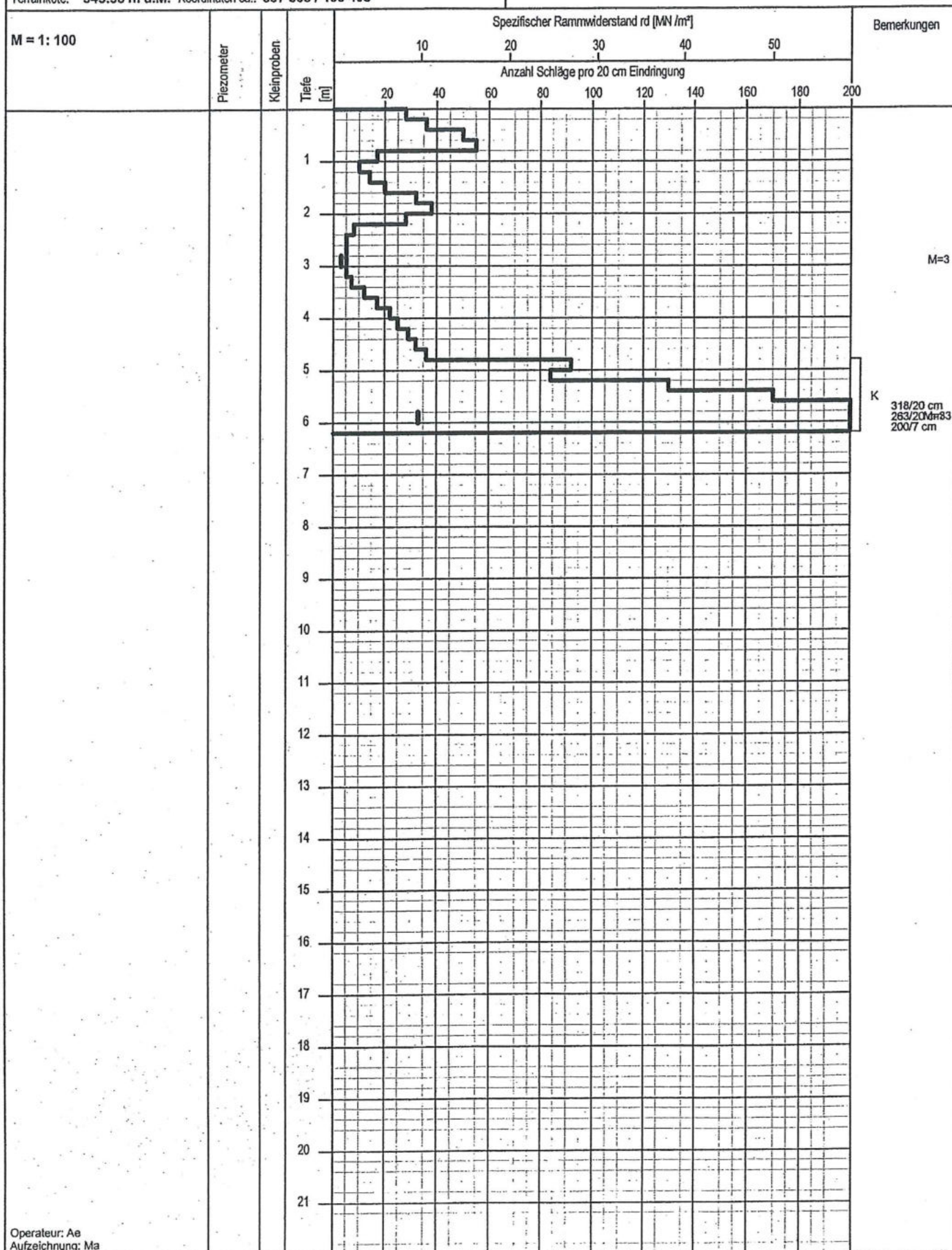
K = Knirschen beim Sondennrückzug (charakteristisch für Kies)

LK = leichtes Knirschen

Terrainkote: 545.38 m ü.M. Koordinaten ca.: 597 503 / 199 405

GEOTEST GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Rammsondierung Rs 2-04



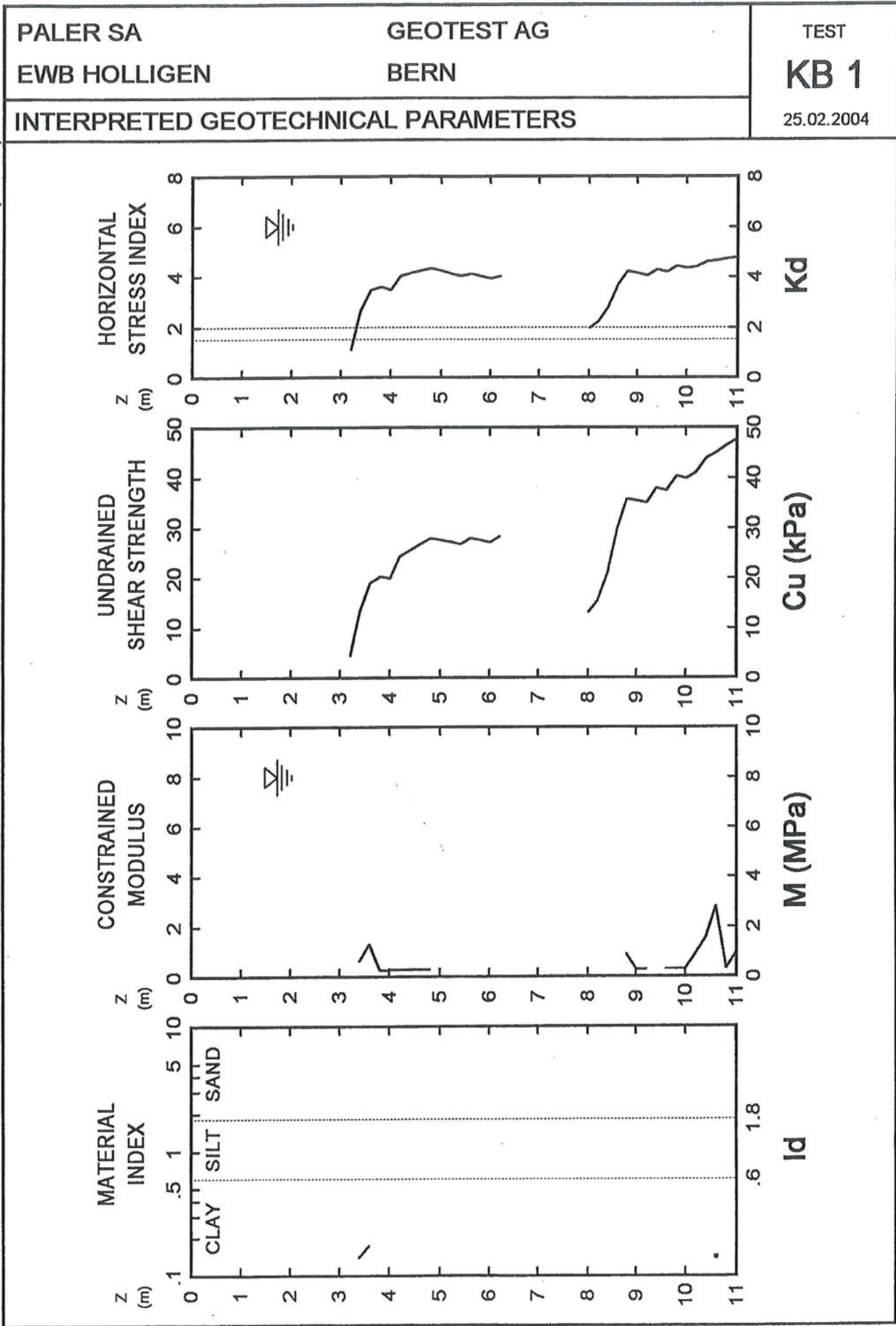
Vorhandene Unterlagen

- [1] GEOTEST-Nr 71157: Rammsondierungen und Laboruntersuchungen für das Weyermannshaus-Viadukt der N12
- [2] GEOTEST-Nr 86134: Hydrogeologische Untersuchungen für das EWB Areal, Holligen
- [3] GEOTEST-Nr 91088: Werkstatt-Neubau (BLS/BN) Holligen/Bern
- [4] GEOTEST-Ref. 243-BE 08: Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Magazin und Wohngebäude Holligen, Oktober 1963
- [5] GEOTEST-Ref. 243-BE 08: Büro für Autobahnbau, N 12, Geotechnische Voruntersuchungen, Unterwerk Holligen, März 1965 (Original Bohrprofile aus 1960)
- [6] GEOTEST-Ref. 243-BE 34, Autobahnamt des Kantons Bern: N 12, F1 Viadukt Weyermannshaus, Geotechnischen Längsprofil 1:1000/100, Plan-Nr. 21682, März 1971
- [7] GEOTEST-Ref. 243-BE 34, Autobahnamt des Kantons Bern: N 12, F1 Viadukt Weyermannshaus, Bericht über die geotechnischen Untersuchungen, September 1971
- [8] GEOTEST-Ref. 243-BE 34, Autobahnamt des Kantons Bern: N 12, F1 Viadukt Weyermannshaus, Isopachenkarte der Verlandungssedimente, Plan-Nr. 21686, September 1971
- [9] GEOTEST-Ref. 243-BE 34, Autobahnamt des Kantons Bern: N 12, F1 Viadukt Weyermannshaus, Situation 1:1000 und Versuchsergebnisse, Plan-Nr. 21664a, Oktober 1971
- [10] GEOTEST-Ref. 243-BE 34, Autobahnamt des Kantons Bern: N 12, F1 Viadukt Weyermannshaus, Geotechnische Voruntersuchung Pfeiler P, Plan-Nr. 21723, Juni 1976
- [11] GEOTEST-Ref. 243-BE 152: Tram Bern West, Ausserholligen - Weyermannshaus, November 2002
- [12] GEOTEST-Nr. 03122: Bern, Tram Bern West, Ausserholligen – Weyermannshaus, August bis Dez. 2003
- [13] CSD (Colombi, Schmutz, Dorthe AG): Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Werkstattgebäude in Ausserholligen, Baugrunduntersuchung, Januar – März 1972
- [14] Geotechnisches Institut: Tiefbauamt der Stadt Bern, Sammelkanal Waldmannstrasse, Baugrunduntersuchung, Schlussbericht Gt. 1586 C, Dezember 1973
- [15] Auszug aus: WFSZ Architekten AG: Energie Wasser Bern, Arealkonzept Holligen, Machbarkeitsstudie, Bericht, Oktober 2002
- [16] Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Unterwerk Holligen, Pfahlfundation, Plan-Nr. 2952/2, Massstab 1:50, Februar 1961
- [17] Losinger & Co. AG: Rammprotokolle der Ortsbetonpfähle „System Zeissl“, Unterwerk EWB Holligen, 29.10.1963
- [18] Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Unterwerk Holligen, Fundation Vorprojekt, Plan-Nr. V403/1, Massstab 1:100, Juni 1960
- [19] Baugrundkarte der Stadt Bern und Umgebung, 1:10'000, 1988

- [20] Gewässerschutzkarte des Kantons Bern, Blatt 1166, Bern, 1:25'000, 1999
- [21] Ergebnisse der Laboruntersuchungen des Laboratoire de mécanique des sols (LMS) der EPF Lausanne, Etude No. S5977, 27.10.2003
- [22] R. Wolfgang Harsch, Ingenieurgeologe MTH/SIA: Energie Wasser Bern, Städtische Werke Bern (SWB), Unterwerk Holligen, Erneuerung Aussenanlage, Überwachung der Aushubarbeiten bezüglich allfälliger Verunreinigungen des Untergrundes, Bern, 11.3.2003

DILATOMETER TEST (D M T)

BERN KB1.dat



KB 1		LEGEND		INTERPRETED PARAMETERS		SOUNDING PARAMETERS	
25.02.2004	BERN KB1.dat	Z = Depth Below Ground Level	P0, P1, P2 = Corrected A, B, C readings	Phi = Safe floor value of Friction Angle	DeltaA = 10 kPa		
PALER SA		Id = Material Index	Ed = Dilatometer modulus	Ko = In situ earth press. coeff.	DeltaB = 45 kPa		
GEOTEST AG		Ud = Pore Press. Index = (P2-U0)/(P0-U0)	Gamma = Bulk unit weight	M = Constrained modulus (at Sigma')	GammaTop = 17.5 kN/m ³		
EWB HOLLIGEN		Sigma' = Effective overb. stress		Cu = Undrained shear strength	Factored = 34.7		
BERN		U0 = Pore pressure		OCR = "relative OCR"- generally realistic. If accurate independent OCR available, apply suitable OCR Factor)	Zm = 0.0 kPa		
					Zabs = 0.0 m		
					Zw = 1.73 m		

WaterTable at 1.73 m

Reduction formulae according to Marchetti, ASCE Geot. Jnl. Mar. 1980, Vol.109, 299-321; Phi according to TC16 ISSMGE, 2001

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	P0 (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m ³)	Sigma' (kPa)	U0 (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ko	OCR (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	KB 1 DESCRIPTION
3.2	50	90		61	45		13.7	42	14	0.14	1.1	0.5	< 0.3	<0.8		4	MID AND/OR PEAT
3.4	120	190		129	145		14.7	42	16	0.17	2.7	0.5	0.71	1.6		13	MID
3.6	160	240		169	195		14.7	43	18	0.03	3.5	0.9	0.88	2.4		19	MID
3.8	170	230		180	185		13.7	44	20	0.03	3.6	0.2	0.91	2.5		20	MID AND/OR PEAT
4.0	170	230		180	185		13.7	45	22	0.03	3.5	0.2	0.89	2.4		20	MID AND/OR PEAT
4.2	200	260		210	215		13.7	46	24	0.03	4.0	0.2	0.99	3.0		24	MID AND/OR PEAT
4.4	210	270		220	225		13.7	47	26	0.03	4.1	0.2	1.0	3.1		26	MID AND/OR PEAT
4.6	220	280		230	235		13.7	47	28	0.03	4.2	0.2	1.0	3.2		27	MID AND/OR PEAT
4.8	230	290		240	245		13.7	48	30	0.03	4.3	0.2	1.0	3.4		28	MID AND/OR PEAT
5.0	230	280		240	235		13.7	49	32		4.2		1.0	3.2		28	MID AND/OR PEAT
5.2	230	280		240	235		13.7	50	34		4.1		1.0	3.1		27	MID AND/OR PEAT
5.4	230	280		240	235		13.7	51	36		4.0		0.99	3.0		27	MID AND/OR PEAT
5.6	240	290		250	245		13.7	51	38		4.1		1.0	3.1		28	MID AND/OR PEAT
5.8	240	280		251	235		13.7	52	40		4.0		0.99	3.0		28	MID AND/OR PEAT
6.0	240	290		250	245		13.7	53	42		3.9		0.97	2.9		27	MID AND/OR PEAT
6.2	250	300		260	255		13.7	54	44		4.0		0.99	3.0		28	MID AND/OR PEAT
8.0	170	210		181	165		13.7	61	62		2.0		0.53	0.97		13	MID AND/OR PEAT
8.2	190	240		200	195		13.7	62	63		2.2		0.60	1.2		15	MID AND/OR PEAT
8.4	230	270		241	225		13.7	62	65		2.8		0.74	1.7		21	MID AND/OR PEAT
8.6	290	340		300	295		13.7	63	67		3.7		0.93	2.6		30	MID AND/OR PEAT
8.8	330	400		339	355		13.7	64	69	0.06	4.2	0.5	1.0	3.2	0.9	36	MID AND/OR PEAT
9.0	330	390		340	345		13.7	65	71	0.02	4.1	0.2	1.0	3.1	0.3	35	MID AND/OR PEAT
9.2	330	390		340	345		13.7	66	73	0.02	4.1	0.2	1.0	3.0	0.3	35	MID AND/OR PEAT
9.4	350	400		360	355		13.7	66	75		4.3		1.0	3.3		38	MID AND/OR PEAT
9.6	350	410		360	365		13.7	67	77	0.02	4.2	0.2	1.0	3.2	0.3	37	MID AND/OR PEAT
9.8	370	430		380	385		13.7	68	79	0.02	4.4	0.2	1.1	3.5	0.3	40	MID AND/OR PEAT
10.0	370	430		380	385		13.7	69	81	0.02	4.3	0.2	1.0	3.4	0.3	40	MID AND/OR PEAT
10.2	380	450		389	405		13.7	69	83	0.05	4.4	0.5	1.1	3.4	0.9	41	MID AND/OR PEAT
10.4	400	480		409	435		13.7	70	85	0.08	4.6	0.9	1.1	3.7	1.6	44	MID AND/OR PEAT
10.6	410	510		418	465		15.7	71	87	0.14	4.7	1.6	1.1	3.7	2.8	45	CLAY
10.8	420	480		430	435		13.7	72	89	0.02	4.7	0.2	1.1	3.8	0.3	46	MID AND/OR PEAT
11.0	430	500		439	455		13.7	73	91	0.05	4.8	0.5	1.1	3.9	1.0	48	MID AND/OR PEAT

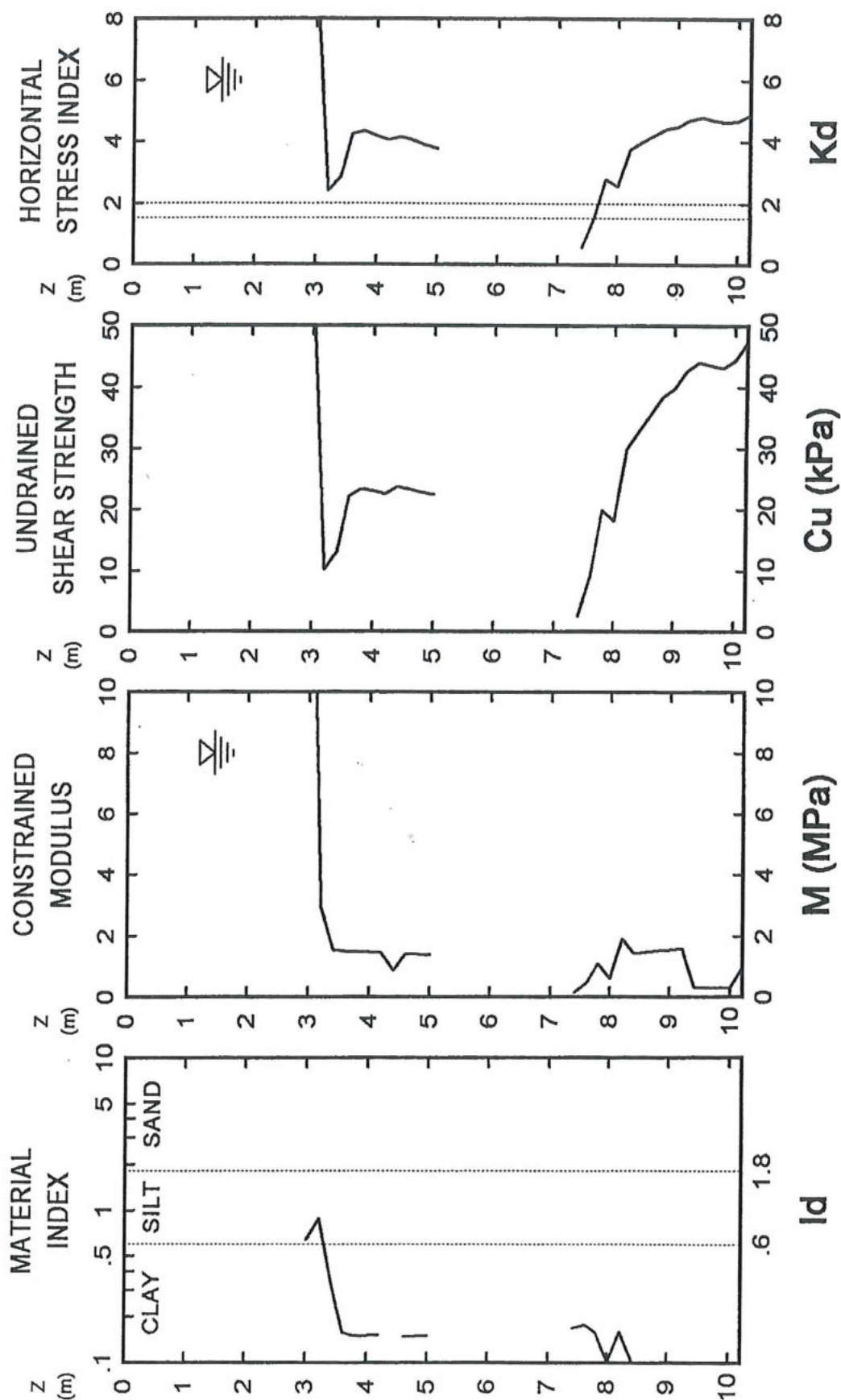
PALER SA
EWB HOLLIGEN

GEOTEST AG
BERN

TEST
KB 2

23.02.2004

INTERPRETED GEOTECHNICAL PARAMETERS



KB 2		LEGEND		INTERPRETED PARAMETERS		SOUNDING PARAMETERS	
23.02.2004	BERN KB2.dat	Z = Depth Below Ground Level	P0, P1, P2 = Corrected A, B, C readings	Phi = Safe floor value of Friction Angle	DeltaA = 10 kPa		
PALLER SA		Id = Material Index	Ea = Dilatometer modulus	Ko = In situ earth press. coeff.	DeltaB = 45 kPa		
GEOTEST AG		Ud = Pore Press. Index = (P2-U0)/(P0-U0)	Gamma = Bulk unit weight	M = Constrained modulus (at Sigma')	GammaTop = 17.0 kN/m ³		
EWB HOLLIGEN		Sigma' = Effective overb. stress		Cu = Undrained shear strength	Factored = 34.7		
BERN		U0 = Pore pressure		OCR = Overconsolidation ratio	Zm = 0.0 kPa		
				(OCR = "relative OCR" - generally realistic. If accurate independent OCR available, apply suitable OCR Factor)	Zabs = 0.0 m		
					Zw = 1.45 m		

WaterTable at 1.45 m
Reduction formulae according to Marchetti, ASCE Geot. Jnl. Mar. 1980, Vol.109, 299-321; Phi according to TCl6 ISSMEX, 2001

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	P0 (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m ³)	Sigma' (kPa)	U0 (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ko	OCR	Phi (Deg)	M (MPa)	Cu (kPa)	KB 2 DESCRIPTION
3.0	350	610		350	565		16.7	36	15	0.64	9.3	7.5	1.8	11.1		18.2	54	CLAYEY SILT
3.2	100	230		106	185		15.7	37	17	0.88	2.4	2.7	0.65	1.3		2.9	10	SILT
3.4	120	210		128	165		15.7	38	19	0.34	2.8	1.3	0.75	1.7		1.5	13	SILTY CLAY
3.6	180	260		189	215		14.7	40	21	0.16	4.2	0.9	1.0	3.2		1.5	22	MUD
3.8	190	270		199	225		14.7	41	23	0.15	4.3	0.9	1.0	3.4		1.5	23	MUD
4.0	190	270		199	225		14.7	41	25	0.15	4.2	0.9	1.0	3.2		1.5	23	MUD
4.2	190	270		199	225		14.7	42	27	0.15	4.0	0.9	0.99	3.0		1.4	23	MUD
4.4	200	270		209	225		13.7	43	29	0.09	4.2	0.5	1.0	3.1		0.9	24	MUD AND/OR PEAT
4.6	200	280		209	235		14.7	44	31	0.15	4.0	0.9	0.99	3.0		1.4	23	MUD
4.8	200	280		209	235		14.7	45	33	0.15	3.9	0.9	0.96	2.8		1.4	23	MUD
5.0	200	280		209	235		14.7	46	35	0.15	3.8	0.9	0.94	2.7		1.4	22	MUD
7.4	80	140		90	95		14.7	58	58	0.17	0.5	0.2	< 0.3	<0.8		0.2	2	MUD
7.6	140	210		149	165		14.7	59	60	0.18	1.5	0.5	0.40	<0.8		0.5	9	MUD
7.8	220	300		229	255		14.7	60	62	0.16	2.8	0.9	0.74	1.7		1.1	20	MUD
8.0	210	280		219	235		14.7	61	64	0.10	2.5	0.5	0.68	1.5		0.6	18	MUD
8.2	290	380		298	335		15.7	62	66	0.16	3.7	1.3	0.94	2.7		1.9	30	CLAY
8.4	310	390		319	345		14.7	63	68	0.10	4.0	0.9	0.98	2.9		1.4	33	MUD
8.6	330	410		339	365		13.7	64	70	0.10	4.2	0.9	1.0	3.2		1.5	36	MUD AND/OR PEAT
8.8	350	430		359	385		13.7	65	72	0.09	4.4	0.9	1.1	3.5		1.5	38	MUD AND/OR PEAT
9.0	360	440		369	395		13.7	66	74	0.09	4.5	0.9	1.1	3.5		1.5	40	MUD AND/OR PEAT
9.2	380	460		389	415		13.7	66	76	0.08	4.7	0.9	1.1	3.8		1.6	43	MUD AND/OR PEAT
9.4	390	450		400	405		13.7	67	78	0.02	4.8	0.2	1.1	3.9		0.3	44	MUD AND/OR PEAT
9.6	390	450		400	405		13.7	68	80	0.02	4.7	0.2	1.1	3.8		0.3	44	MUD AND/OR PEAT
9.8	390	450		400	405		13.7	69	82	0.02	4.6	0.2	1.1	3.7		0.3	43	MUD AND/OR PEAT
10.0	400	460		410	415		13.7	70	84	0.02	4.7	0.2	1.1	3.8		0.3	44	MUD AND/OR PEAT
10.2	420	490		429	445		13.7	70	86	0.05	4.9	0.5	1.1	4.0		1.0	47	MUD AND/OR PEAT

GEOTEST

GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Auftrag: Bern, Stöckackerstrasse

Nr. 03147.2

Neubau Betriebsgebäude EWR

Ausdehnung des Betriebsstandortes 0351 0171

im Altlasten- und Verdachtsflächen-Kataster des
Kt. Bern

~ 1:5000

Betriebsstandort
0351 0171

Weiermannshaus

Sportzweier

544

552

540

544



Prüfbericht Labor Nr. 03147.2433

Auftraggeber: Energie Wasser Bern
Abteilung Liegenschaften FL
Monbijoustrasse 11
Postfach
3001 Bern

Auftragerteiler: Schenk-Architekten AG
Frau S. Schenk
Kirchenfeldtstrasse 68
3005 Bern

Objekt: Bern, Stöckackerstrasse, Neubau Betriebs-
und Bürogebäude

Auftrag: Geotechnische Laborprüfungen

Probennahme: am 25./26.02./05.03.2004 durch GEOTEST AG (Mn)

Probenlieferung: am 25.02./01./02./08.03. 2004 durch GEOTEST AG (Mn)

Inhalt des Prüfberichts	
P1	Deckblatt Prüfbericht
P2	Zusammenstellung
P3	Summationskurven
P4	Direktscherversuch 27706
P5	Direktscherversuch 27708

Inhalt des Prüfberichts

A = Akkreditierte Prüfung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die geprüften Proben.

Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflaboratoriums darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Laborleiter: M. Vollenhals

Sachbearbeiterin: H. Martin

Unterschriften:

Zollikofen, 18. Dezember 2004

F9500100 / 29.03.2000

GEOTEST AG
Birkenstrasse 15
CH-3052 Zollikofen

Tel. 031 910 01 01
Fax 031 910 01 00
zollikofen@geotest.ch

4587 Aetingen SO
6055 Alpnach Dorf OW
6460 Altdorf UR
6374 Buochs NW

1033 Cheseaux VD
7260 Davos Dorf GR
1762 Givisiez FR
6048 Horw LU

1920 Martigny VS
2000 Neuchâtel
9001 St. Gallen
8045 Zürich

Auftrag	03147	Datum:	26.2.2004
Objekt:	Bern, Stöckackerstrasse		
Bemerkungen:			

GEOTEST

Zusammenstellung der geotechnischen Laborprüfungen

STS 123

Sondierung Nr. / Probebezeichnung		Kb		2-04	2-04	1-04	1-04	1-04	1-04	5-04	akkreditierte Prüfung nach A95.510/511 A95.502 A95.506 / A95.507
Tiefe ab OK Terrain		D	m	5.60-6.30	4.40-4.60	7.0-7.6	14.45-14.80	stark	22.0-22.4	3.2-3.4	
Störungsgrad		R		leicht	stark	leicht	stark	stark	stark	stark	
Labor Nr.				27706	27707	27708	27712	27713	27713	27720	
Klassifikation nach USCS				CM	CM	CM	(GW-GM)	(GP-GM)	(GP-GM)	GC	
Anlieferungswassergehalt		w	%	33.0	32.0	36.8	6.1	6.7	6.7	8.0	A95.502
Konsistenzgrenzen		w _L	%	36	42	38	nicht	nicht	nicht	20	A95.506 /
Ausrollgrenzen		w _p	%	21	22	22	plastisch	plastisch	plastisch	14	A95.507
Plastizitätsindex		I _p = w _L - w _p	%	15	20	17				6	
Liquiditätsindex		I _L = 1 - I _c = (w* - w _p)/I _p									
Konsistenzzahl		I _c = (w _L - w*)/I _p									
Korngrößenverteilung (Massenprozent)		Ton	%				1	2	5		A95.503
		Silt	%				4	6	8		
		Sand	%				22	24	23		
		Kies	%				73	68	64		
		Steine	%				0	0	0		
Dichte der Festsubstanz		ρ _s	t/m ³								A95.522
Feuchtdichte		ρ	t/m ³								A95.549/
Trockendichte		ρ _d	t/m ³								520/521
undrainierter Scherversuch	Labordrehflügel		max. resid.	C _{us}	kN/m ²						A95.517
	Penetrometer		q _{up} /2	C _{up}	kN/m ²						
	eff. Reibungswinkel		φ'	Grad		27.4					
drainierter Scherversuch (Direktscherversuch)	effektive Kohäsion		c'	kN/m ²		0					
	Restreibungswinkel		φ' _R	Grad		27.4					
	Restkohäsion		c' _R	kN/m ²		0					
Oedometerversuch	σ' _{v1} = 100 bis 200 kN/m ²		E _{oed1}	MN/m ²							A96.524
	σ' _{v2} = 100 bis 200 kN/m ²		E _{oed2}	MN/m ²							
	σ' _{v1} = 200 bis 400 kN/m ²		E _{oed1}	MN/m ²							
	σ' _{v2} = 200 bis 400 kN/m ²		E _{oed2}	MN/m ²							
Karbonatgehalt		CaCO ₃	%								A97.526
Verdichtungsversuch AASHTO		W _{opt}	%								A95.508
		P _{d opt}	t/m ³								
		S _{r opt}	%								
organische Beimengungen			%								A97.525/96.542

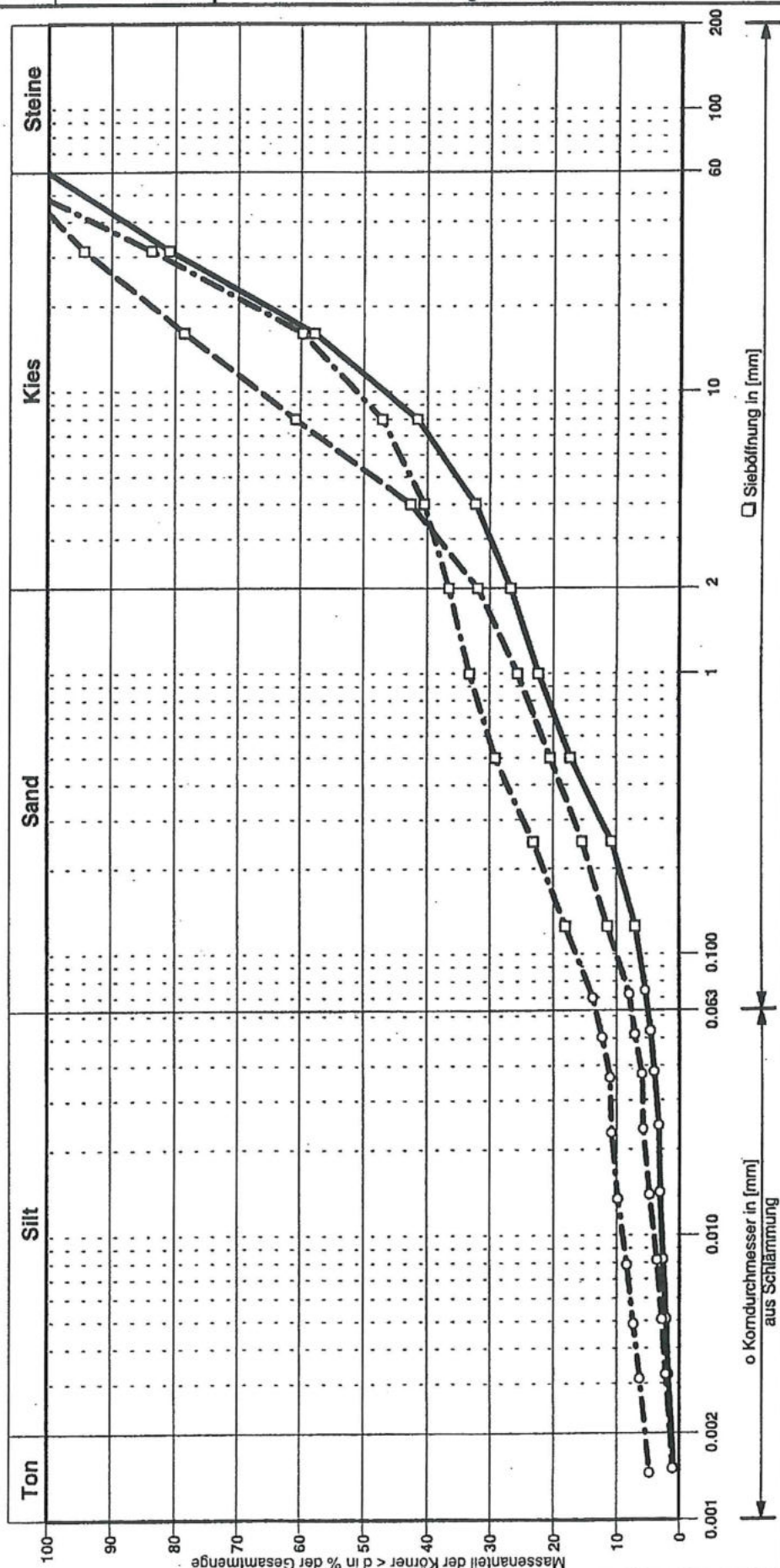
Auftrag Nr.: 03147		Datum: 25. 03. 2004	
Objekt: Bern, Stöckackerstrasse			
Auszug aus SN 670 120d:	Kiessand I	Kiessand II	Normen: SN 670 008a (97) SN 670 808a (86) SN 670 810c (85) SN 670 816a (89)
Anteil < 0.063 mm:	≤ 5%	≤ 12%	
Grösstkorn D:	≤ 63 mm	≤ 90 mm	

GEOTEST GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Korngrössenverteilungskurven

Akkreditierte Prüfung nach A95.503 und A95.504

Legende	Sondierung Nr.	Tiefe ab OK Terrain [m]	Labor Nr.	Klassifikation nach USCS	Anlieferungs- wassergehalt [%]	Atterberggrenzen [%]			Anteil < 0.063 mm [%]	Untersuchte Proben- masse [g]	Bemerkungen
—	Kb 1-04	14.45-14.80	27712	(GW-GM)	6.1	w _L	w _p	I _p	5.0	7682	
---	Kb 1-04	22.00-22.40	2771	(GP-GM)	6.7				7.6	9409	
-.-	Kb 5-04	3.20-3.40	27720	GC	8.0	22	14	8	13.3	3932	



Auftrag Nr: 03147 Datum: 18.03.2004

Objekt: Bern, Stöckackerstrasse

Labornummer: 27706

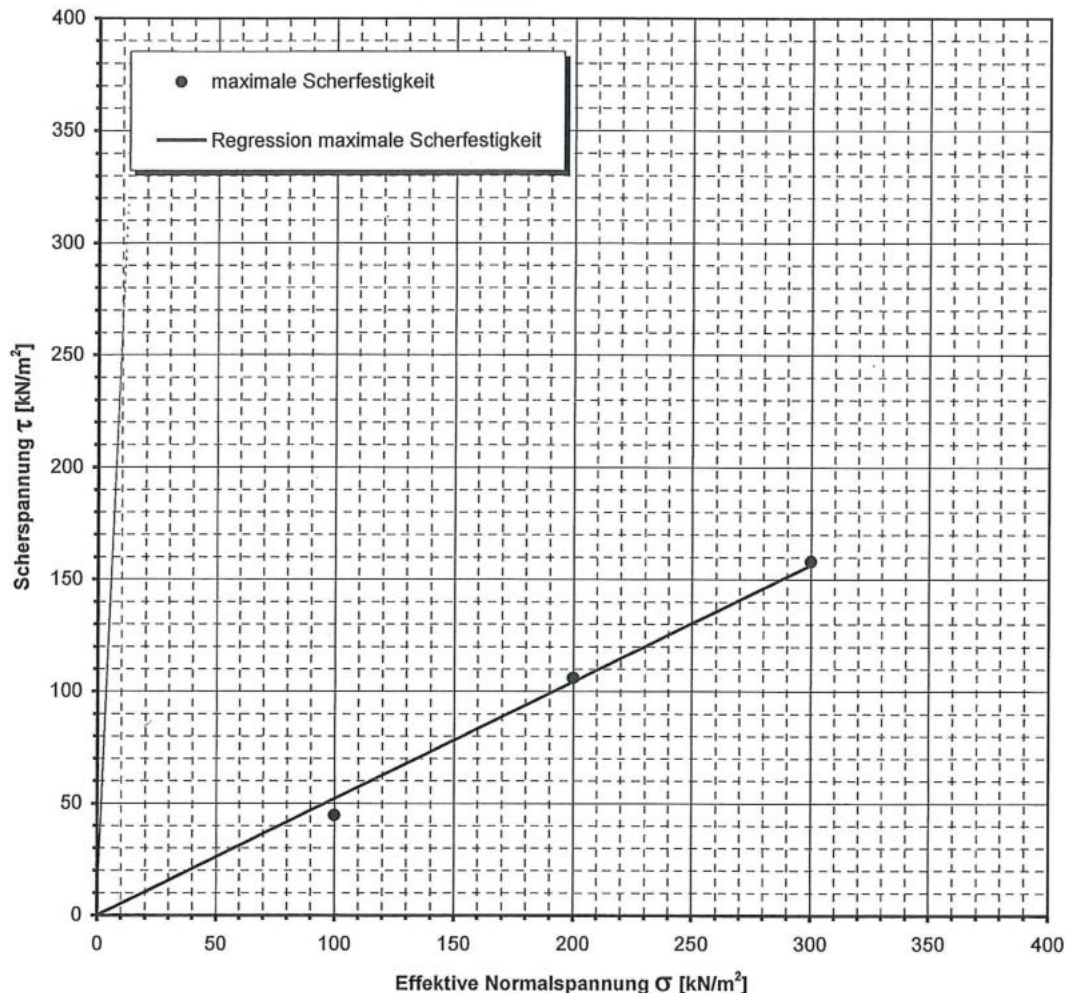
GEOTEST

GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Geotechnik

Direktscherversuch

Prüfung nach A99.xxx



Gerät

Scherrahmen 60 x 60 mm
Schervorschub v_s 8.0E-05 mm/s

☒ drainiert
☐ teilw. drainiert

Einbau

☐ aufbereitet
☒ ungestört

Gesamtprobe

Klassifikation USCS CM
Einbau Wassergehalt w 33.1%

Versuch Nr.	1	2	3	4	5
Wassergehalt nach Versuch	26%	24%	22%		
Konsolidationsspannung vor Versuch	100	200	300		
Normalspannung während Versuch	100	200	300		
Maximale Scherspannung	44.6	106	158		
Rest-Scherspannung	44.6	106	158		

Resultate

(Berechnung mit linearer Regression)

effektiver Reibungswinkel	Φ'	27.6	°
Kohäsion	c'	0.0	kN/m ²
Restreibungswinkel	Φ'_R	27.6	°
Restkohäsion	c'_R	0.0	kN/m ²

Visum Labor:

Bemerkungen:

Auftrag Nr: 03147 Datum: 19.03.2004

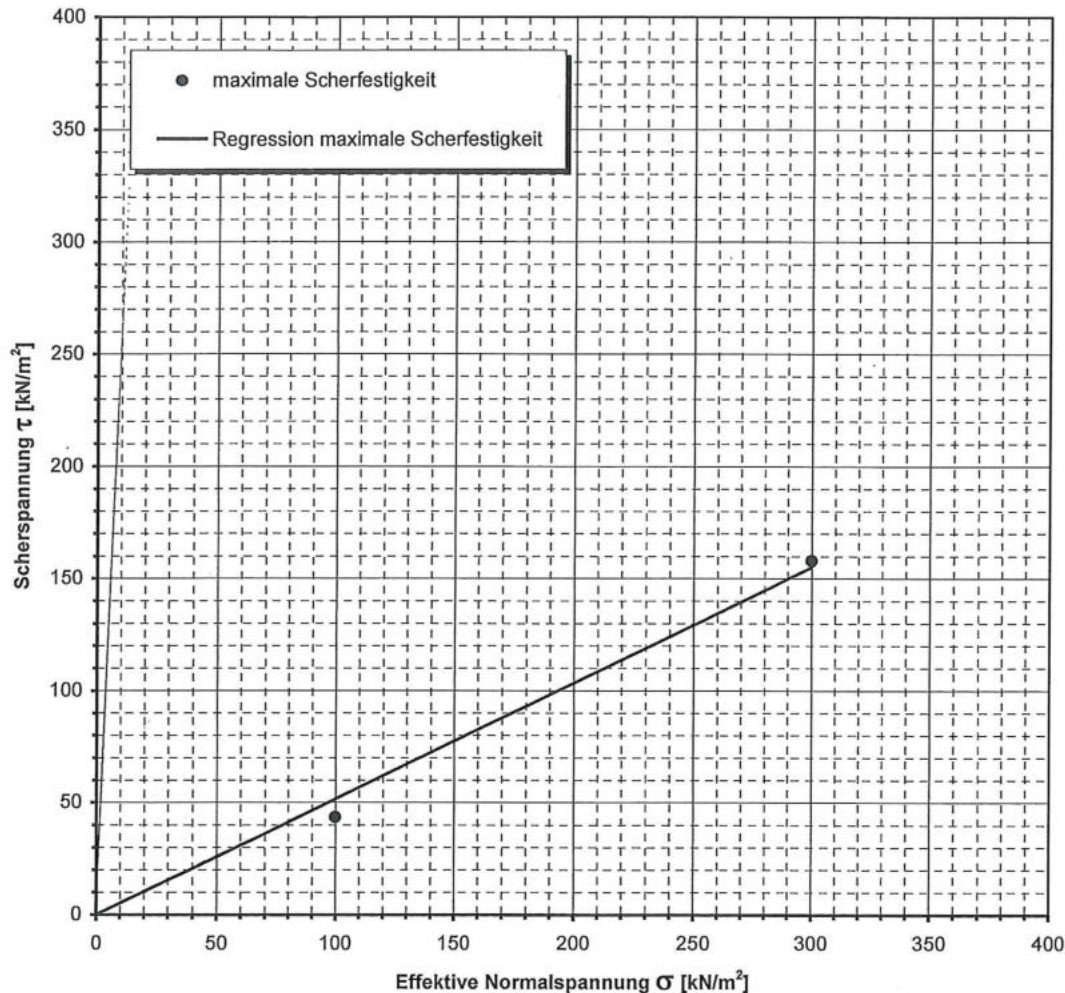
Objekt: Bern, Stöckackerstrasse

Labornummer: 27708

GEOTEST

GEOLOGEN
INGENIEURE
GEOPHYSIKER
UMWELTFACHLEUTE

Geotechnik Direktscherversuch Prüfung nach A99.xxx



Gerät		Einbau	
Scherrahmen	60 x 60 mm	☒ drainiert	
Schervorschub v_s	8.0E-05 mm/s	☐ teilw. drainiert	
Gesamtprobe		☐ aufbereitet	
Klassifikation USCS	CM	☒ ungestört	
Einbau Wassergehalt w	36.8%		

Versuch Nr.	1	2	3	4	5
Wassergehalt nach Versuch	30%	28%			
Konsolidationsspannung vor Versuch	100	300			
Normalspannung während Versuch	100	300			
Maximale Scherspannung	43.5	158			
Rest-Scherspannung	44.6	158			

Resultate (Berechnung mit linearer Regression)			
effektiver Reibungswinkel	Φ'	27.4	°
Kohäsion	c'	0.0	kN/m ²
Restreibungswinkel	Φ'_R	27.4	°
Restkohäsion	c'_R	0.0	kN/m ²

Visum Labor:

Bemerkungen:



G ewb-BLS-Areal Stöckackerstrasse, Bern Erschütterungs- und Körperschallimmissionen infolge Bahnbetrieb (offene Strecke), Vorbericht, Trombik, 31. August 2023



TROMBIK INGENIEURE AG

Dipl. Ing. ETH/SIA/suisse.ing

Limmattalstrasse 344

CH - 8049 Zürich

Tel: +41 44 344 41 71

Mail: trombik@trombik.ch

Web: www.trombik.ch

MWST: CHE-103.468.676

**ewb-BLS-Areal Stöckackerstrasse, Bern
Erschütterungs- und Körperschallimmissionen
infolge Bahnbetriebs (offene Strecke)**

EKS-Immissionen: Voruntersuchungen

Vibrationsmessungen, Prognoseberechnungen, Beurteilung

Bericht Nr.: 22.04432.EDS.001.B

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG.....	3
2.	BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN.....	5
2.1.	Belästigung des Menschen	5
2.2.	Wohnkomfort	7
2.3.	Erhöht erschütterungsempfindliche Nutzer / Geräte	8
2.4.	Erschütterungsempfindliche Geräte	9
2.5.	Schäden an Bauwerken	9
3.	MESSKAMPAGNE.....	10
3.1.	Messpunkte.....	10
3.2.	Technische Angaben zu den Messungen und Auswertungen	10
3.3.	Messresultate	10
4.	MODELL UND PROGNOSEN.....	17
4.1.	Ausbreitungsmodell.....	17
4.2.	Prognoseberechnungen.....	18
4.3.	Streckenausbau	18
4.4.	Baufelder	18
4.5.	Modell- / Berechnungsparameter	19
4.6.	Zugsdaten	20
5.	BEURTEILUNG.....	21
5.1.	Parzelle „ewb-BLS-Areal Stöckackerstrasse, Bern“	21
5.2.	Beurteilung nach BEKS	21
5.3.	Behaglichkeit des Menschen und Wertschöpfung	23
5.4.	Sensitivitätsbetrachtungen.....	25
6.	MÖGLICHE MASSNAHMEN	26
6.1.	Bauliche Massnahmen an der Quelle	26
6.2.	Bodenschlitze	26
6.3.	Massnahmen empfängerseits.....	26
6.4.	Innenausbau.....	27
6.5.	Empfohlene Massnahmen: Baufeld D.....	27
7.	SCHLUSSFOLGERUNGEN.....	29
8.	BEILAGENVERZEICHNIS	31

1. EINLEITUNG

Die Stadt Bern und die Grundeigentümerinnen ewb und BLS verfolgen die Absicht, das Areal zu einem dichten, gemischt genutzten und öffentlich zugänglichen Quartier weiterzuentwickeln. Zum Planungssperimeter gehören u.a. die Parzelle Nr. 3989 im Besitz der ewb sowie Teile der Parzellen Nrn. 4270 und 3737 im Besitz der BLS mit einer Gesamtfläche von rund 29'600 m².



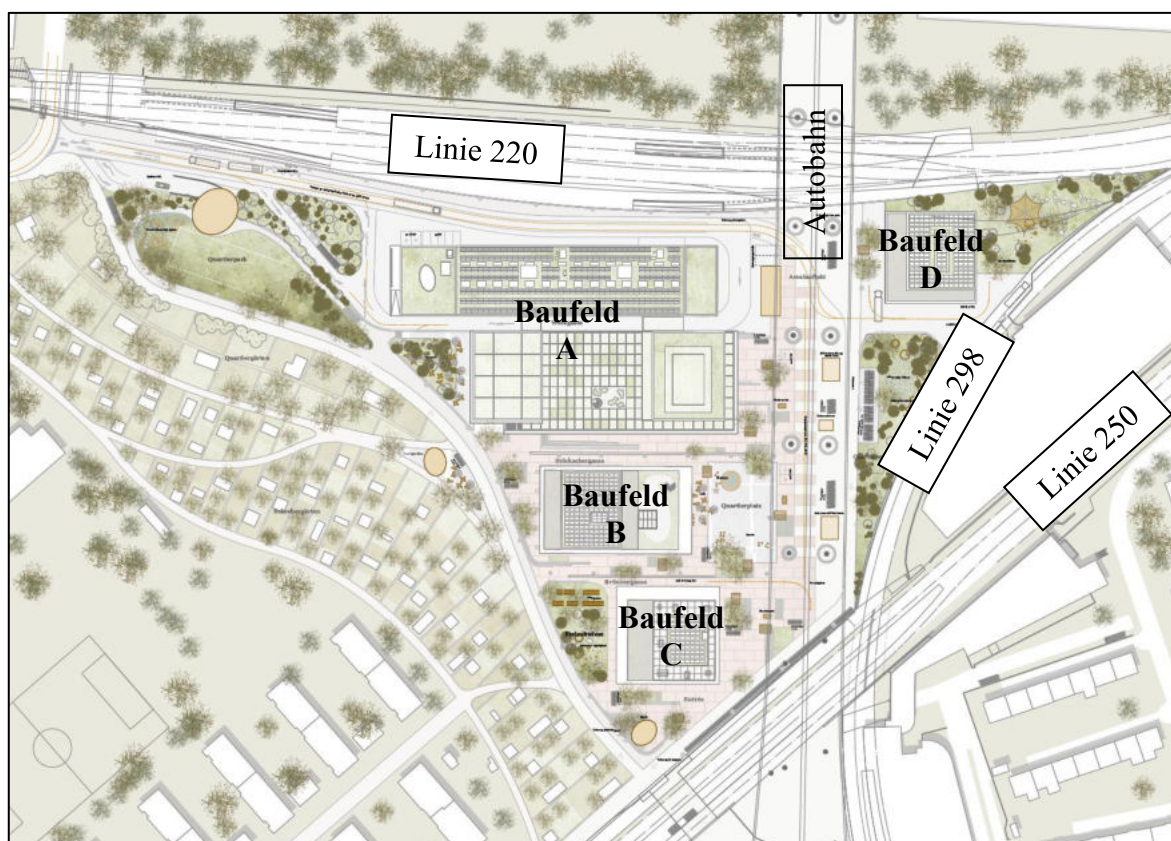
Visualisierung Überbauung «ewb-BLS-Areal Stöckackerstrasse, Bern»

Die Baukörper mit zum Teil sensiblen Nutzungen (u.a. Wohnungen) werden somit auf einem erschütterungsvorbelasteten Grundstück errichtet. In einer ersten Phase soll das Baugelände auf seine Vorbelastung in Bezug auf Erschütterungs- und Körperschallimmissionen voruntersucht werden: Basierend auf Erschütterungsmessungen und Prognoseberechnungen soll die Vorbelastung als Folge von der angrenzenden Bahn-Erschütterungsquelle hochgerechnet und mit gängigen Richtwerten verglichen werden. Da sich Erschütterungs- oder Körperschallprobleme abzeichnen, sind mögliche Verbesserungsmassnahmen vorzuschlagen.

Die Firma TROMBIK Ingenieure AG, Zürich wurde von den Bauherren (BLS Immobilien AG und Energie Wasser Bern) beauftragt, entsprechende Untersuchungen durchzuführen. Die Untersuchungsergebnisse sind im vorliegenden Bericht in Kurzform zusammengefasst. Für weitergehende Betrachtungen stehen die Unterlagen im Büro zur Verfügung.

Das ewb-BLS-Areal Stöckackerstrasse, Bern grenzt an mehrere schienengebundene Verkehrsträger.

- Bern Bümpliz Nord und Bern Wyermannshaus (Linie 220)
- Bern Bümpliz Süd und Bern Wyermannshaus (Linie 250)
- Bern Europaplatz und Bern Ausserholligen SBB (Linie 298)



Ausschnitt Situationsplan Umgebung, Studio Vulkan, Studie 2. Stufe

Für die Durchführung der vorliegenden Untersuchung standen insbesondere die folgenden Planunterlagen zur Verfügung:

- Offertanfrage für eine Studie über die Prognose der Erschütterungs- und Körperschallbelastungen im Jahr 2035 im ewb / BLS Areal, Ausserholligen Bern; BLS Immobilien, 08.11.2022
- Überbauungsordnung Stöckackerstrasse 33 – Ladenwandweg, Plan Nr. 1475 / 1, 07.10.2021
- Fachbericht „SBB Bern West AS25, EKS-Immissionen infolge Bahnbetriebs“, Dokument Nr. 20.04245.EDS.001, Trombik Ingenieure AG, Zürich; 24.01.2022
- Plandossier per '23.03.2023'; insb. Architekten-Übersichtspläne Baufelder A, B, C und D sowie Umgebung.
- Dokument «Bauen in erschütterungsbelasteten Gebieten entlang von Eisenbahnen», Stadt Bern, Juni 2023

2. BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN

Nachfolgend werden die Anforderungen hinsichtlich der durch die Bahn verursachten Erschütterungs- und Körperschallimmissionen in Kurzform zusammengefasst.

Nach geltender Rechtspraxis sind zur Erteilung der Baubewilligung durch die Behörden die Anforderungen der BEKS (Weisung für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen (BEKS) vom 20.12.1999, herausgegeben von BAV und BUWAL) einzuhalten. Zur Beurteilung der Erschütterungen verweist die BEKS auf die DIN 4150-2 (Juni 1999). Beim Körperschall gelten die Richtwerte der BEKS, die sich auf den L_{eq} des Tages, bzw. den L_{eq} der maximalen Nachtstunde beziehen. Vgl. Kap. 2.1.

Im Weiteren werden in diesem Kapitel weitere informative Beurteilungswerte angegeben, die zur Erhöhung der Behaglichkeit der Anwohner und Wertschöpfung für den Bauherrn dienen. Vgl. Kap. 2.2.

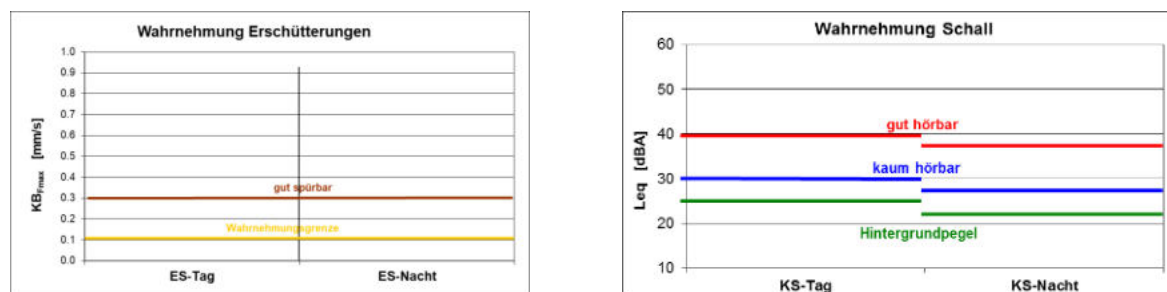
2.1. Belästigung des Menschen

Beurteilt wird bei Erschütterungs- und Körperschallimmissionen der vorliegenden Art in erster Linie die „Belästigung des Menschen“. Die „gesundheitliche Gefährdung des Menschen“ (siehe u. a. Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz) muss selten genauer untersucht werden. Auszug aus der Verordnung 3 des Arbeitsgesetzes:

Art. 22 Lärm und Erschütterungen

- 1 Lärm und Erschütterungen sind zu vermeiden oder zu bekämpfen.
- 2 Zum Schutz der Arbeitnehmer sind insbesondere folgende Vorkehrungen zu treffen:
 - a. bauliche Massnahmen;
 - b. Massnahmen an Betriebseinrichtungen;
 - c. Isolation oder örtliche Abtrennung der Lärmquelle;
 - d. Massnahmen der Arbeitsorganisation.

2.1.1 Wahrnehmung



Wahrnehmungsgrenzen Erschütterungen und Schall

Die Grafik versucht die Wahrnehmung der Immissionen für den „durchschnittlichen“ Menschen darzustellen. Nachts werden die Zugsdurchfahrten - wegen des tieferen Hintergrundpegels – eher wahrgenommen.

2.1.2 Beurteilung nach BEKS

Richtwerte abgestrahlter Körperschall

Die BEKS-Weisung definiert Richtwerte bezüglich **Körperschall** sowohl für Neu- (Planungsrichtwerte), als auch für Um- und Ausbauten bestehender Bahnanlagen (Immissionsrichtwerte).

Planungsrichtwerte (dBA)	Tag 16 Std. L_{eq}	Nacht 1 Std. L_{eq}
Reine Wohnzonen, Zonen für öffentl. Nutzung	35	25
Mischzonen, städtische Kernzonen, ländl. Dorfzonen	40	30

Immissionsrichtwerte (dBA)	Tag 16 Std. L_{eq}	Nacht 1 Std. L_{eq}
Reine Wohnzonen, Zonen für öffentl. Nutzung	40	30
Mischzonen, städtische Kernzonen, ländl. Dorfzonen	45	35

L_{eq} = durch Zugverkehr erzeugter, sekundär abgestrahlter, energieäquivalenter Dauerschallpegel am Immissionsort (energetischer Mittelungspegel im Innenraum), gemessen in Raummitte bei geschlossenen Fenstern. Mittelungsdauer: Ganzer Tag (16 Std. L_{eq}), bzw. die massgebende Nachtstunde (1 Std. L_{eq}).

Beurteilungszeiten: Tag = 06:00 – 22:00 Uhr (16h); Nacht = 22:00 – 06:00 Uhr (8h)
 Bezugswerte für dB-Angaben (Körperschall): Schalldruckpegel $p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Pa.

Für die Beurteilung von **Erschütterungsbelastungen** verweist die BEKS auf die DIN-Norm Nr. 4150-2 vom Juni 1999. Dabei ist festzuhalten, dass die dort ausgewiesenen Anhaltswerte (DIN 4150, Tabelle 1) ausschliesslich für Neuanlagen gelten. Gemäss «Checkliste Umwelt für Eisenbahnanlagen» gelten für die Beurteilung von bestehenden Schienenverkehrsanlagen die angehobenen Anhaltswerte A_u und A_r der jeweils nächst höheren Zeile nach Tabelle 1 der DIN 4150-2. Zu der BEKS-Weisung ist zu erwähnen, dass eine Beurteilung der Erschütterungs- und Körperschallsituation anhand dieser Richtlinie strenggenommen „freiwillig“ geschieht, da die BEKS-Weisung eigentlich nicht für den vorliegenden Fall anwendbar ist, sondern nur für die Bahn selber als Verursacher gilt. Die Anforderungen der BEKS gelten aber im Normalfall trotzdem für die Bewilligung des Bauvorhabens durch die Behörden, da damit für die Anwohner eine erhebliche Störung in ihrem Wohlbefinden im Sinne des Umweltschutzgesetzes (USG) Art. 15 vermieden werden kann.

Anhaltswerte Erschütterungen

Neuanlagen / noch nicht erschlossene Gebiete (PRW)

Beurteilungsschwingstärke $KB_{FT,r}$, KB_{Fmax} [-]	Anhaltswerte A_r		Anhaltswerte A_o	
Beurteilungszeit	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Nutzungsart:				
- W: Wohngebiete	0.07	0.05	3.0	0.6
- M: Mischgebiete, Kerngebiete, Dorfgebiete	0.10	0.07	5.0	0.6
- G: Gewerbegebiet	0.15	0.10	6.0	0.6
- I: Industriegebiet	0.20	0.15	6.0	0.6

Anhaltswerte A_r , A_o bei Neuanlagen für Erschütterungen nach BEKS

Bestehende Anlagen / erschlossene Gebiete (IRW)

Beurteilungsschwingstärke KB_{FTi} , KB_{Fmax} [-]	Anhaltswerte A_r		Anhaltswerte A_o	
Beurteilungszeit	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Nutzungsart:				
- W: Wohngebiete	0.10	0.07	3.0	0.2-0.6
- M: Mischgebiete, Kerngebiete, Dorfgebiete	0.15	0.10	5.0	0.3-0.6
- G: Gewerbegebiet	0.20	0.15	6.0	0.4-0.6
- I: Industriegebiet	0.30	0.20	6.0	0.6

Anhaltswerte A_r , A_o bei bestehenden Anlagen für Erschütterungen nach BEKS

Beurteilungszeiten: Tag = 06⁰⁰ - 22⁰⁰ Uhr (16h); Nacht = 22⁰⁰ - 06⁰⁰ Uhr (8h)

Anhaltswerte: Die Werte basieren auf der DIN 4150 "Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen im Gebäude", Ausgabe vom Juni 1999. Als Beurteilungsgrundlage dienen die Anhaltswerte der Tabelle 1 angepasst an die Verhältnisse für die Erweiterung bestehender Schienenverkehrswege (DIN 4150, Teil 2, Ziffer 6.5.3.4, Ziffer 6.5.3.5).

Bei der Anwendung der DIN 4150-2 werden die ermittelten Schwingungsgrößen frequenzbewertet; es entstehen dadurch sogenannte "KB-Werte". Jede Zugvorbeifahrt wird durch (mindestens) einen Taktmaximalwert KB_{FTi} charakterisiert (30-Sekunden Takt); der Maximalwert aller Zugvorbeifahrten KB_{Fmax} (maximale bewertete Schwingstärke) wird zunächst mit den Anhaltswerten A_u (unterer Anhaltswert) und A_o (oberer Anhaltswert) verglichen. Ist $KB_{Fmax} < A_u$, so sind die Anforderungen der Norm erfüllt. Ist $KB_{Fmax} > A_o$, so sind die Anforderungen der Norm nicht erfüllt, wobei bei Bahnlinien dieser Punkt nicht von primärem Belang ist (siehe Ziffer 6.5.3.5). Liegt KB_{Fmax} zwischen A_u und A_o , dann ist eine Mittelwertbildung KB_{FTm} vorzunehmen, welche als Taktmaximal-Effektivwert KB_{FTi} (über die Beurteilungszeit) mit Anhaltswerten A_r verglichen wird.

2.2. Wohnkomfort

2.2.1 Abgestrahlter Körperschall: SIA 181:2020

In Anlehnung an die SIA 181 wird für abgestrahlten Körperschall infolge Schienenverkehrs empfohlen, die Anforderungen für „Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude“ beizuziehen:

emissionsseitige Geräuschart (Senderraum)	Einzelgeräusche		Dauergeräusche Funktions- oder Benutzungsger.
	Funktionsgeräusche	Benutzungsgeräusche	
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte L_H [dBA]		
gering	38	43	33
mittel	33	38	28
hoch	28	33	25

SIA 181:2020, Tabelle 6: Mindestanforderungen an den Schutz gegen Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen in Gebäuden.

Bei erhöhten Anforderungen gelten gemäss SIA 181:2020, Art. 3.4.1 die um 4 dBA verringerten Werte. Dazu gilt 25 dBA als Kleinstwert.

2.2.2 Beurteilung nach VDI 2038

Mit der VDI 2038 kann die Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen beurteilt werden. Für Geschossdecken im Wohn- und Industriebau werden in Anlehnung an DIN 4150-2 die folgenden KB-Werte angegeben (VDI 2038 Blatt 2, Januar 2013, Kap. 7.2.3.2):

Komfortniveau	KB _{Fmax} -Werte
Hoher Komfort	$KB_{Fmax} < 0.2$
Mittlerer Komfort	$0.2 \leq KB_{Fmax} \leq 1.0$
Geringer Komfort / Unwohlsein	$1.0 \leq KB_{Fmax} \leq 2.5$

2.2.3 Möglichkeit von Vorgaben durch die Bauherrschaft

Bauherren, Käufer und Mieter von Arbeits- und Wohnraum stellen oft höhere Anforderungen, als sie im USG bzw. in den oben erwähnten Normen und Richtlinien beschrieben sind. Hier geht es um die Behaglichkeit von Menschen im Gebäude und die Wertschöpfung für den Ersteller des Gebäudes. Für die Beurteilung der Immissionen werden deshalb oft Zielwerte für Erschütterungen und Körperschall von Einzelvorbeifahrten zusammen mit der Bauherrschaft festgelegt, die den Anforderungen der VDI 2038 (Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen) bzw. SIA 181 (Schallschutz im Hochbau) angeglichen sind (zulässige Immissionen einer typischen Zugvorbeifahrt). Unterschieden wird bei der Festlegung objektspezifischer Zielwerte auch, ob es sich um eine offene Strecke handelt oder die Trasseeführung unterirdisch verläuft (Verschärfung der Anforderungen da die Bahn nicht sichtbar ist).

2.3. Erhöht erschütterungsempfindliche Nutzer / Geräte

Es wurden keine erhöht erschütterungsempfindlichen Nutzer und/oder Geräte ausgeschieden: Es wird angenommen, dass die zu erwartenden Vibrationen u.a. für das Gesundheitszentrum im Baufeld C (gemäss Erläuterungsbericht der 2. Stufe) und für die Zahnarztpraxis im Baufeld D (angedeutet in den Übersichtsplänen) zu keinen Betriebseinschränkungen führen.

2.4. Erschütterungsempfindliche Geräte

Grenzwerte sind von Maschine zu Maschine stark unterschiedlich und müssen spezifisch definiert werden (zulässige Schwinggeschwindigkeiten bezüglich des Frequenzbereichs: Zulässiges Amplitudenspektrum).

2.5. Schäden an Bauwerken

Die Beurteilung „Schäden an Bauwerken“ gemäss VSS 40 312:2019 „Erschütterungseinwirkung auf Bauwerke“ beinhaltet Richtwerte, die gewährleisten, dass bei ihrer Einhaltung in der Regel Schäden infolge Erschütterungseinwirkungen an Bauwerken vermieden werden und war nicht primär Gegenstand dieser Untersuchung, da schienenverkehrsinduzierte Erschütterungen selten Schädigungspotential aufweisen.

3. MESSKAMPAGNE

3.1. Messpunkte

Die Aufnahme der heutigen Erschütterungssituation bezüglich des Bahntrassees wurde anhand von Fundamentmesspunkten und einem Decken-/Raummesspunkt durchgeführt. Bei der Wahl der Messpunkte wurde darauf geachtet, dass die maximalen Erschütterungen von Durchfahrten, die üblicherweise nahe von Weichen und Schienenstössen gemessen werden, erfasst wurden:

- MP 01: Stöckackerstrasse 37, Bern:
 - Fundament: Erschütterungen (Triaxialsensor)
 - 2. OG: Erschütterungen (Triaxialsensor) und Schall
- MP 02: Stöckackerstrasse 25, Bern:
 - Fundament: Erschütterungen (Triaxialsensor)
- MP 03: Stöckackerstrasse 33, Bern:
 - Fundament: Erschütterungen (Triaxialsensor)

Die Messkampagne zur Erfassung der räumlichen Schwinggeschwindigkeiten [mm/s] sowie des abgestrahlten Körperschalls fand am 6. April 2023 statt. An den Messorten wurden während dem Tag mehrere Einzelereignisse / Zugvorbeifahrten registriert.

Eine Übersicht über die Messpositionen ist in → **Beilage N°1** dargestellt, Fotos der Messorte finden sich in → **Beilage N°2**. Das Messprotokoll findet sich in → **Beilage N°3**.

3.2. Technische Angaben zu den Messungen und Auswertungen

Die Messungen und Resultatauswertungen fanden mit Hilfe von hochwertigen Messgeräten und unter Beachtung der gängigen Verfahren statt. Eine Liste des verwendeten Geräteparks findet sich in → **Beilage N°5**.

3.3. Messresultate

3.3.1 Ausgewählte Messdaten und Messauswertungen

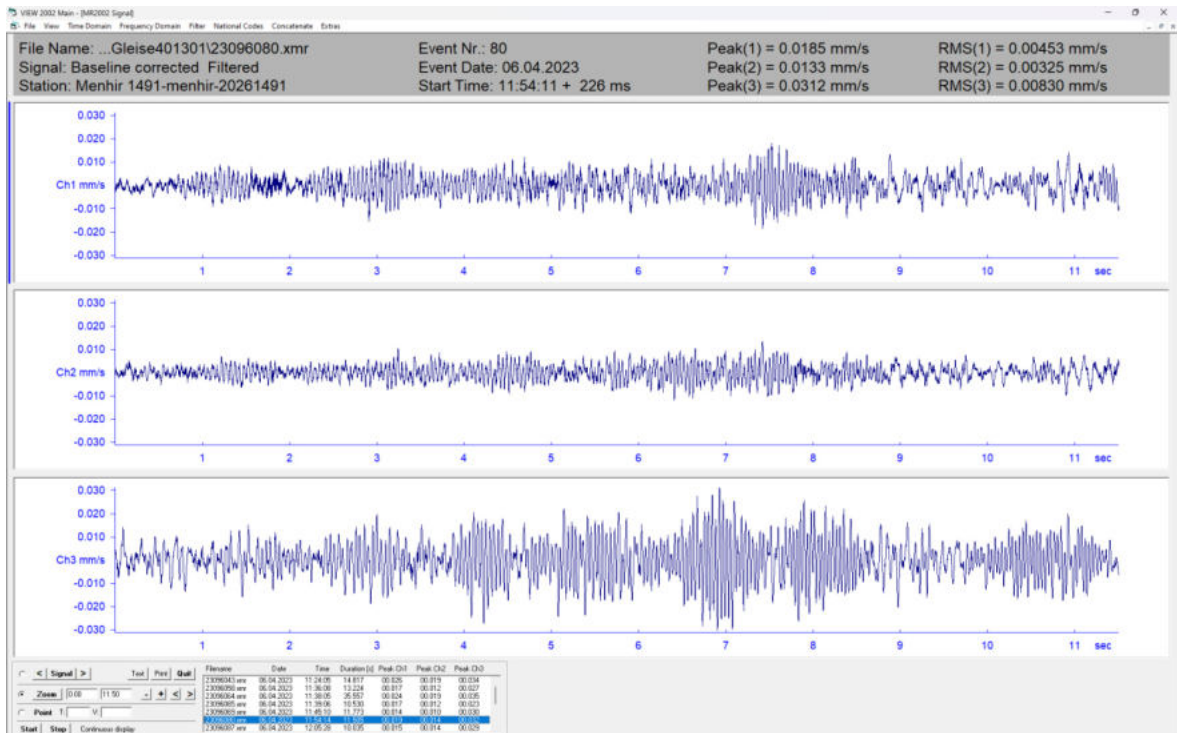
In den folgenden Unterkapiteln werden typische Messaufzeichnungen von Zugvorbeifahrten dargestellt. Da für die Immissionsprognosen Emissionsspektren benötigt werden, wurden alle Zugvorbeifahrten frequenzanalysiert und energetisch gemittelt. Anschliessend an die typischen Messaufzeichnungen werden als Extrakt die massgebenden Emissionsspektren dargestellt.

3.3.2 Zugvorbeifahrten

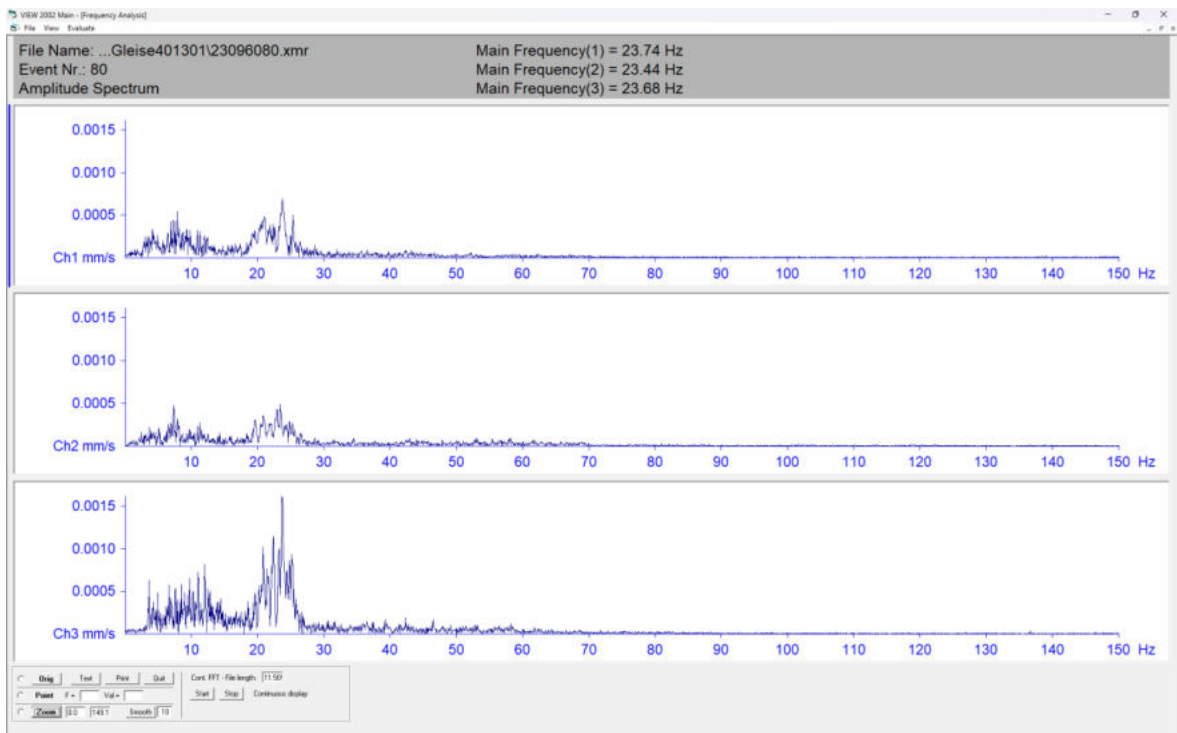
Es werden Zeitverläufe und Schmalband-Frequenzspektren von typischen Zugvorbeifahrten aufgeführt.

MP01, Fundament: Personenzugvorbeifahrt Gleis 2 (401)

Amplituden in mm/s Schwinggeschwindigkeit



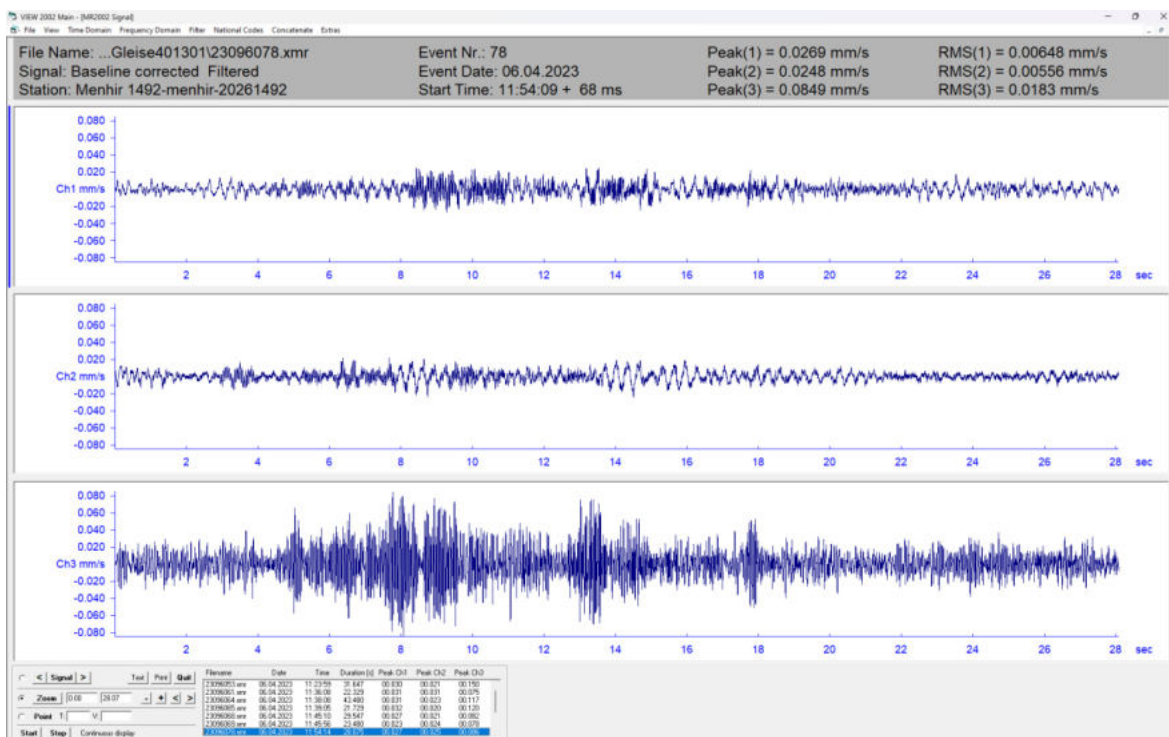
Zeitverlauf Zugvorbeifahrt



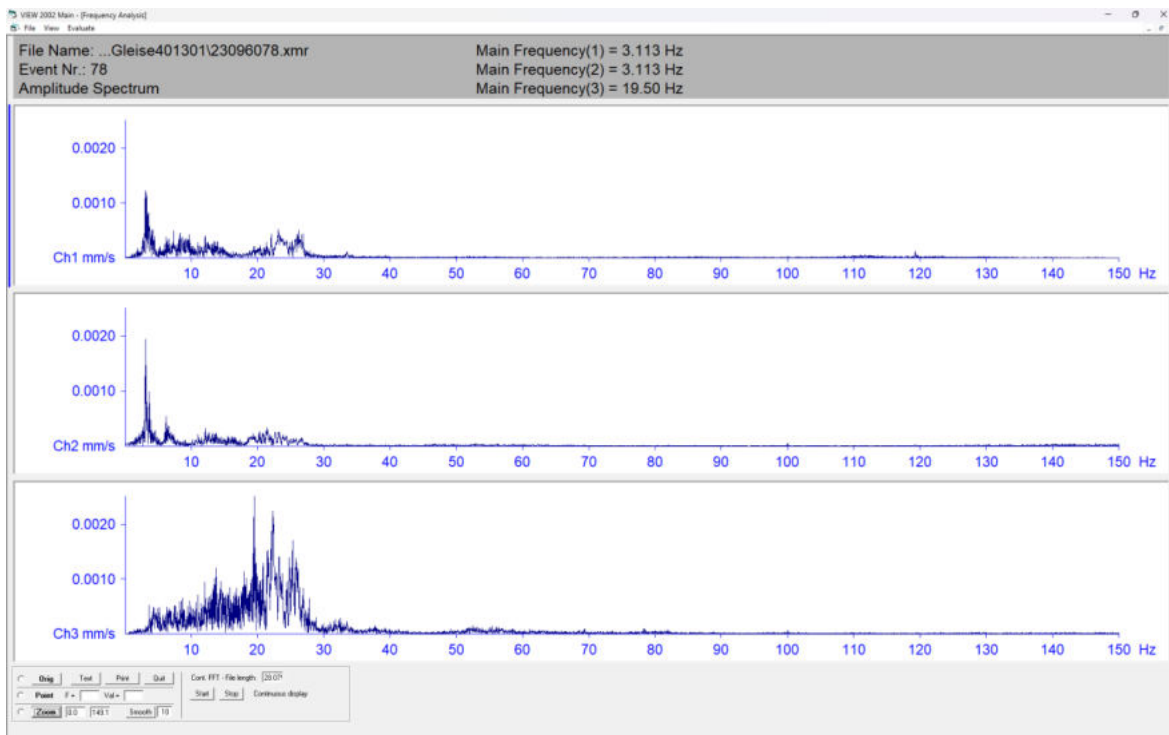
Schmalband-Frequenzspektrum Zugvorbeifahrt

MP01, 2.OG: Personenzugvorbeifahrt Gleis 2 (401)

Amplituden in mm/s Schwinggeschwindigkeit



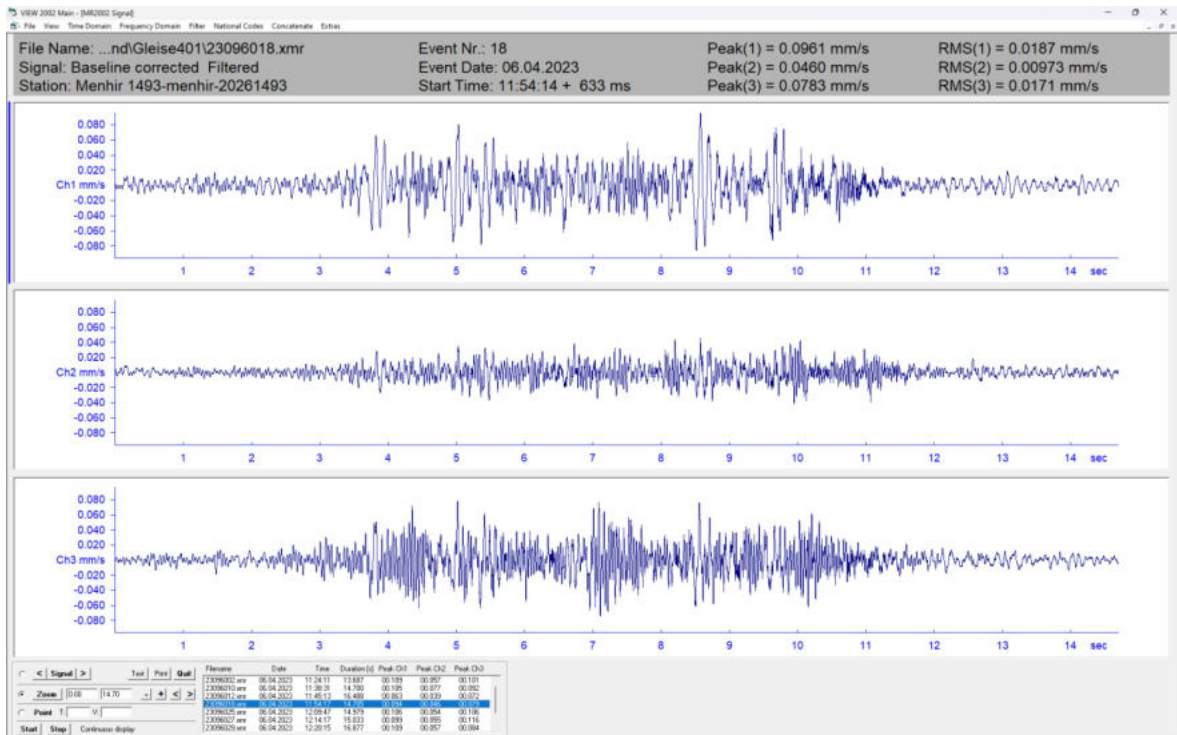
Zeitverlauf Zugvorbeifahrt



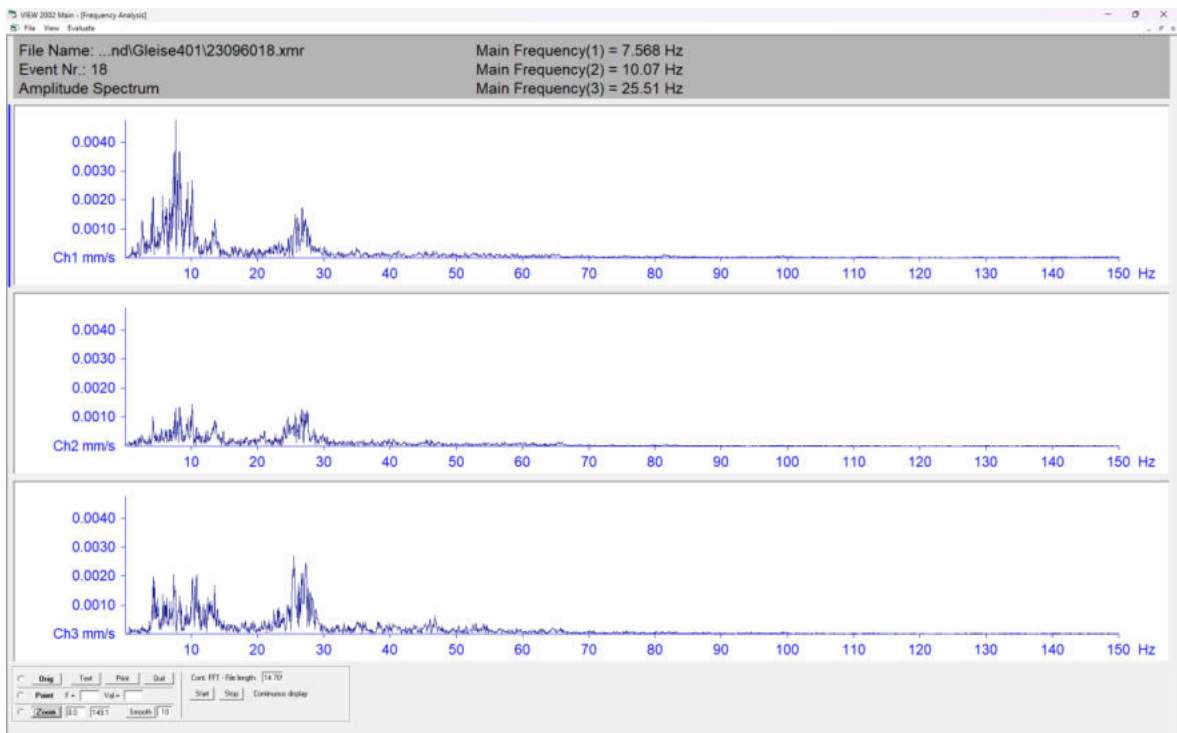
Schmalband-Frequenzspektrum Zugvorbeifahrt

MP02, Fundament: Personenzugvorbeifahrt Gleis 2 (401)

Amplituden in mm/s Schwingungsgeschwindigkeit



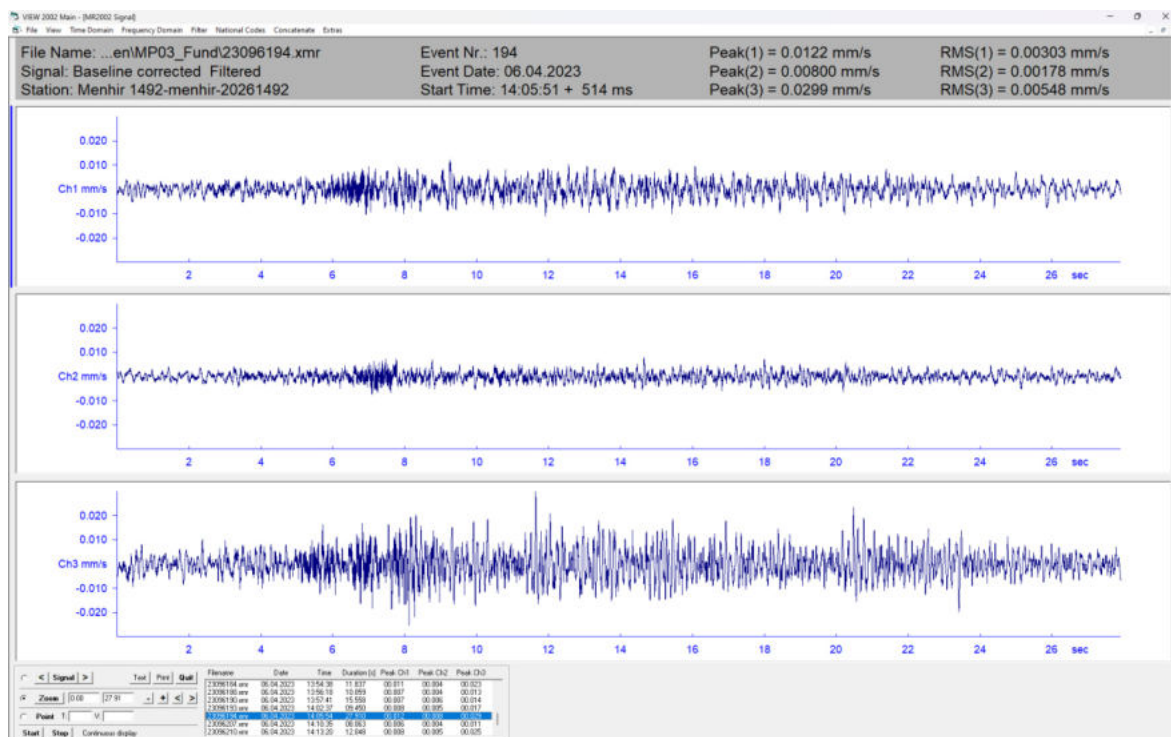
Zeitverlauf Zugvorbeifahrt



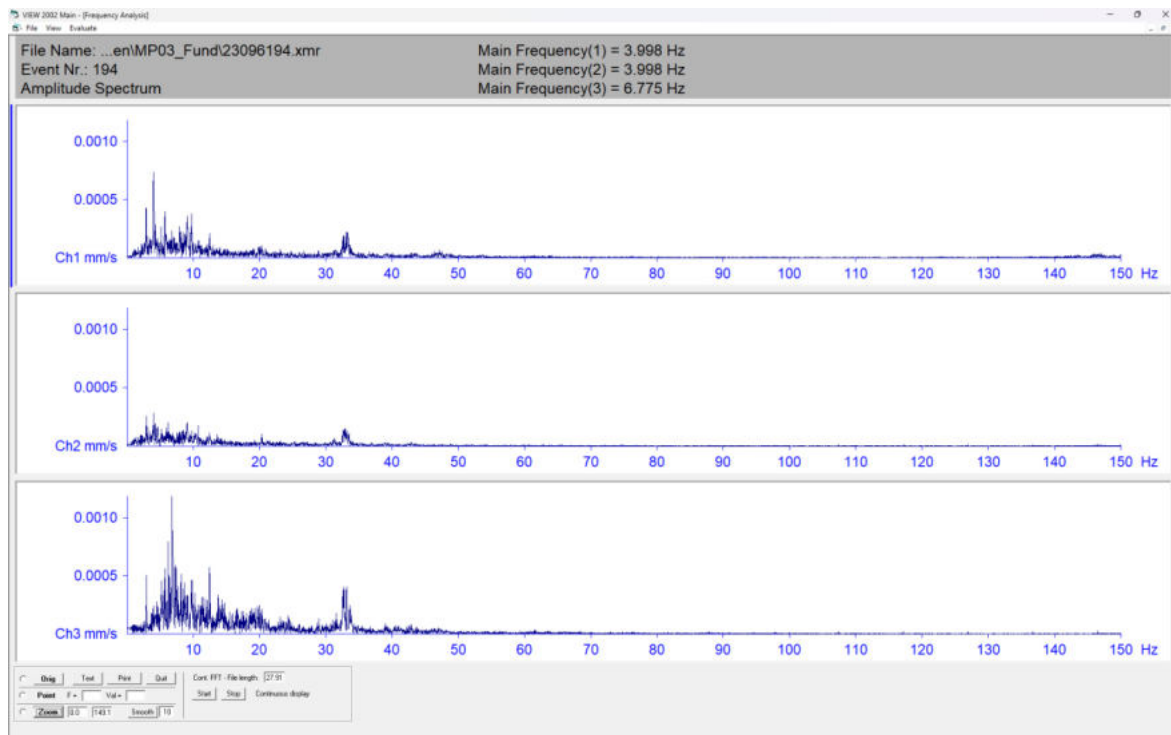
Schmalband-Frequenzspektrum Zugvorbeifahrt

MP03, Fundament: Güterzugvorbeifahrt Gleis 05

Amplituden in mm/s Schwinggeschwindigkeit



Zeitverlauf Zugvorbeifahrt



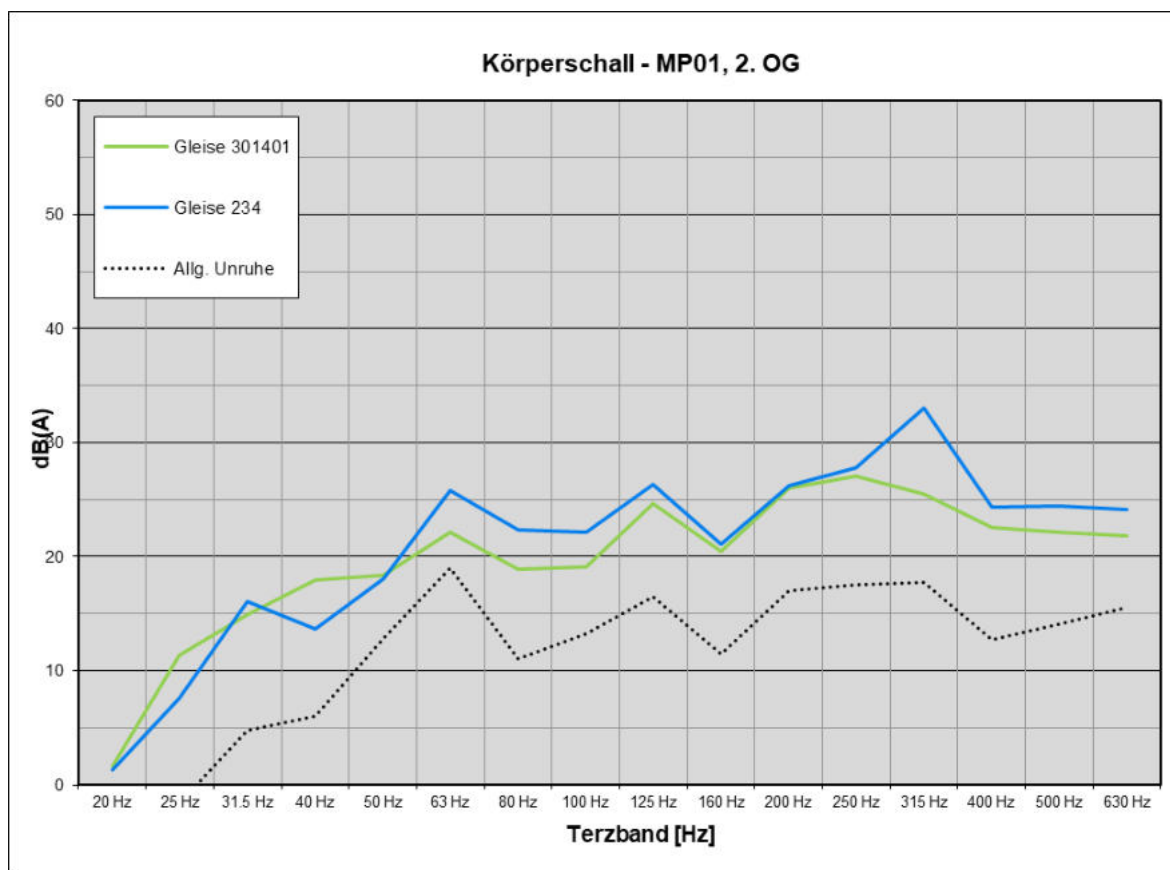
Schmalband-Frequenzspektrum Zugvorbeifahrt

3.3.3 Terzbandspektren

Das Ziel der Messkampagne mit Erschütterungsmessungen in situ ist, ortsspezifische Erschütterungs- und Körperschallspektren zu ermitteln, mit denen die Erschütterungs- und Körperschallimmissionen im geplanten Neubau prognostiziert werden können. Aus dem Zeitverlauf der Schwinggeschwindigkeit werden energetisch gemittelte Terzbandspektren gebildet. (siehe auch → **Beilage N°4**).



Erschütterungs – Terzbandspektren



Summenpegel durchschnittlicher Körperschall [dBA]:

Körperschall - MP01, 2. OG

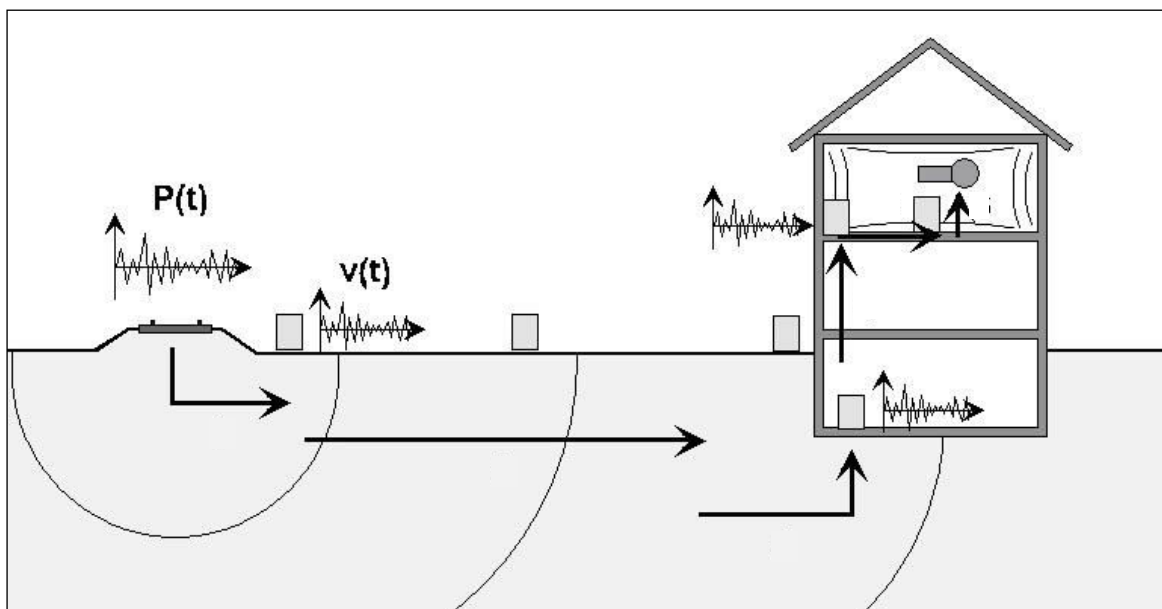
Terzbänder		20 Hz	25 Hz	31.5 Hz	40 Hz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz
Allg. Unruhe	Leq = 23.0	-6.0	-1.6	4.8	6.0	12.8	19.0	11.0	13.3	16.5	11.5
Gleise 301401	Leq = 29.6	1.6	11.4	14.9	18.0	18.4	22.1	18.9	19.1	24.7	20.5
Gleise 234	Leq = 31.5	1.3	7.6	16.1	13.7	18.1	25.8	22.4	22.1	26.3	21.1

Körperschall – Terzbandspektren

4. MODELL UND PROGNOSEN

4.1. Ausbreitungsmodell

Die am Geleise je nach Fahrzeug, Oberbauart, -lage und -ausführung als Emission verursachte **Erschütterung** wird über Oberbaukonstruktion und Boden auf ein naheliegendes Gebäudefundament und von hier über die Mauern auf die Wohnräume bzw. deren Geschossdecken übertragen. Auf dem Weg vom Geleise zum Gebäudefundament schwächt sich die Erschütterung infolge Ausbreitungs- und Materialdämpfung ab. Beim Übergang vom Boden auf das Fundament erfährt die Erschütterung eine weitere Reduktion als Folge des sogenannten Ankoppelungseffekts. Die Erschütterung des Gebäudefundamentes erreicht praktisch unverändert die oberen Stockwerke, kann aber durch das Eigenschwingungsverhalten der Geschossdecken mehr oder weniger verstärkt werden.



Modellvorstellung Erschütterungsausbreitung

Durch die Vibrationen von Fussboden und Decke, und zu einem geringeren Teil auch durch die Vibrationen der Wände, wird in einem Raum wiederum hörbarer Schall verursacht, der sogenannte **abgestrahlte Körperschall**. Der Zusammenhang zwischen Erschütterungsamplitude und abgestrahltem Körperschall ist sehr komplex. Mit verschiedenen Gleichungen kann man zeigen, dass zwischen dem abgestrahlten Schall und der Vibration ein Zusammenhang besteht.

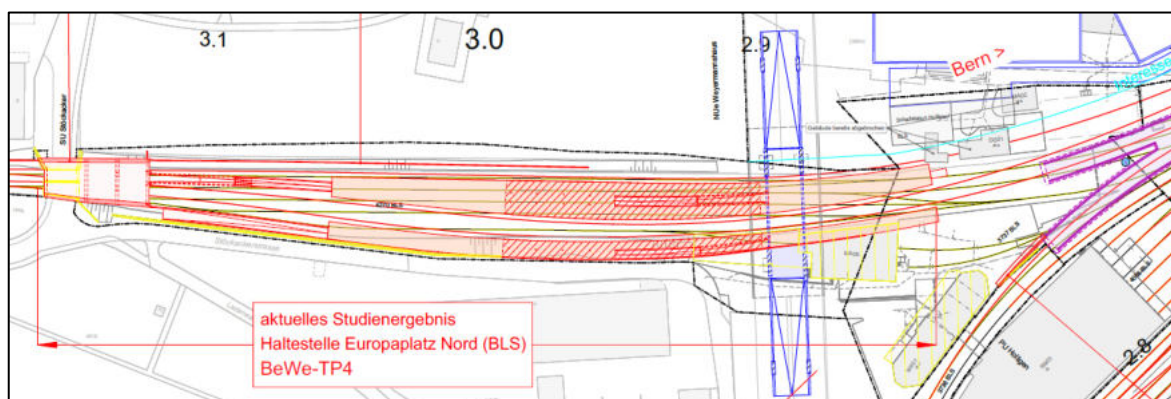
Bei einem frequenzabhängigen Ausbreitungsmodell wird dieser stufenweise Ausbreitungs- und Abstrahlvorgang nicht mit jeweils einer einzigen Zahl beschrieben, sondern es wird eine Spektraldarstellung verwendet; die Schwingung wird als Funktion der Frequenz erfasst. Die Ausgangsgrösse ist somit nicht eine einfache Anregungsamplitude, sondern ein Anregungsspektrum, und an die Stelle von Abminderungs- und/oder Ankoppelungsfunktionen treten Transferfunktionen und/oder Transferspektren.

4.2. Prognoseberechnungen

Die Abschätzung und Beurteilung der in den geplanten Überbauungen zu erwartenden Erschütterungs- und Körperschallimmissionen infolge Bahnverkehrs basiert auf den Messdaten, Erfahrungswerten und den durchgeführten Ausbreitungsberechnungen. Die durch Bahnverkehr verursachten Erschütterungs- und Körperschallimmissionen wurden mit einem semi-empirischen, frequenzabhängigen Ausbreitungsmodell (VIBRA-2) berechnet: Rechnerische Prognose unter Anwendung von teilweise durch die Messungen normalisierten Standard-Parametern.

4.3. Streckenausbau

Der geplante Streckenausbau seitens der SBB / Veränderung der Bahntrassees gemäss «AS25, Leistungssteigerung Bern West» wurde in den Prognoseberechnungen berücksichtigt. Durch den Streckenausbau und die Umlagerung des täglichen Verkehrs ist infolge der zu den Gebäuden des Baufelds A näherliegenden Hauptgleisen von einer deutlichen Erhöhung der Erschütterungs- und Körperschallimmissionen auszugehen.

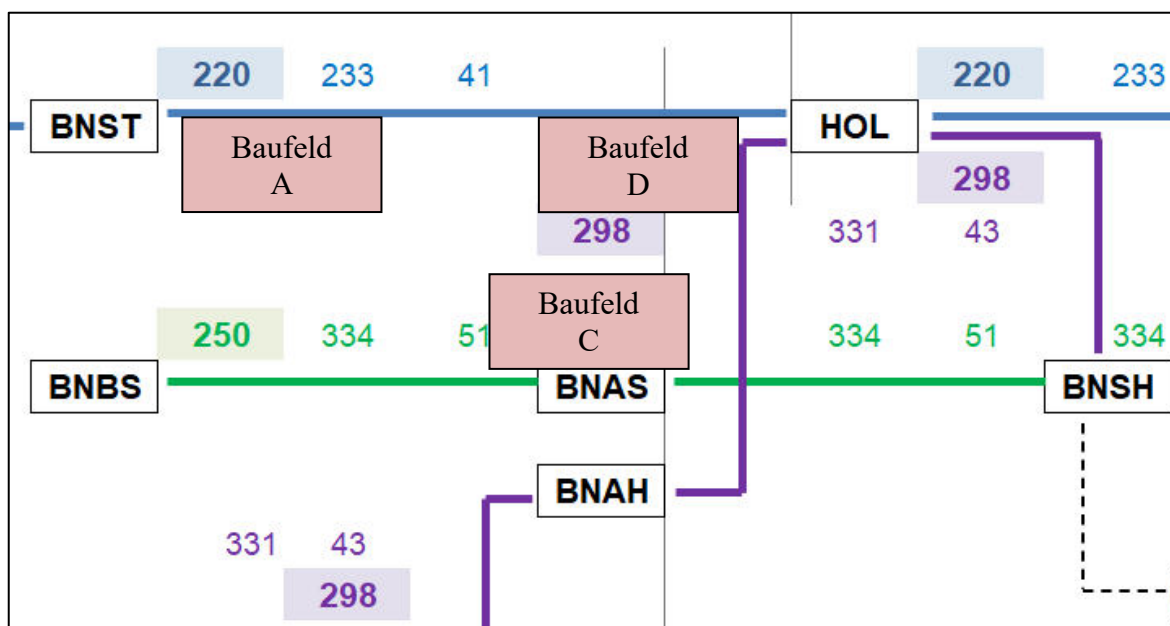


AS25, Leistungssteigerung Bern West, Ausschnitt Europaplatz Nord

4.4. Baufelder

Die Prognoseberechnungen werden für die folgenden drei Baufelder durchgeführt (detaillierte Darstellung der Baufelder siehe Seite 4: Überbauungsordnung Stöckackerstrasse 33 - Ladenwandweg):

- Baufeld A: Linie 220 Abstand 1. Gleisachse = 20 m (AS25)
- Baufeld C: Linie 250 und 298 Abstand 1. Gleisachsen = 18 und 43 m
- Baufeld D: Linie 220 und 298 Abstand 1. Gleisachsen = 10 und 10 m



Schematische Darstellung der Baufelder und der Bahnlinien

4.5. Modell- / Berechnungsparameter

Die für die vorliegende Situation verwendeten Daten basieren einerseits auf den vorgehend beschriebenen Messungen, andererseits auf einer Grosszahl von früheren Erschütterungsmessungen, kombiniert mit theoretischen Ansätzen über die Erschütterungsausbreitung, sowie auf Literaturangaben.

- | | |
|--|--|
| Emissionen: | - gemäss Messungen. Definiert in typisiertem Abstand neben Gleis / Entfernung zur Gleisachse entsprechend Position Messensor. Offene Streckenführung. |
| Lokale Gleisbesonderheit: | - gemäss Messungen |
| Korrekturen: | - keine (alles Standard), auch keine Geschwindigkeitskorrekturen (Geschwindigkeiten gemäss Messungen) |
| Ausbreitung: | - Lockergestein |
| Gebäudean-koppelung & Gebäudeausbreitung: | - MFH (gemäss Messungen)
- Deckentypen Beton 12 – 40 Hz
- sonst keine Besonderheiten |
| Körperschall-umwandlung: | - KS-Berechnung nach VIBRA2 |

Für eine Untersuchung werden üblicherweise aus der Vielzahl von möglichen Parametervariationen betreffend den schienenengebundenen Verkehr, der Gleisführung, dem Baugrund und der Bauweise der Gebäude entlang der Gleisstrecke einige „typische Kategorien“ definiert, anhand welcher die Erschütterungs- und Körperschallimmissionen berechnet werden. Dank den Messpositionen am Fundament sind in den Messresultaten die Parameter „Emission“ (Bahntyp, Gleisart, Gleisunterbau, usw.), „Ausbreitung“ (Transferfunktion im Baugrund) und «Gebäudeankoppelung bereits enthalten, so dass diese relativ genau berücksichtigt werden konnten. Für die Gebäudeübertragungsfunktion werden verschiedene Geschossdeckentypen durchgerechnet und ein Mittelwert gebildet.

4.6. Zugdaten

Die für die Berechnungen notwendigen Zugzahlen wurden gemäss Angabe SBB verwendet (Streckenabschnitte 220: BNST-HOL, 250: BNAS-BNSH und 298: BNAH-HOL). Für die massgebende Nachtstunde wurde der über die ganze Nacht gemittelte stündliche Wert für Personenzüge verdoppelt; für Güterzüge um 50% erhöht.

Strecke	Zugtyp		Tag		Nacht		ZugArt		Gleise	Tag	Nacht
Abschnitt	Vibra	Fahrtgeschw.	Z/h tags	Länge tags	Z/h nachts	Länge nachts	Zmax/h Nacht	P/G/D	Anzahl	Z/Tag	Z/Nacht
Linie 220: Bern Holligen - Bern Stöckacker											
HOL - BNST	R, S-Bahn	77	12.000	175.00	3.000	157.50	6.000	P	2	192.00	24.00
	NAG	68	0.313	242.00	0.250	242.00	0.375	G	2	5.01	2.00
	NG	68	0.250	180.00	0.250	180.00	0.375	G	2	4.00	2.00
	D	77	1.875	150.00	1.500	150.00	3.000	D_P	2	30.00	12.00
	D	68	0.125	136.00	0.125	136.00	0.188	D_G	2	2.00	1.00
	PZ	77	13.875	171.62	4.500	155.00	9.000	PZ	2	222.000	36.00
	GZ	68	0.688	200.21	0.625	196.00	0.938	GZ	2	11.008	5.00
Linie 250: Bern Europaplatz - Bern Steigerhubel (Abzw)											
BNAS - BNSH	NEIKO	117	2.000	182.00	0.500	150.00	1.000	P	2	32.00	4.00
	EC/IC	99	4.000	242.00	1.000	200.00	2.000	P	2	64.00	8.00
	R, S-Bahn	99	8.000	140.00	2.000	103.80	4.000	P	2	128.00	16.00
	FLIRT	99	2.000	148.00	0.500	148.00	1.000	P	2	32.00	4.00
	NAG	85	0.063	321.00	0.500	321.00	0.750	G	2	1.01	4.00
	NG	85	0.125	118.00	0.250	118.00	0.375	G	2	2.00	2.00
	GZ	85	0.063	300.00	0.125	300.00	0.188	G	2	1.01	1.00
	UKV	85	0.063	270.00	0.000	0.00	0.000	G	2	1.01	0.00
	D	99	4.250	294.26	1.250	183.00	2.500	D_P	2	68.00	10.00
	D	85	0.313	119.00	0.250	143.00	0.375	D_G	2	5.01	2.00
		PZ	101	20.250	197.46	5.250	149.59	10.500	PZ	2	324.000
	GZ	85	0.627	172.46	1.125	234.00	1.688	GZ	2	10.032	9.000
Linie 298: Bern Holligen - Bern Europaplatz											
HOL - BNAH	R, S-Bahn	54	8.000	140.00	2.000	102.60	4.000	P	2	128.00	16.00
	FLIRT	54	12.000	116.67	3.000	105.00	6.000	P	2	192.00	24.00
	D	54	0.313	85.00	0.125	85.00	0.250	D_P	2	5.01	1.00
	D	47	0.375	68.00	0.250	68.00	0.375	D_G	2	6.00	2.00
	PZ	54	20.313	125.37	5.125	103.58	10.250	PZ	2	325.008	41.000
	GZ	47	0.375	68.00	0.250	68.00	0.375	GZ	2	6.000	2.000

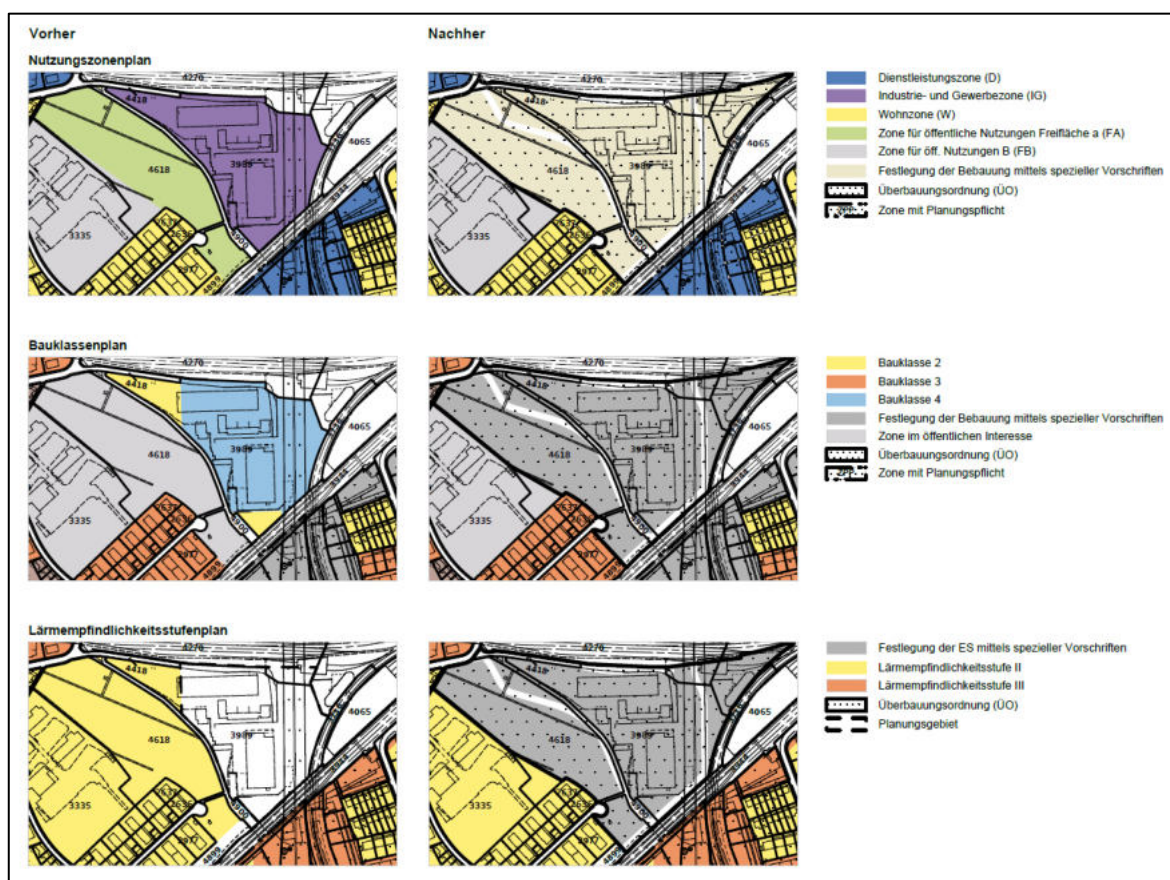
Zugzahlen (gemäss Angabe SBB)

Die verwendeten Zugzahlen (Zugstyp, mittlere Fahrtgeschwindigkeit, Zuglänge, etc.) sind auch in → **Beilage N°7** (VIBRA-2-Berechnungen) ersichtlich.

5. BEURTEILUNG

5.1. Parzelle „ewb-BLS-Areal Stöckackerstrasse, Bern“

Immissionsort(e):	Wohnungen
Zone:	Festlegung der Bebauung mittels spezieller Vorschriften
	Annahme: Mischzone
Empfindlichkeitsstufe:	Annahme: III
Erschütterungsquelle(n):	Bahn



Ausschnitt Überbauungsordnung (Plan Nr. 1475 / 1)

5.2. Beurteilung nach BEKS

BEKS: Die Beurteilung der Erschütterungs- und Körperschallsituation erfolgt mittels der „Weisung für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen vom 20.12.1999 (BEKS, herausgegeben vom BAV und BUWAL)“. Da es sich um eine Neuprojektierung handelt, gelangen beim Körperschall die Planungsrichtwerte zur Anwendung, bei den Erschütterungen die einheitlichen Richtwerte der DIN 4150/2. Zonenmässig wird von einer **Mischzone in einem erschlossenen Gebiet** ausgegangen.

Die Erschütterungsprognosen gelten für die jeweils nächstgelegenen Gebäudeteile mit erschütterungsempfindlicher Nutzung.

Zur BEKS-Weisung ist zu erwähnen, dass eine Beurteilung der Erschütterungs- und Körperschallsituation anhand dieser Richtlinie streng genommen „freiwillig“ geschieht, da die BEKS-Weisung eigentlich nicht für den vorliegenden Fall anwendbar ist, sondern nur für die SBB selber als Verursacher gilt, jedoch normalerweise auch von den Behörden zur Bewilligung des Bauprojektes herangezogen wird, so auch von der Stadt Bern.

Richtwerte gemäss BEKS/DIN

Erschlossene Gebiete (bestehende Anlagen / Immissionsrichtwerte)	Industriezone	I	0.30	-	0.20	-	0.6
	Gewerbezone	G	0.20	-	0.15	-	0.6
	Mischzone	M	0.15	45	0.10	35	0.6
	Wohnzone	W	0.10	40	0.07	30	0.6

Farbcodes (Schattierungen):	Maximalwerte	Richtwertüberschreitungen
-----------------------------	--------------	---------------------------

5.2.1 Baufeld A

Immissionsort	Zone	Tag (16h)		Nacht (8h)		KB _{Fmax}
		KB _{FTr}	16h L _{eq}	KB _{FTr}	1h L _{eq}	
Wohnen, Betondecken 12 Hz	M	0.027	8.6	0.017	6.6	0.185
Wohnen, Betondecken 16 Hz	M	0.021	8.8	0.014	6.8	0.159
Wohnen, Betondecken 20 Hz	M	0.016	9.1	0.011	7.1	0.126
Wohnen, Betondecken 25 Hz	M	0.014	9.5	0.009	7.5	0.102
Wohnen, Betondecken 32 Hz	M	0.013	10.1	0.009	8.1	0.113
Wohnen, Betondecken 40 Hz	M	0.015	11.7	0.011	9.6	0.152

→ Die Anhaltswerte nach BEKS-Weisung werden hinsichtlich Erschütterungen und Körperschall eingehalten.

5.2.2 Baufeld C

Immissionsort	Zone	Tag (16h)		Nacht (8h)		KB _{Fmax}
		KB _{FTr}	16h L _{eq}	KB _{FTr}	1h L _{eq}	
Wohnen, Betondecken 12 Hz	M	0.027	8.6	0.017	6.6	0.185
Wohnen, Betondecken 16 Hz	M	0.021	8.8	0.014	6.8	0.159
Wohnen, Betondecken 20 Hz	M	0.016	9.1	0.011	7.1	0.126
Wohnen, Betondecken 25 Hz	M	0.014	9.5	0.009	7.5	0.102
Wohnen, Betondecken 32 Hz	M	0.013	10.1	0.009	8.1	0.113
Wohnen, Betondecken 40 Hz	M	0.015	11.7	0.011	9.6	0.152

→ Die Anhaltswerte nach BEKS-Weisung werden hinsichtlich Erschütterungen und Körperschall eingehalten.

5.2.3 Baufeld D

Immissionsort	Zone	Tag (16h)		Nacht (8h)		KB _{Fmax}
		KB _{FTr}	16h L _{eq}	KB _{FTr}	1h L _{eq}	
Wohnen, Betondecken 12 Hz	M	0.069	17.9	0.036	16.1	0.286
Wohnen, Betondecken 16 Hz	M	0.051	18.0	0.027	16.2	0.211
Wohnen, Betondecken 20 Hz	M	0.047	18.1	0.025	16.3	0.195
Wohnen, Betondecken 25 Hz	M	0.057	18.5	0.030	16.6	0.246
Wohnen, Betondecken 32 Hz	M	0.043	18.9	0.022	17.0	0.187
Wohnen, Betondecken 40 Hz	M	0.032	19.3	0.017	17.4	0.135

→ Die Anhaltswerte nach BEKS-Weisung werden hinsichtlich Erschütterungen und Körperschall eingehalten.

5.3. Behaglichkeit des Menschen und Wertschöpfung

Beurteilt wird bei Erschütterungsimmissionen und Körperschallimmissionen der vorliegenden Art in erster Linie die „Belästigung des Menschen“. Als massgebend für diese Belästigung wird der Maximalwert/-pegel einer einzelnen Zugsvorbeifahrt postuliert. Die „gesundheitliche Gefährdung des Menschen“ (siehe u. a. Wegleitung zur Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz) muss selten genauer untersucht werden. In zweiter Linie geht es auch um die Wertschöpfung für den Ersteller des Gebäudes.

ERSCHÜTTERUNGEN: VDI 2038

Im vorliegenden Fall empfehlen wir folgende **Zielwerte**:

- Eigentumswohnungen KB < 0.2 (hoher Komfort)
- Mietwohnungen KB < 0.2 (hoher Komfort)
- Mietwohnungen KB < 1.0 (mittlerer Komfort)

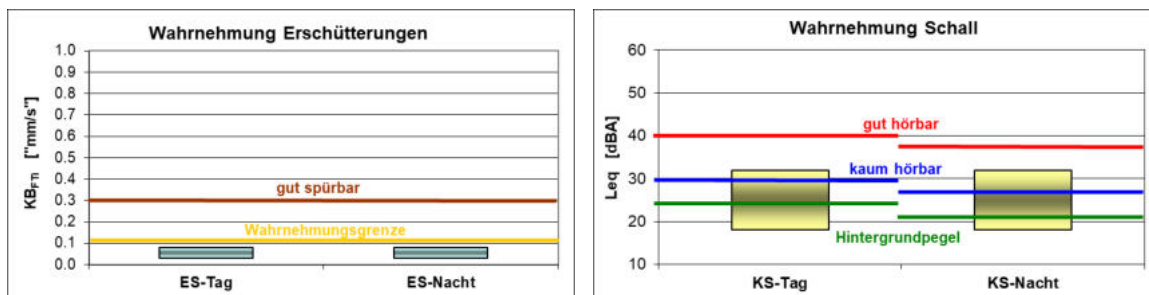
ABGESTRAHLTER KÖRPERSCHALL: SIA 181:2020

Es wurden keine Räume mit sehr hoher Lärmempfindlichkeit (Benutzer mit besonders hohem Ruhebedürfnis) ausgeschieden. Als **Richtwert** wird für Mietwohnungen (normale Anforderungen) im Allgemeinen / bei offener Streckenführung ein Wert von 38 dBA empfohlen und bei Eigentumswohnungen / ruhebedürftiger Nutzung (erhöhte Anforderungen) ein Wert von 34 dBA:

- Eigentumswohnungen Leq < 34 dBA (hoher Komfort)
- Mietwohnungen Leq < 34 dBA (hoher Komfort)
- Mietwohnungen Leq < 38 dBA (mittlerer Komfort)

5.3.1 Baufeld A

WAHRNEHMUNG



→ Die Erschütterungen sind gemäss Prognose im Bereich nicht 'spürbar'. Der abgestrahlte Körperschall liegt im Bereich 'kaum hörbar'.

PROGNOSEWERTE:

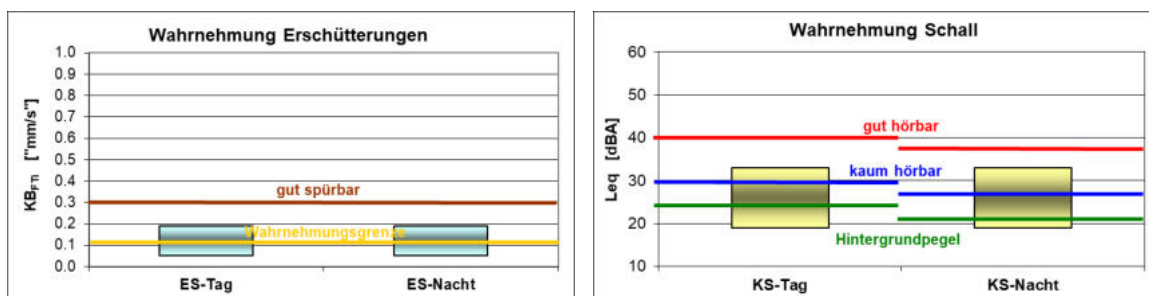
Einzelne Zugsvorbeifahrt Maximalwert (95%-Fraktile)	Erschütterungen [KB _{FTi}]	Körperschall [Leq _i]
Massgebendes Gleis	0.07	32

→ Der empfohlene Zielwert für Erschütterungen wird eingehalten.

→ Der Richtwert für abgestrahlten Körperschall wird eingehalten.

5.3.2 Baufeld C

WAHRNEHMUNG



→ Die Erschütterungen sind gemäss Prognose im Bereich der Wahrnehmungsgrenzen. Der abgestrahlte Körperschall liegt im Bereich 'kaum hörbar'.

PROGNOSEWERTE:

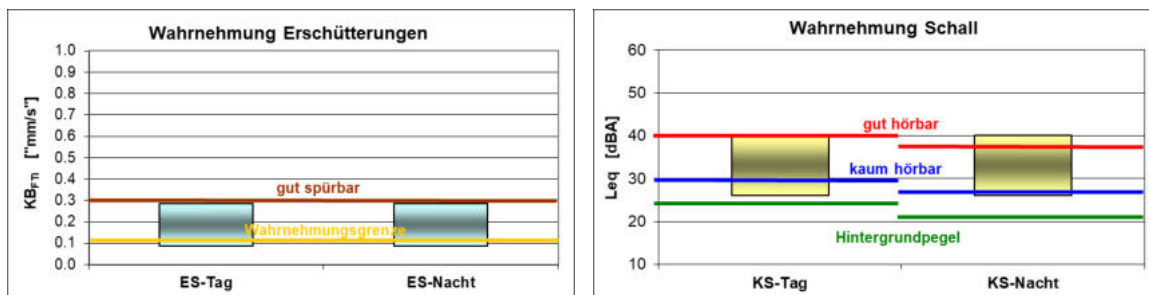
Einzelne Zugsvorbeifahrt Maximalwert (95%-Fraktile)	Erschütterungen [KB _{FTi}]	Körperschall [Leq _i]
Massgebendes Gleis	0.19	32

→ Der empfohlene Zielwert für Erschütterungen wird eingehalten.

→ Der Richtwert für abgestrahlten Körperschall wird eingehalten.

5.3.3 Baufeld D

WAHRNEHMUNG



→ Die Erschütterungen sind gemäss Prognose im Bereich ‘spürbar’. Der abgestrahlte Körperschall liegt im Bereich ‘hörbar’.

PROGNOSEWERTE:

Einzelne Zugsvorbeifahrt Maximalwert (95%-Fraktile)	Erschütterungen [KB _{FTi}]	Körperschall [Leq _i]
Massgebendes Gleis	0.286	39.9

→ Der empfohlene Zielwert für Erschütterungen wird für hohe Komfortansprüche überschritten.

→ Der Richtwert für abgestrahlten Körperschall wird überschritten.

5.4. Sensitivitätsbetrachtungen

Es muss betont werden, dass die einzelnen Parameter der Modellrechnung eine grosse Variabilität aufweisen. Die grösste Streuung findet sich beim Verstärkungsfaktor für die Ausbreitung der Erschütterungen innerhalb von Gebäuden. Für Holzdecken und schlanke, weitgespannte Betondecken kann z.B. ein Wert von 8 angenommen werden. Messungen zeigen aber, dass dieser Wert zwischen 4 und 30 variiert! Für Betondecken variiert er zwischen 2 und 8. Zudem weist auch die Umrechnung der Erschütterungen in den abgestrahlten Körperschall eine beträchtliche Streuung auf. Etwas geringer sind die Streuungen bei den übrigen Parametern, doch sind auch hier Variationen zwischen 50 % und 200 % der verwendeten Werte möglich. Die für die Immissionsberechnungen verwendeten Parametersätze beruhen auf den Erfahrungen einer Vielzahl von Messungen für ähnliche Situationen, und stehen für eine „vernünftige“, d.h. weder zu konservativer noch zu optimistischer Modellrechnung.

6. MÖGLICHE MASSNAHMEN

In Anbetracht des vorliegenden Bauvorhabens und den prognostizierten Erschütterungs- und Körperschallimmissionen können folgende Massnahmen zur Anwendung gelangen:

6.1. Bauliche Massnahmen an der Quelle

Am effizientesten sind Massnahmen an der Quelle, d.h. nebst sorgfältig gewartetem und modernem Rollmaterial reduzieren vor allem Massnahmen am Gleisoberbau die zu erwartenden Immissionen. Solche umfassen insbesondere elastische Zwischenschichten jeglicher Art im Aufbau des Gleiskörpers, wie z. B. Unterschottermatten oder Schwellenbesohlungen (bei Schotteroberbau), elastische Schienen- und/oder Schwellenlagerungen (bei festem Oberbau), oder allenfalls ganze Masse-Feder-Systeme. Diese Massnahmen liegen allerdings nicht im Einflussbereich der Projektierenden, sondern bei der SBB Infrastruktur, und werden deshalb nicht weiterverfolgt.

6.2. Bodenschlitze

Da bei oberflächennaher Schwingungsanregung etwa 67 % der Gesamtenergie in Form von Rayleigh-Wellen (Oberflächenwellen) transportiert werden, ist es naheliegend, bei Massnahmen auf dem Übertragungsweg die Oberfläche zu unterbrechen. Dies kann z.B. durch offene, permanent elastische, bzw. ausbetonierte Schlitze erfolgen. Solche Bodenschlitze haben sich jedoch in der Praxis bislang mit wechselndem Erfolg bewährt; eine Prognose, der im Vergleich zu den anderen Massnahmen geringen Dämmwirkung, ist zudem schwierig.

6.3. Massnahmen empfängerseits

Bereits recht gut erprobt sind Massnahmen auf der Empfängerseite. In der Regel handelt es sich um elastische Trennschichten, z.B. ein elastisches „Abtrennen“ der an das Erdreich anstossenden Strukturteile (Bodenplatte, Stützenfundamente, Aussenwände). Solche Massnahmen können das ganze Gebäude oder allenfalls Teilbereiche umfassen und werden vor allem bei Neubauten angewandt. Auch eine elastische Trennschicht innerhalb des Gebäudes ist schon an manchen Orten eingesetzt worden. Damit können auch gebäudeinterne Quellen reduziert werden, z. B. bei Wohnnutzung über Gewerbenutzungen. Planung und Ausführung sind allerdings wesentlich aufwändiger als Trennungen gegenüber dem Erdreich. Die Fläche der elastischen Trennschicht ist jedoch meist geringer als bei der Flächenlagerung. Ist eine tieffrequente Abstimmung der Massnahme notwendig, kommen auch Federelemente innerhalb des Gebäudes zum Einsatz.

Die einzelnen Vorbeifahrtspegel werden durch die Lagerung stark reduziert und erfahrungsgemäss kann bei guter Entkoppelung eine Verringerung des abgestrahlten Körperschalls um bis zu 10.0 dB und mehr (je nach realer Situation) erreicht werden. Die einzelne Vorbeifahrt ist dann auch bei ruhiger Umgebung durch den Menschen in der Regel kaum

mehr wahrnehmbar. Die Wirkung auf die Erschütterungen ist allerdings wegen der höheren Abstimmfrequenz bei Elastomeren beschränkt.

6.4. Innenausbau

Für empfindliche Räume (und auch Geräte) können lokal (zusätzliche) Massnahmen vorgesehen werden. Diese sind einzeln in Bezug auf eine allenfalls vorhandene elastische Gebäudelagerung und insbesondere auch auf vorhandene, gebäudeinterne Erschütterungsquellen abzustimmen. Die Abstrahlung von Körperschall kann durch Vorschalten von Strömungswiderständen (Mineralfaserplatten) oder Verkleidungen reduziert werden. Diese Abstrahlreduktion sollte an allen Raumbegrenzungsflächen erfolgen. Kahle / glatte Wände führen zu erhöhten Körperschallabstrahlwerten und ebenfalls zu einer Erhöhung der Nachhallzeit. Die Nachhallzeit ist analog durch Wand- und Deckenbekleidungen sowie auch absorbierende Möblierung auf eine minimale Grösse zu reduzieren. Dadurch wird auch der Schallpegel reduziert. Der Einbau eines sehr guten Unterlagsboden (Abstimmfrequenz ≤ 30 Hz) reduziert die Körperschallabstrahlung vom Boden her und somit auch den Schallpegel im Raum.

6.5. Empfohlene Massnahmen: Baufeld D

Ohne Massnahmen werden die Erschütterungsenergien direkt über die Seitenwände der Untergeschosse und die Bodenplatte ins Gebäude eingeleitet. Aufgrund der zu erwartenden Erschütterungs- und Körperschallimmissionen wird für das Baufeld D eine elastische Teilentkopplung der Aussenwände und unterhalb der Bodenplatten sowie minimale Deckeneigenfrequenzen empfohlen:

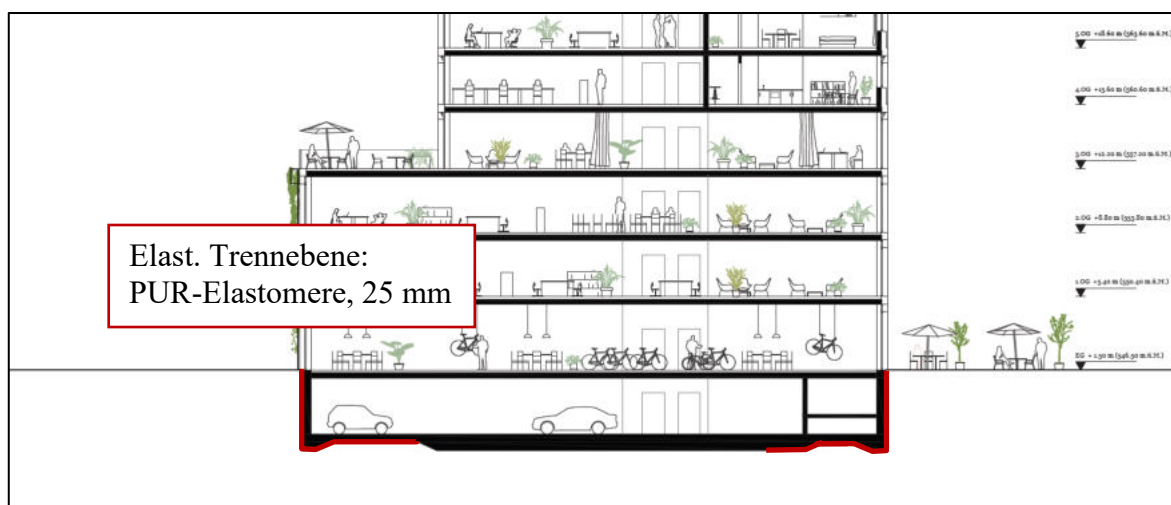
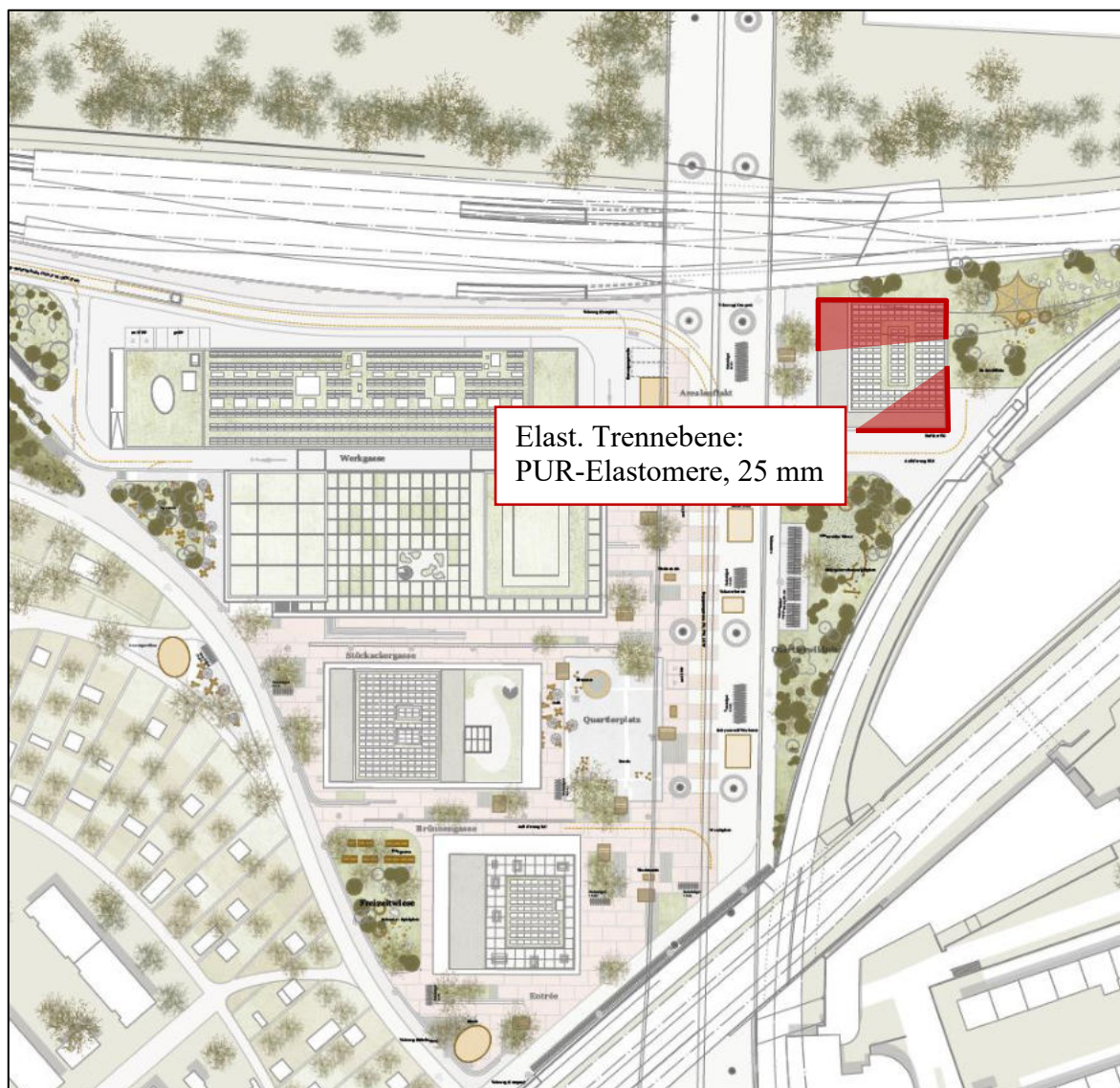
Massnahme 1: Elastische Trennung gegenüber Erdreich (siehe folgende Skizzen)

- **Bahn- und stirnseitig: Elastische (Teil-)Entkoppelung der Aussenwände und unterhalb der Bodenplatte im vorderen Gebäudeteil gegen die Bahnanlagen** (25mm starke elastische Trennebene, Abstimmfrequenz < 15 Hz). Der **Grundwasserspiegel** liegt oberhalb der Gebäudefundation und ist zu berücksichtigen. Auf eine **durchgehende Entkoppelung** vom Untergrund ist zu achten: Leitungen, Durchbrüche, etc. sind ebenfalls zu entkoppeln.

Massnahme 2: Deckenversteifung / Überprüfen der massg. Deckeneigenfrequenzen

- Die **Decken-Grundeigenfrequenzen sind auf einen Wert von mind. 25 Hz** auszulegen. In Bezug zu den Eigenschaften der elastischen Teilentkopplung wird empfohlen, sofern technisch machbar und wirtschaftlich vertretbar, die Decken auf eine Grundeigenfrequenz von mind. 25 Hz auszulegen.

In der jetzigen Planungsphase sind noch nicht alle Details bekannt. Für eine detaillierte Auslegung der Massnahmen (Entkoppelungstiefe der elastischen Lagerung) bedarf es einer gesonderten Untersuchung.



*Empfohlene EKS-Schutzmassnahme Baufeld D:
 Elastische Trennungen Bodenplatte und Aussenwände UG*

7. SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Es ist davon auszugehen, dass die als Emission verursachten Erschütterungen der Bahnstrecke über die erdberührten Aussenwände und von der Bodenplatte auf die Wohnräume bzw. deren Geschossdecken übertragen werden. Weitere Erschütterungsquellen z.B. infolge Strassenverkehrs können als nicht massgebend betrachtet werden.
- Die Erschütterungen infolge der Personen- und Güterzugvorbeifahrten sind für den Menschen spürbar. Der abgestrahlte Körperschall ist in den Wohnungen zum Teil gut hörbar und kann als störend wahrgenommen werden. Dies betrifft insbesondere das Baufeld D.
- Basierend auf den vor Ort durchgeführten Messungen und dem Prognosemodell liegen die berechneten Prognosewerte Erschütterungen / Körperschall unterhalb der Richtwerte der Weisung BEKS (Anforderungen hinsichtlich 'Belästigung'): Die Immissionsrichtwerte der «Weisung für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen (BEKS)» werden in allen Baubereichen eingehalten.
- Die Anforderungen an die Behaglichkeit und Wertschöpfung insbesondere in Anlehnung an die SIA 181 werden für Normalanforderungen (Wohnungen) im Allgemeinen eingehalten. Der empfohlene Zielwert für Wohnen an den abgestrahlten Körperschall wird im Baufeld D überschritten.
- In den Baubereichen A, B und C sind keine Massnahmen erforderlich. Bei hohen Komfortansprüchen / werden Wohnungen im Baufeld D geplant, so werden hier Massnahmen vorgeschlagen (u.a. Nutzung, Konstruktion und Komfortanforderungen für das Baufeld D noch nicht abschliessend definiert).
- Empfohlene Massnahmen Baufeld D:
 - Zur Dämmung der Körperschallimmissionen wird für das Baufeld D eine horizontale (elastische) Trennung der Bodenplatte im vorderen Gebäudebereich der Untergeschosse von der Sauberkeitsschicht sowie die vertikale Trennung der Aussenwände gegen die Bahnlinie hin empfohlen. Die Abstimmfrequenz der Lagerung hat auf einen Wert von < 15 Hz zu erfolgen. Der abgestrahlte Körperschallpegel von Bahnvorbeifahrten kann mit dieser Massnahme deutlich reduziert werden.
 - Empfehlung: Die Decken-Grundeigenfrequenzen für das Baufeld D sind zu überprüfen und - sofern technisch machbar und wirtschaftlich vertretbar – auf eine Grundeigenfrequenz von mind. 25 Hz auszulegen.

- **Für die gesamte Arealüberbauung wurden keine erhöht erschütterungsempfindlichen Nutzer und/oder Geräte ausgeschieden.**

Zürich, 26.04.2023
Rev. A, 31.08.2023



P. Fleischer
Dipl. Bauing. ETH/HTL/SIA/MSc Hazards

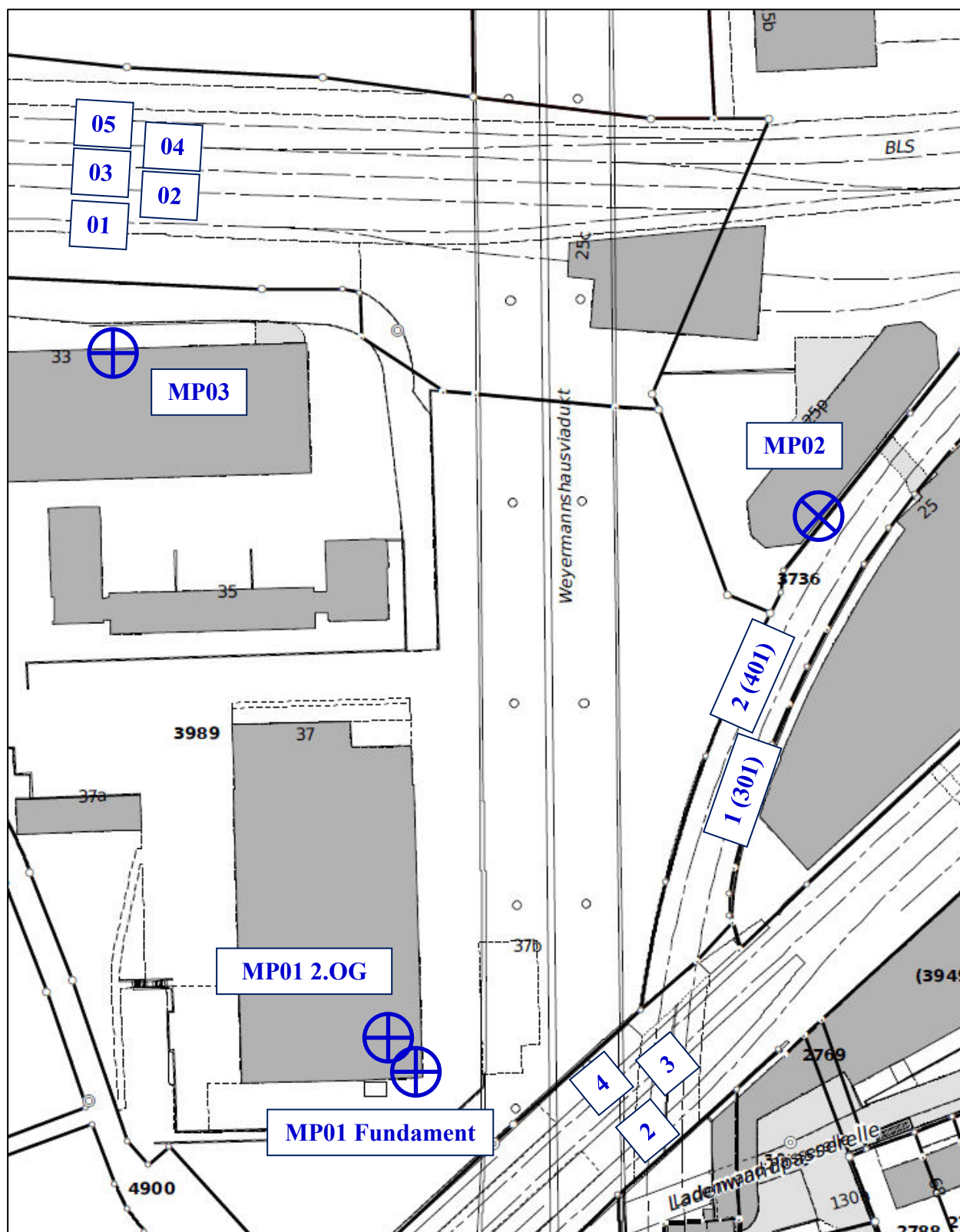
8. BEILAGENVERZEICHNIS

Beilage 1:	Übersicht Messpositionen
Beilage 2:	Fotos
Beilage 3:	Messprotokoll
Beilage 4:	Erschütterungsspektren
Beilage 5:	Kurzbeschreibung Messgeräte
Beilage 6:	Grundlagen / Theorie
Beilage 7:	Prognoseberechnungen

Beilage 1:

Übersicht Messpositionen

Übersicht Messpositionen



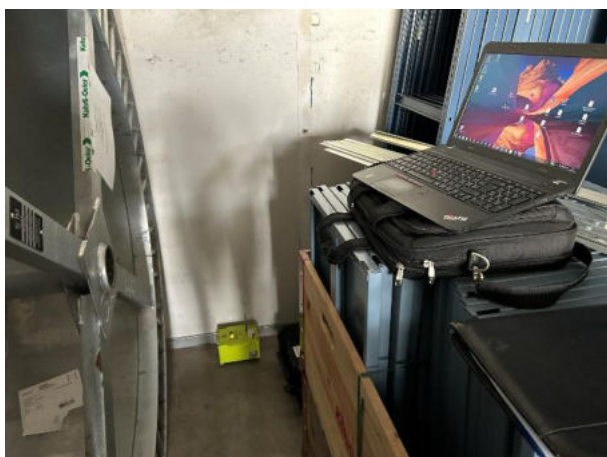
Beilage 2:

Fotos

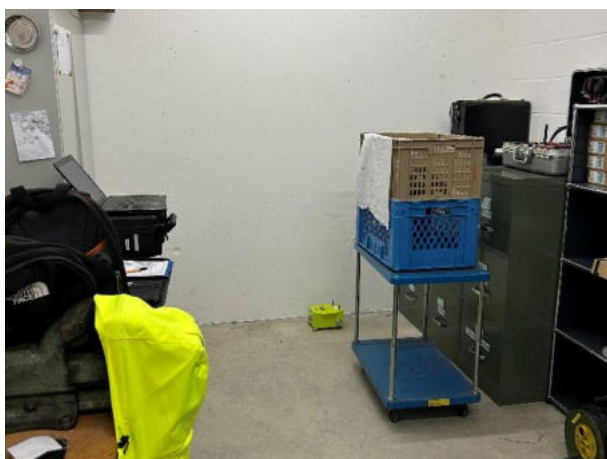
Fotos Messkampagne



Messpunkt MP01



Messpunkt MP02



Messpunkt MP03



Beilage 3:

Messprotokoll

MESSPROTOKOLL VOM 06.04.2023					Name: GS	Seite 1
Zug Nr.	Uhrzeit	Zug Richtung		Gleis Nr.	Zugs- typ	Bemerkungen (Zug, Anz. Wagen, etc.)
		Bern	Fribourg Belp			
1	10:24	x		401	PZ	
2	10:25		x	3	PZ	
3	10:34	x		4	PZ	
4	10:36		x	301	PZ	
5	10:38					Störgeräusche
6	10:38	x		401	PZ	
7	10:39	x		4	PZ	
8	10:45	x		401	PZ	
9	10:45	x		4	PZ	Nicht angehalten
10	10:49		x	301	PZ	
11	10:50	x		401	PZ	
12	10:50		x	3	PZ	
13	10:52	x		4	PZ	
14	10:52		x	301	PZ	
15	10:55	x		401	PZ	
16	10:55		x	3	PZ	Nicht angehalten
17	10:57		x	3	PZ	
18	11:04	x		4	PZ	
19	11:05		x	301	PZ	
20	11:08	x		401	PZ	
21	11:08		x	3	PZ	Nicht angehalten
22	11:08		x	301	PZ	
23	11:09	x		4	PZ	
24	11:12		x	3	PZ	Nicht angehalten
25	11:13		x	2	GZ	
26	11:15	x		401	PZ	
27	11:16		x	301	PZ	
28	11:18		x	4	PZ	
29	11:20		x	301	PZ	
30	11:20	x		401	PZ	
31	11:24	x		401	PZ	
32	11:24		x	3	PZ	
33	11:27	x		4	PZ	
34	11:32		x	3	PZ	
35	11:36		x	301	PZ	
36	11:37	x		4	PZ	
37	11:38		x	3	PZ	Nicht angehalten
38	11:38	x		401	PZ	
39	11:39		x	301	PZ	

MESSPROTOKOLL VOM 06.04.2023					Name: GS	Seite 2
Zug Nr.	Uhrzeit	Zug Richtung		Gleis Nr.	Zugs- typ	Bemerkungen (Zug, Anz. Wagen, etc.)
		Bern	Fribourg Belp			
40	11:40	x		4	PZ	
41	11:45	x		401	PZ	
42	11:45		x	301	PZ	
43	11:46	x		4	PZ	Nicht angehalten
44	11:48		x	3	PZ	
45	11:50	x		401	PZ	
46	11:50		x	301	PZ	
47	11:52	x		4	PZ	Nicht angehalten
48	11:53		x	3	PZ	
49	11:54	x		401	PZ	
50	12:04	x		4	PZ	
51	12:05		x	301	PZ	
52	12:09		x	301	PZ	
53	12:09	x		4	PZ	
54	12:09	x		401	PZ	
55	12:10		x	3	PZ	
56	12:12		x	3	PZ	Nicht angehalten
57	12:14	x		401	PZ	
58	12:16		x	301	PZ	
59	12:19		x	3	PZ	
60	12:20	x		401	PZ	
61	12:22		x	301	PZ	
62	12:22	x		4	PZ	Nicht angehalten
63	12:24	x		401	PZ	
64	12:25		x	3	PZ	
65	12:35		x	301	PZ	
66	12:35	x		4	PZ	
67	12:37		x	3	PZ	Nicht angehalten
68	12:39		x	301	PZ	
69	12:39	x		401	PZ	
70	12:40	x		4	PZ	
71	12:44		x	3	PZ	Nicht angehalten
72	12:45	x		401	PZ	
73	12:46	x		4	PZ	Nicht angehalten
74	12:47		x	301	PZ	
75	12:50		x	3	PZ	
76	12:50	x		401	PZ	
77	12:50		x	301	PZ	
78	12:52	x		4	PZ	

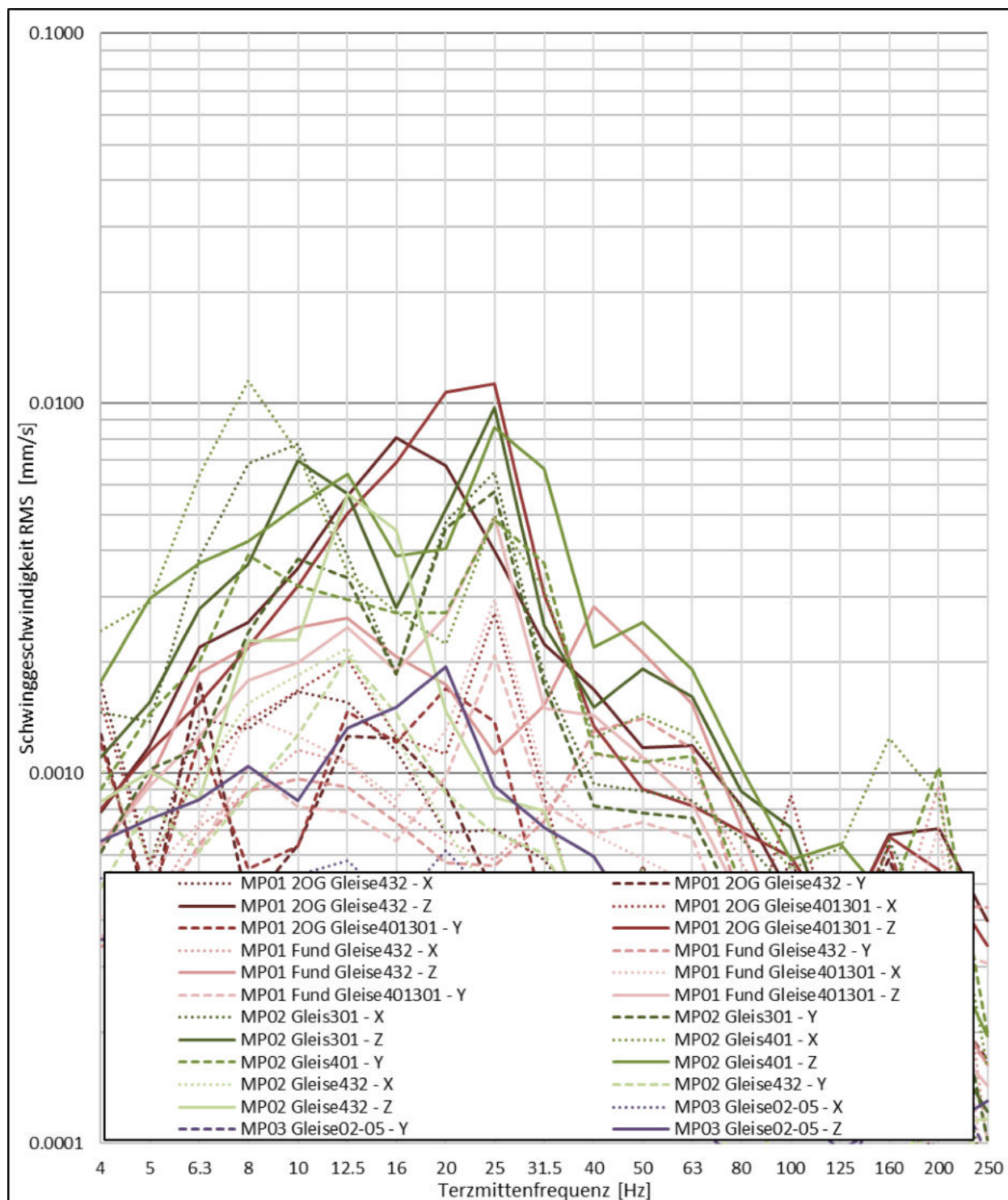
MESSPROTOKOLL VOM 06.04.2023					Name: GS		Seite 3
Zug Nr.	Uhrzeit	Zug Richtung		Gleis Nr.	Zugs- typ	Bemerkungen (Zug, Anz. Wagen, etc.)	
		Bern	Fribourg Belp				
79	12:54		x	3	PZ		
80	12:54	x		401	PZ		
81	12:56	x		401	GZ		
82	13:04	x		4	PZ		
83	13:06		x	301	PZ		
84	13:08	x		401	PZ		
85	13:09		x	3	PZ	Nicht angehalten	
86	13:09		x	301	PZ		
87	13:09	x		4	PZ		
88	13:11		x	3	PZ	Nicht angehalten	
89	13:15	x		401	PZ		
90	13:16		x	301	PZ		
91	13:18		x	3	PZ		
92	13:20		x	301	PZ		
93	13:21	x		401	PZ		
94	13:22	x		4	PZ	Nicht angehalten	
95	13:23		x	3	PZ		
96	13:25	x		401	PZ		

MESSPROTOKOLL VOM 06.04.2023					Name: PF / GS		Seite 4
Zug Nr.	Uhrzeit	Zug Richtung		Gleis Nr.	Zugs- typ	Bemerkungen (Zug, Anz. Wagen, etc.)	
		Bern	Kerzers				
1	12:52		x	0'04	PZ	hält an	
2	12:57		x	04	PZ		
3	12:58	x		05	PZ		
4	13:11	x		05	PZ	hält an	
5	13:12		x	04	PZ		
6	13:15		x	04	GZ	1 Lok	
7	13:21	x		05	PZ	hält an	
8	13:23		x	04	PZ		
9	13:27		x	3	GZ	Rangierlok	
10	13:37	x		05	PZ	hält an	
11	13:38		x	04	PZ		
12	13:44		x	02	GZ		
13	13:51	x		05	PZ		
14	13:54		x	04	PZ		
15	13:55	x		05	PZ		
16	13:56	x		02	GZ		
17	13:58		x	04	PZ		
18	14:01	x		05	PZ		
19	14:05	x		05	GZ		
20	14:09	x		05	PZ		
21	14:13		x	04	PZ		
22	14:20	x		05	PZ		
23	14:24		x	04	PZ		

Beilage 4:

Erschütterungs- und Körperschallmessungen: Ausgewählte Terzbandspektren

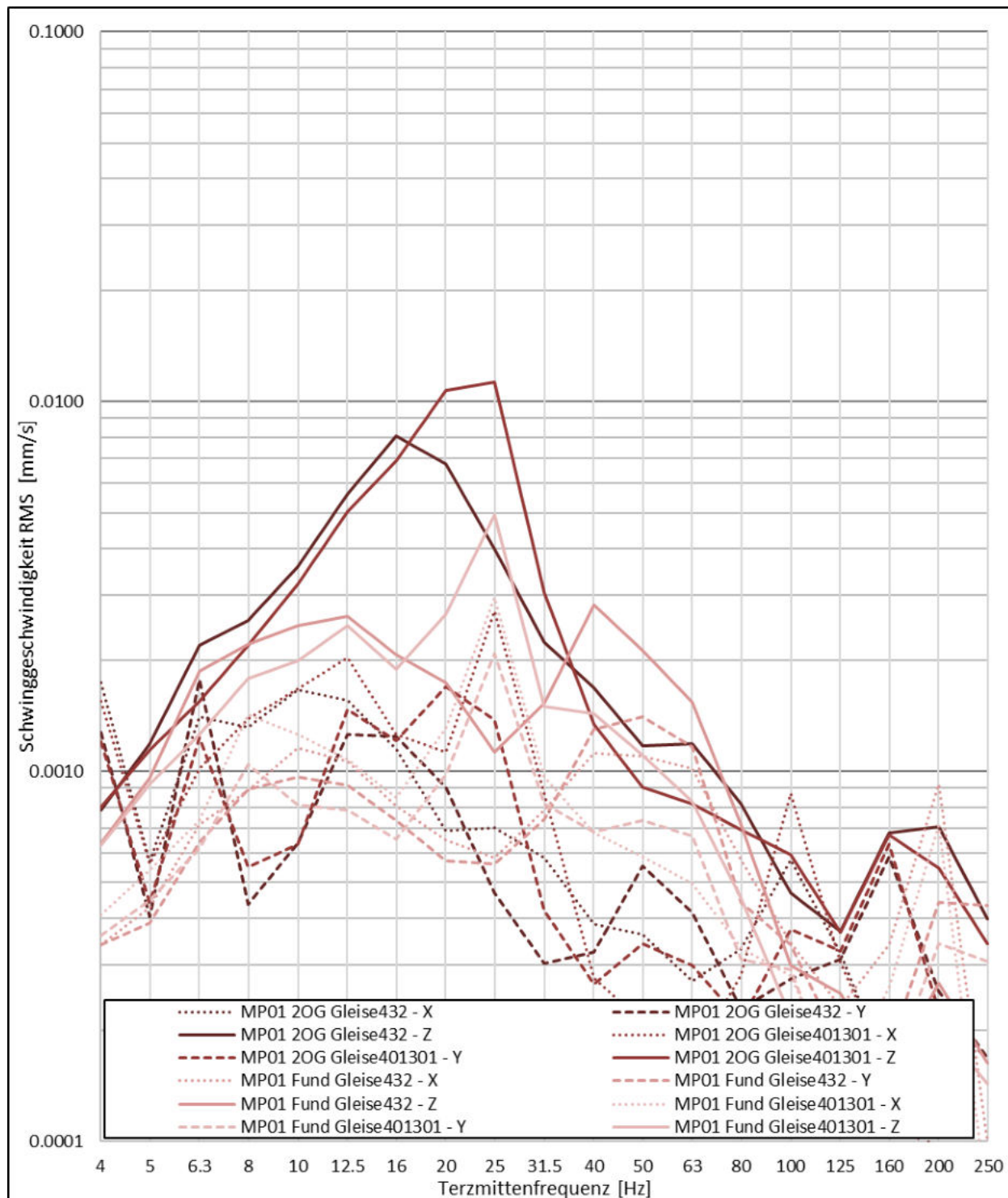
Erschütterungen: Terzbandspektren



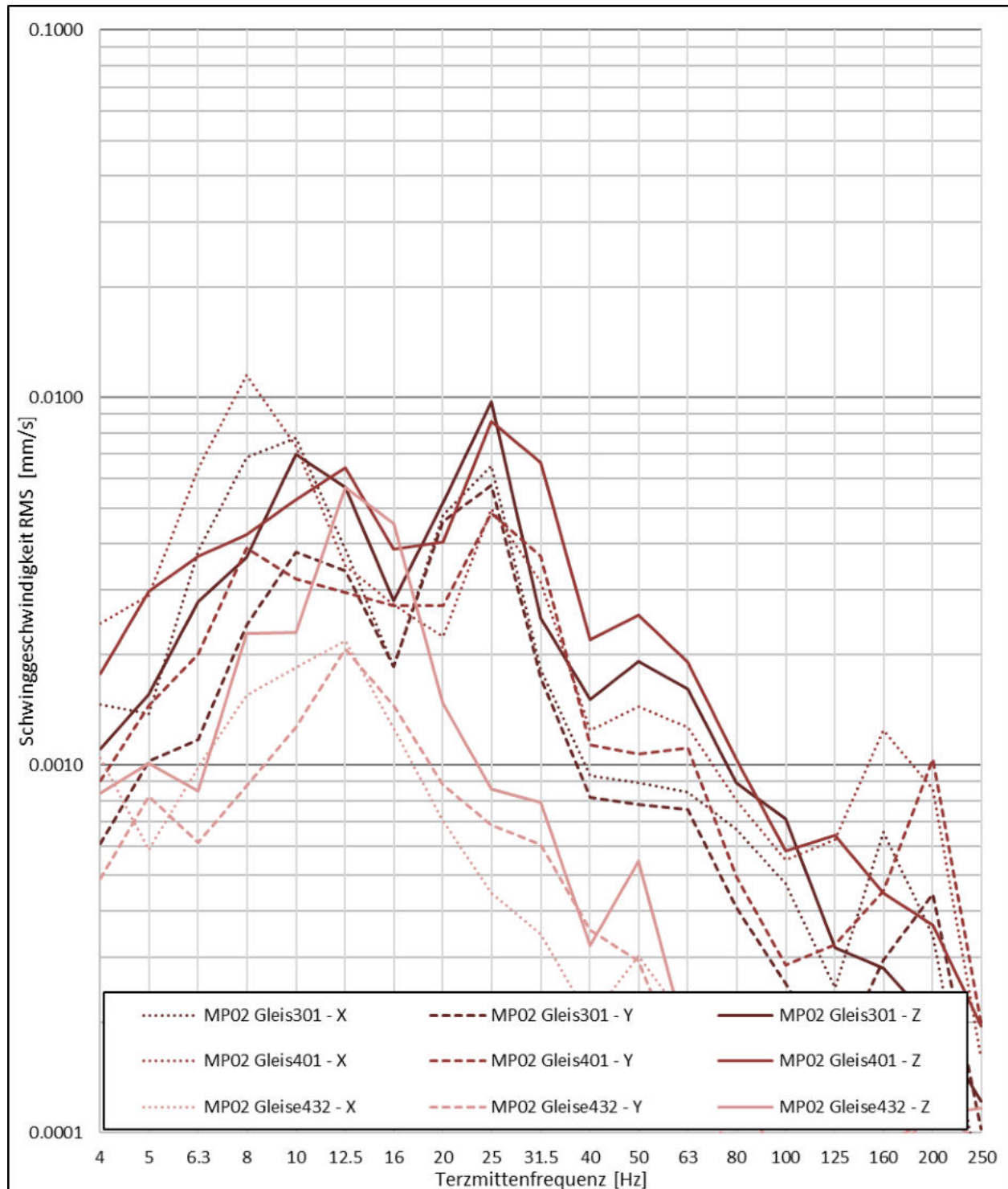
Erschütterungen: Terzbandspektren – Z-Richtung



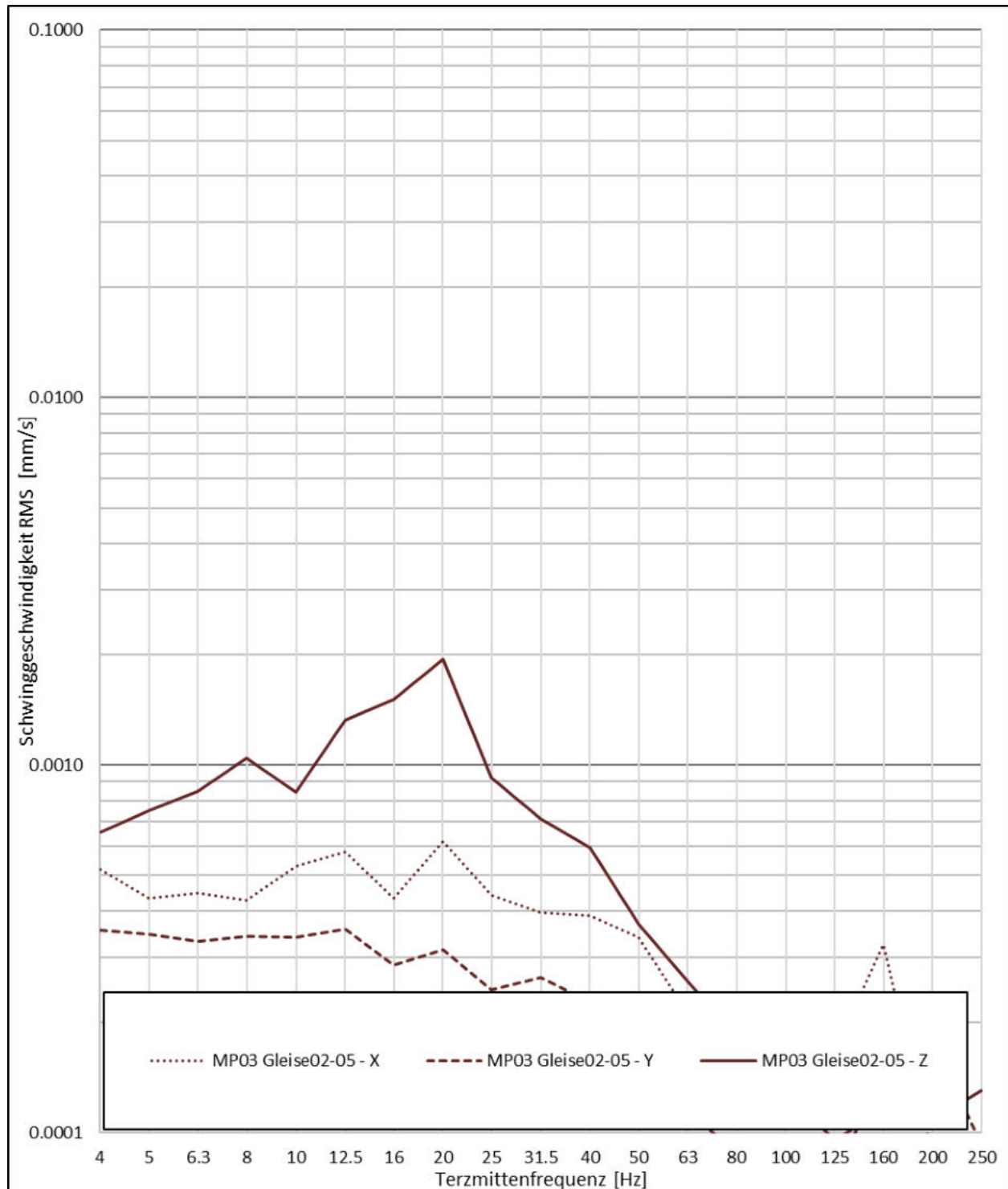
Erschütterungen: Terzbandspektren – MP01



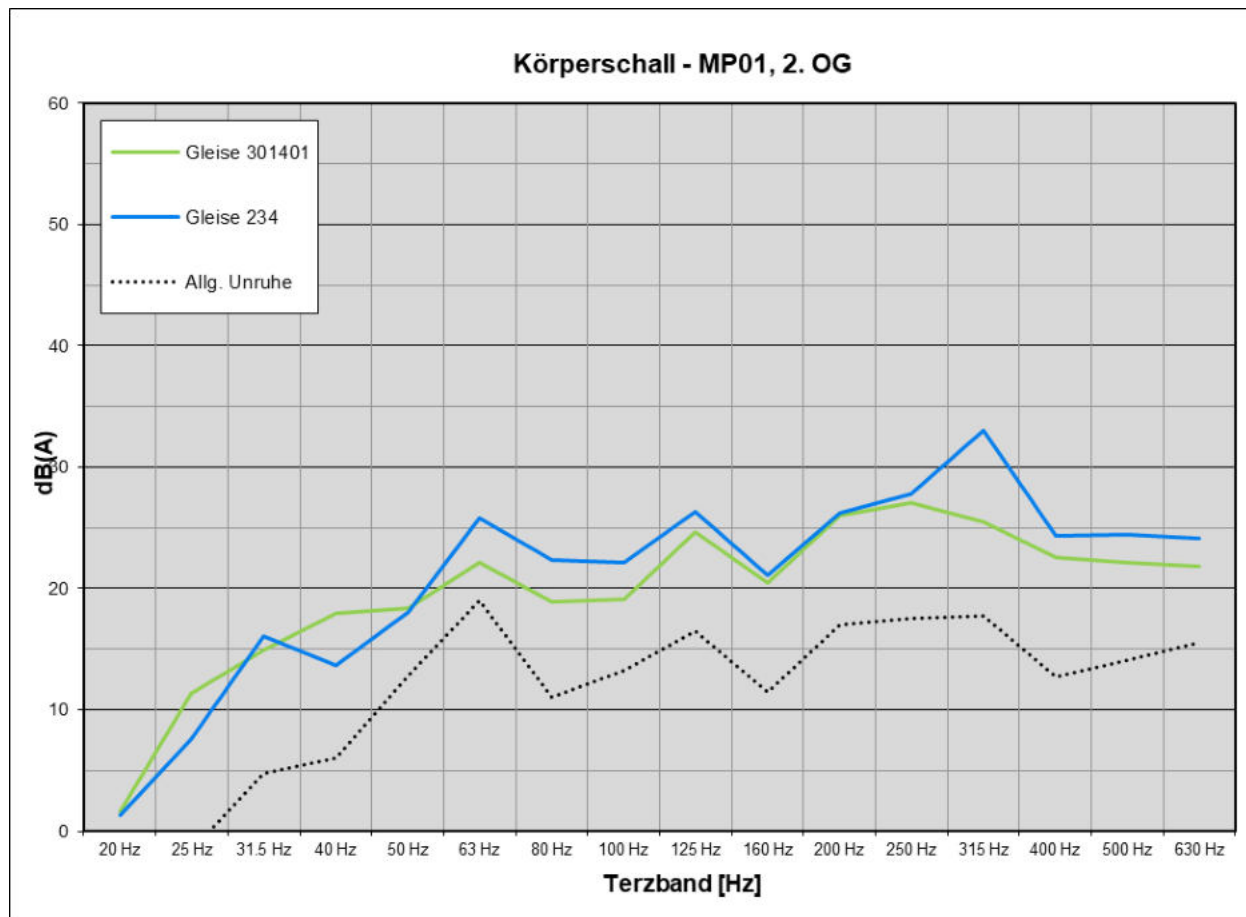
Erschütterungen: Terzbandspektren – MP02



Erschütterungen: Terzbandspektren – MP03



Abgestrahlter Körperschall: Terzbandspektren – MP01



Beilage 5:

Kurzbeschreibung Messgeräte

Messeinrichtung für Erschütterungsmessungen

Normalausrüstung Typ MENHIR CE, bestehend aus:

- elektronisches Erfassungsgerät mit dreikanaligem Seismometer, zur Messung der drei Schwingungsrichtungen X (horizontal, Kanal 1), Y (horizontal, Kanal 2) und Z (vertikal, Kanal 3):
 - Übertragung Seismometer → Erfassungsgerät: analog
 - Übertragung Erfassungsgerät → Lesestation: digital
- Seismometer mit einer schwinggeschwindigkeits-proportionalen Messspule, zur Erfassung der Schwinggeschwindigkeit in mm/s
- Digitale Speicherung der Messdaten auf SDHC Speicherkarte im Erfassungsgerät und in der Cloud
- Bedienung/Ablesung/Auswertung per PC/Laptop:
 - Integrieren (Schwingweg) / Differenzieren (Schwingbeschleunigung)
 - Mittelwertbildung (verschiedene Zeitkonstanten)
 - Frequenzanalysen (Schmalband / Terzband)
 - statistische Funktionen
 - grafische Auswertungen
 - usw.

Beilage 6:

Grundlagen / Theorie:

- Berechnung der Erschütterungsimmissionen**
- Schallpegel dB(A): Vergleichsgeräusche**

Berechnung der Erschütterungsimmissionen (DIN 4150-2)

Objektspezifische Zusammenfassung (nicht näher bezeichnete Abkürzungen: siehe Norm)

Erschütterungsimmissionen durch Schienenverkehr

Bei der Anwendung der DIN 4150-2 auf Schienenverkehr wird eine Einteilung der Zugsdurchfahrten in **Schichten „j“** empfohlen. Die Schichtung erfolgt so, dass je Gleis und vorkommender Zugsart (Güterzug, Reisezug, ...) eine Schicht gebildet wird. Diese Schichten werden je durch einen **Taktmaximal-Effektivwert** $KB_{FTm,j}$ beschrieben:

$$KB_{FTm,j} = \sqrt{\frac{1}{M_j} \sum_{i=1}^{M_j} KB_{FTi,j}^2}$$

Dabei ist:

M_j die Anzahl der durch die Schicht j während der Beurteilungszeit belegten Takte

Der $KB_{FTm,j}$ -Wert kann als schichttypische Grösse (Mittelwert) angesehen werden: eine typische Zugsdurchfahrt mit einem bestimmten Gleisabstand. Sie sagt aber nichts über die Anzahl der Zugsdurchfahrten aus. Liegt eine bestimmte Anzahl Messungen Z_j vor (mind. 5 Messungen pro Schicht j), so kann er folgenderweise bestimmt werden:

$$KB_{FTm,j} = \sqrt{\frac{1}{Z_j} \sum_{i=1}^{Z_j} KB_{FTi,j}^2}$$

Die **Beurteilungs-Schwingstärke** KB_{FTr} wird alsdann aus diesen Mittelwerten der einzelnen Schichten ($KB_{FTm,j}$) und der Anzahl der während der gesamten Beurteilungszeit in den einzelnen Schichten belegten Takte M_j (Anzahl der in der Beurteilungszeit fahrenden Züge dieser Schicht) nach folgender Gleichung berechnet:

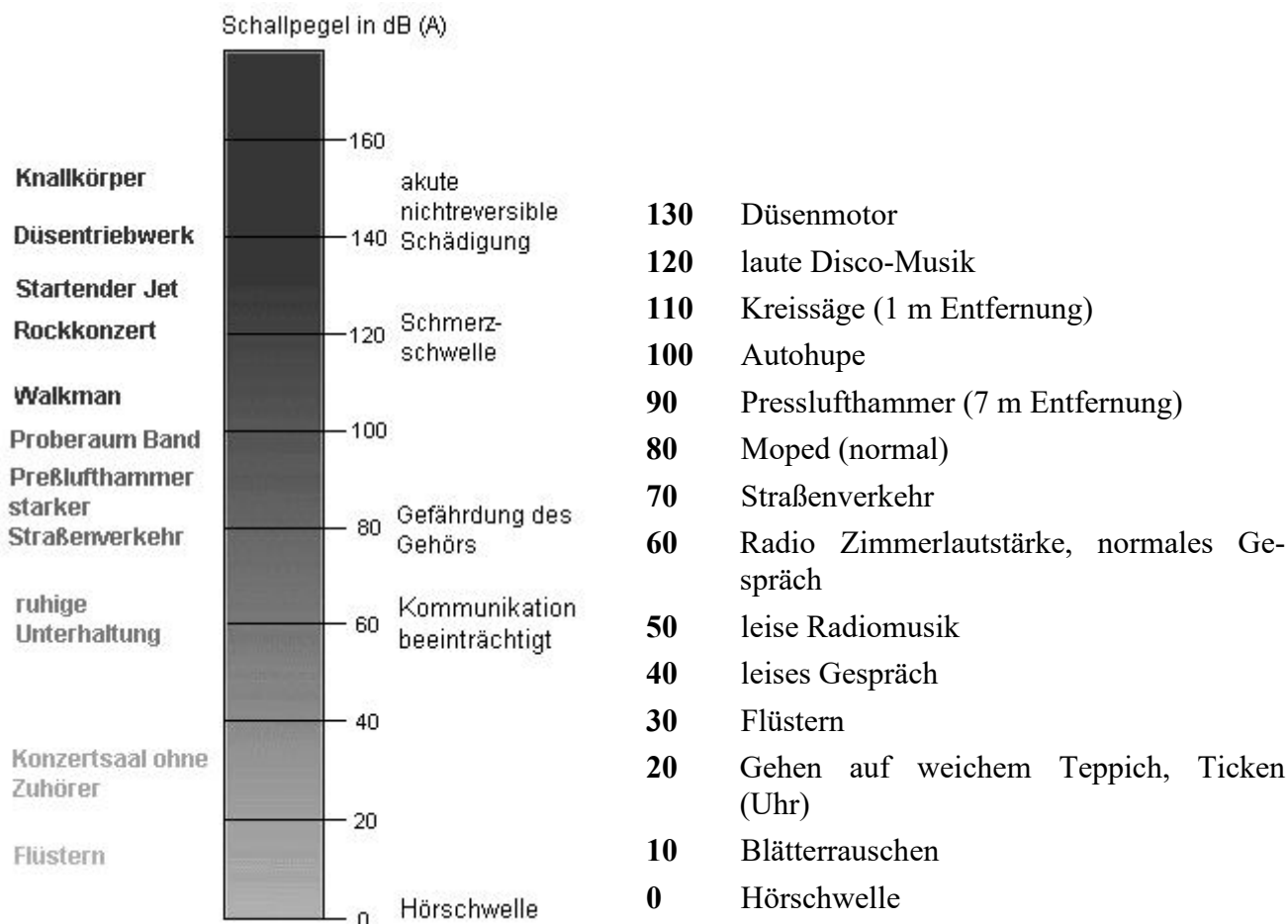
$$KB_{FTr} = \sqrt{\frac{1}{N_r} \sum_{j=1}^L M_j \cdot KB_{FTm,j}^2}$$

Dabei ist:

N_r die Anzahl der Takte im Beurteilungszeitraum (tags: $N_r = 1920$, nachts: $N_r = 960$)

L die Anzahl der unterschiedlichen Schichten

Schallpegel dB(A): Vergleichsgeräusche



Beilage 7:

VIBRA-2 Berechnungen

Gesamtbericht für Projekt: Stöckackerstrasse, Bern - Baufeld A

Zugtypen-Gruppe: TRIAG Nach ES-Norm: DIN 4150/2 Einflussbereich für Weichen: 10 / 50 m
Transferfaktoren-Gruppe: ZC Nach KS-Norm: BEKS

Gleise und Züge

Gleis	Name:	Strecke	Zug-Nr	Zugtyp	Fahrgeschw	Freq tags	Länge tags	Freq nachts	Länge nachts	Freq nachts max	
1	Gleis 01	Linie 220	1	PZ	Stöck MP03, Pz	77	6.9375	171.6216	2.25	155	4.5
1	Gleis 01	Linie 220	2	GZ	Stöck MP03, Gz	68	0.344	200.2122	0.3125	196	0.46875
2	Gleis 02	Linie 220	1	PZ	Stöck MP03, Pz	77	6.9375	171.6216	2.25	155	4.5
2	Gleis 02	Linie 220	2	GZ	Stöck MP03, Gz	68	0.344	200.2122	0.3125	196	0.46875
Summe:						14.56		5.13		9.9	

Gebäude, Gleise und Weichen

Gebäude	Name:	Ort	Gleis	Kommentar	Distanz	Ausbreitung	Weiche etc.	Distanz	Boden	Gleisolation	D	VB
1	Baufeld A	Stöckackerstrasse,	1		16	ZC-Modell	NULL	0	NULL	NULL	0	300
			2		20	ZC-Modell	NULL	0	NULL	NULL	0	300

Gebäude und Räume

Gebäude	Name	Ort	Ankoppplung	Gebäudeisolation	Nr.	Raum	Geschossdecke	KS-Typ	ES-GW-Gruppe und -Zone		KS-GW-Gruppe und -Zone	
1	Baufeld A	Stöckackerstrasse,	NULL	NULL	1	Raum 01	DB Decke 12 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	2	Raum 02	DB Decke 16 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	3	Raum 03	DB Decke 20 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	4	Raum 04	DB Decke 25 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	5	Raum 05	DB Decke 32 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	6	Raum 06	DB Decke 40 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ

VIBRA-2: Erschütterungs- und Körperschall-Immissionen

Projekt: Stöckackerstrasse, Bern - Baufeld A

Datum: 17.04.2023

Nach ES-Norm: DIN 4150/2

Nach KS-Norm: BEKS

	Erschütterung				Körperschall				Vorbeifahrtszeit			
	Tag		Nacht		Tag		Nacht		Tag		Nacht	
	KBF-95%	KBFtr	KBF-95%	KBFtr	Leq 95% (1Z): dBA	Leq (16h): dBA	Leq 95% (1Z): dBA	Leq (1h): dBA	Vbf-max: s	Vbf-mittel: s	Vbf-max: s	Vbf-mittel: s
Baufeld A												
Raum 01	0.051	0.008	0.051	0.005	30.9	9.5	30.9	7.9	13.6	11.1	13.4	10.6
Raum 02	0.059	0.010	0.059	0.006	31.0	9.6	31.0	8.0	13.6	11.1	13.4	10.6
Raum 03	0.065	0.010	0.065	0.006	31.1	9.7	31.1	8.1	13.6	11.1	13.4	10.6
Raum 04	0.039	0.006	0.039	0.004	31.2	9.8	31.2	8.2	13.6	11.1	13.4	10.6
Raum 05	0.033	0.005	0.033	0.003	31.5	10.1	31.5	8.5	13.6	11.1	13.4	10.6
Raum 06	0.031	0.005	0.031	0.003	32.0	10.7	32.0	9.1	13.6	11.1	13.4	10.6

Gesamtbericht für Projekt: Stöckackerstrasse, Bern - Baufeld C

Zugtypen-Gruppe: TRIAG Nach ES-Norm: DIN 4150/2 Einflussbereich für Weichen: 10 / 50 m
Transferfaktoren-Gruppe: ZC Nach KS-Norm: BEKS

Gleise und Züge

Gleis	Name:	Strecke	Zug-Nr	Zugtyp	Fahrgeschw	Freq tags	Länge tags	Freq nachts	Länge nachts	Freq nachts max	
1	Gleis 4	Linie 250	1	PZ	Stöck MP01, Pz	100.7778	10.125	197.462	2.625	149.5905	5.25
1	Gleis 4	Linie 250	2	GZ	Stöck MP01, Gz	85	0.3135	172.4561	0.5625	234	0.84375
2	Gleis 3	Linie 250	1	PZ	Stöck MP01, Pz	100.7778	10.125	197.462	2.625	149.5905	5.25
2	Gleis 3	Linie 250	2	GZ	Stöck MP01, Gz	85	0.3135	172.4561	0.5625	234	0.84375
3	Gleis 401	Linie 298	1	PZ	Stöck MP02, Pz	54	10.1565	125.3702	2.5625	103.5756	5.125
3	Gleis 401	Linie 298	2	GZ	Stöck MP02, Gz	47	0.1875	68	0.125	68	0.1875
4	Gleis 301	Linie 298	1	PZ	Stöck MP02, Pz	54	10.1565	125.3702	2.5625	103.5756	5.125
4	Gleis 301	Linie 298	2	GZ	Stöck MP02, Gz	47	0.1875	68	0.125	68	0.1875
Summe:							41.56		11.75		22.8

Gebäude, Gleise und Weichen

Gebäude	Name:	Ort	Gleis	Kommentar	Distanz	Ausbreitung	Weiche etc.	Distanz	Boden	Gleisolation	D	VB
4	Baufeld C	Bern	1		18	ZC-Modell	NULL	0	NULL	NULL	0	300
			2		22	ZC-Modell	NULL	0	NULL	NULL	0	300
			3		45	ZC-Modell	NULL	0	NULL	NULL	0	300
			4		49	ZC-Modell	NULL	0	NULL	NULL	0	300

Gebäude und Räume

Gebäude	Name	Ort	Ankoppplung	Gebäudeisolation	Nr.	Raum	Geschossdecke	KS-Typ	ES-GW-Gruppe und -Zone	KS-GW-Gruppe und -Zone		
4	Baufeld C	Bern	NULL	NULL	1	Raum 01	DB Decke 12 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	2	Raum 02	DB Decke 16 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	3	Raum 03	DB Decke 20 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	4	Raum 04	DB Decke 25 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	5	Raum 05	DB Decke 32 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	6	Raum 06	DB Decke 40 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ

VIBRA-2: Erschütterungs- und Körperschall-Immissionen

Projekt: Stöckackerstrasse, Bern - Baufeld C

Datum: 17.04.2023

Nach ES-Norm: DIN 4150/2

Nach KS-Norm: BEKS

	Erschütterung				Körperschall				Vorbeifahrtszeit			
	Tag		Nacht		Tag		Nacht		Tag		Nacht	
	KBF-95%	KBFtr	KBF-95%	KBFtr	Leq 95% (1Z): dBA	Leq (16h): dBA	Leq 95% (1Z): dBA	Leq (1h): dBA	Vbf-max: s	Vbf-mittel: s	Vbf-max: s	Vbf-mittel: s
Baufeld C												
Raum 01	0.185	0.027	0.185	0.017	29.5	8.6	29.5	6.6	11.4	10.7	12.9	9.5
Raum 02	0.159	0.021	0.159	0.014	29.7	8.8	29.7	6.8	11.4	10.7	12.9	9.5
Raum 03	0.126	0.016	0.126	0.011	29.9	9.1	29.9	7.1	11.4	10.7	12.9	9.5
Raum 04	0.102	0.014	0.102	0.009	30.3	9.5	30.3	7.5	11.4	10.7	12.9	9.5
Raum 05	0.113	0.013	0.113	0.009	30.9	10.1	30.9	8.1	11.4	10.7	12.9	9.5
Raum 06	0.152	0.015	0.152	0.011	32.4	11.7	32.4	9.6	11.4	10.7	12.9	9.5

Gesamtbericht für Projekt: Stöckackerstrasse, Bern - Baufeld D

Zugtypen-Gruppe: TRIAG Nach ES-Norm: DIN 4150/2 Einflussbereich für Weichen: 10 / 50 m
Transferfaktoren-Gruppe: ZC Nach KS-Norm: BEKS

Gleise und Züge

Gleis	Name:	Strecke	Zug-Nr	Zugtyp	Fahrgeschw	Freq tags	Länge tags	Freq nachts	Länge nachts	Freq nachts max	
1	Gleis 01	Linie 220	1	PZ	Stöck MP03, Pz	77	6.9375	171.6216	2.25	155	4.5
1	Gleis 01	Linie 220	2	GZ	Stöck MP03, Gz	68	0.344	200.2122	0.3125	196	0.46875
2	Gleis 02	Linie 220	1	PZ	Stöck MP03, Pz	77	6.9375	171.6216	2.25	155	4.5
2	Gleis 02	Linie 220	2	GZ	Stöck MP03, Gz	68	0.344	200.2122	0.3125	196	0.46875
3	Gleis 401	Linie 298	1	PZ	Stöck MP02, Pz	101	10.1565	125.3702	2.5625	103.5756	5.125
3	Gleis 401	Linie 298	2	GZ	Stöck MP02, Gz	85	0.1875	68	0.125	68	0.1875
4	Gleis 301	Linie 298	1	PZ	Stöck MP02, Pz	101	10.1565	125.3702	2.5625	103.5756	5.125
4	Gleis 301	Linie 298	2	GZ	Stöck MP02, Gz	85	0.1875	68	0.125	68	0.1875
Summe:							35.25		10.5		20.6

Gebäude, Gleise und Weichen

Gebäude	Name:	Ort	Gleis	Kommentar	Distanz	Ausbreitung	Weiche etc.	Distanz	Boden	Gleisolation	D	VB
4	Baufeld D	Bern	1		10	ZC-Modell	NULL	0	NULL	NULL	0	300
			2		14	ZC-Modell	NULL	0	NULL	NULL	0	300
			3		10	ZC-Modell	NULL	0	NULL	NULL	0	300
			4		14	ZC-Modell	NULL	0	NULL	NULL	0	300

Gebäude und Räume

Gebäude	Name	Ort	Ankoppplung	Gebäudeisolation	Nr.	Raum	Geschossdecke	KS-Typ	ES-GW-Gruppe und -Zone		KS-GW-Gruppe und -Zone	
4	Baufeld D	Bern	NULL	NULL	1	Raum 01	DB Decke 12 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	2	Raum 02	DB Decke 16 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	3	Raum 03	DB Decke 20 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	4	Raum 04	DB Decke 25 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	5	Raum 05	DB Decke 32 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ
			NULL	NULL	6	Raum 06	DB Decke 40 Hz	ZC 2010	Standard	Z3	PRW	MZ

VIBRA-2: Erschütterungs- und Körperschall-Immissionen

Projekt: Stöckackerstrasse, Bern - Baufeld D

Datum: 17.04.2023

Nach ES-Norm: DIN 4150/2

Nach KS-Norm: BEKS

	Erschütterung				Körperschall				Vorbeifahrtszeit			
	Tag		Nacht		Tag		Nacht		Tag		Nacht	
	KBF-95%	KBFtr	KBF-95%	KBFtr	Leq 95% (1Z): dBA	Leq (16h): dBA	Leq 95% (1Z): dBA	Leq (1h): dBA	Vbf-max: s	Vbf-mittel: s	Vbf-max: s	Vbf-mittel: s
Baufeld D												
Raum 01	0.286	0.069	0.286	0.036	38.9	17.9	38.9	16.1	13.6	9.0	13.4	8.6
Raum 02	0.211	0.051	0.211	0.027	39.0	18.0	39.0	16.2	13.6	9.0	13.4	8.6
Raum 03	0.195	0.047	0.195	0.025	39.0	18.1	39.0	16.3	13.6	9.0	13.4	8.6
Raum 04	0.246	0.057	0.246	0.030	39.2	18.5	39.2	16.6	13.6	9.0	13.4	8.6
Raum 05	0.187	0.043	0.187	0.022	39.4	18.9	39.4	17.0	13.6	9.0	13.4	8.6
Raum 06	0.135	0.032	0.135	0.017	39.9	19.3	39.9	17.4	13.6	9.0	13.4	8.6



H Synaxis AG Zürich, Entwicklung Ausserholligen VI, Projekt Ville Verte, Bericht zur Gewährleistung der Durchflusskapazität des Grundwassers, 29. September 2021

Ewb Bern

Löwenstrasse 51
8001 Zürich

Entwicklung Ausserholligen VI

Projekt Ville Verte

Bericht zur Gewährleistung der Durchflusskapazität des
Grundwassers

29. September 2021

Impressum

Auftraggeber

Halter AG

Europaplatz 1A, 3008 Bern

Bauingenieur

Synaxis AG Zürich

Thurgauerstrasse 56, 8050 Zürich

Verfasser

Carlo Bianchi

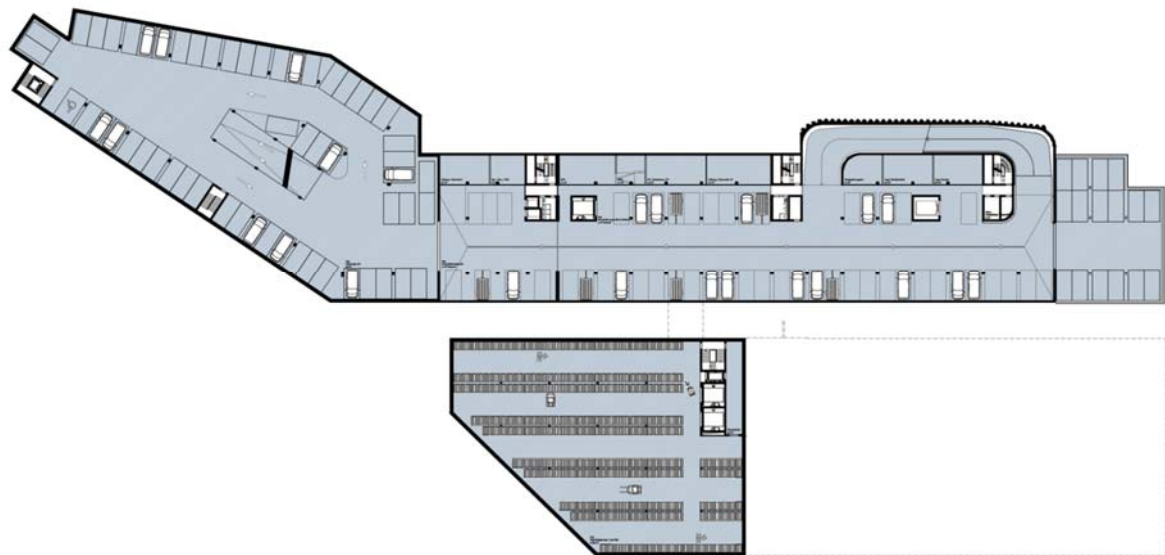
Dokument-Nr.

7347-011

1 Einleitung

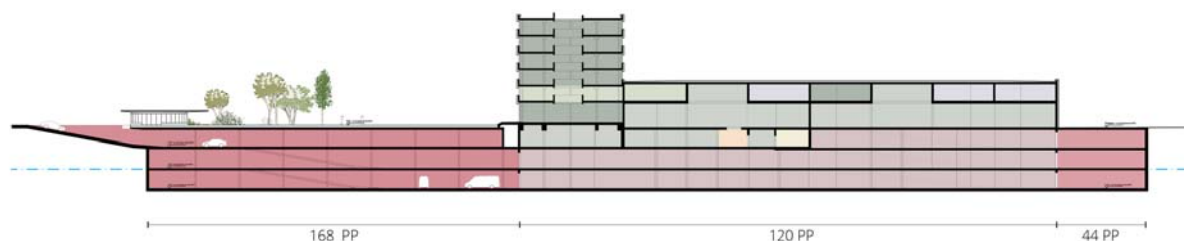
1.1 Ausgangslage

Das Team um Halter AG hat im Rahmen der Gesamtleistungs-Studie für die Entwicklung Ausserholligen VI ein Projekt entwickelt, das verschiedene Hochhäuser sowie auch unterirdische Bauten vorsieht. Dazu gehören auch verschiedene Gebäudeteile des Baufelds A, welche unter den mittleren Grundwasserspiegel reichen. Dazu gehören das 3. UG der neuen Garage und das Palettenlager des Logistikbereichs. Die beiden Baubereiche binden 4m bzw. 7m ins Grundwasser ein. Die Bauherrschaft verlangt eine Bestätigung, dass die vorgeschlagene Lage und Tiefe des **3.UG/ESH im Westen von BB A unter dem mittleren GWSp (537.50 müM)** machbar ist.



Die neue Tiefgarage stellt dabei eine Erweiterung der bestehenden Tiefgarage nach Westen und Osten dar. Ihre Höhenlage ist mit dem Bestand identisch. UK Bodenplatte liegt dabei ca. auf Koten 533.90 müM und damit rund 3.6m unter dem mittleren GWSp. Als Baugrubenabschlüsse sind unterhalb des Grundwasserspiegels rückverankerte Spundwände vorgesehen, welche vollständig rückgezogen werden.

- Unterwerk
- Verkehrsfläche
- Parking Bestand
- Parking Neubau
- Werkstätten Büro
- Werkstätten
- Büro Dritte
- Multifunktionsbereich



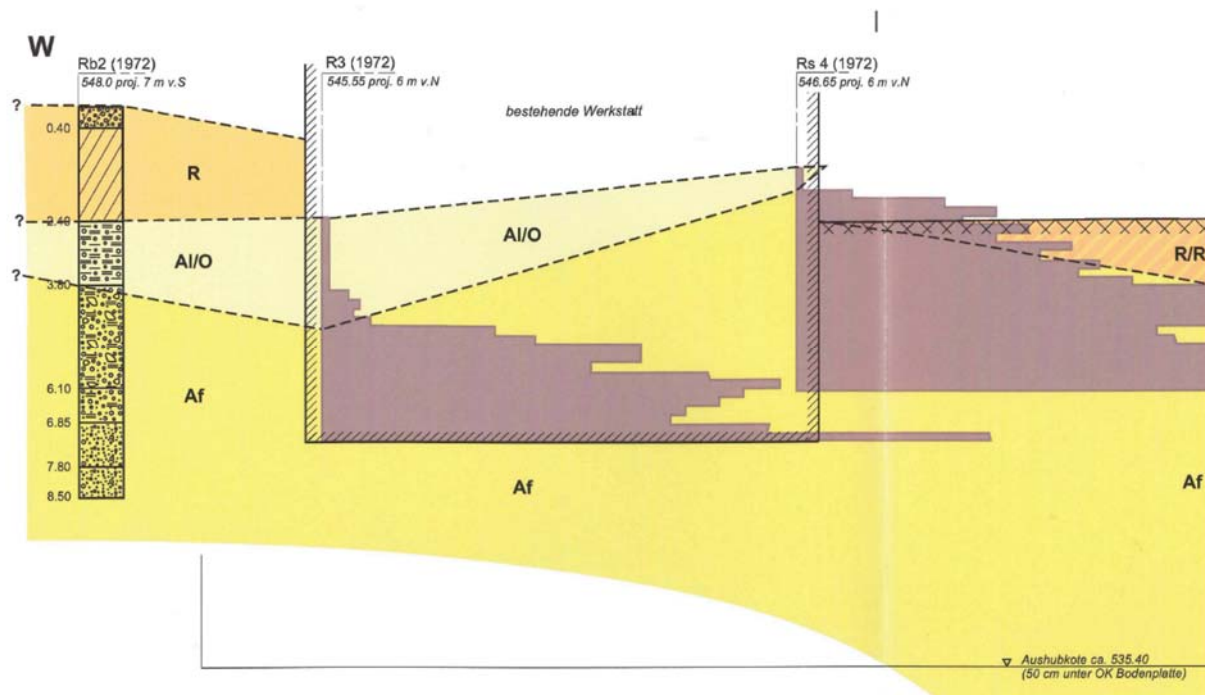
Der Logistikbereich als Teil des 2.UG reicht dagegen noch tiefer. So liegt UK Bodenplatte bei ca. 531.80 müM und damit rund 6.7m unter dem mittleren GWSp.



2 Hydrologische Verhältnisse und Baugrundverhältnisse

Gemäss dem geologischen Bericht Nr. 03147.2 von Geotest vom 2. April 2004 zum Neubau des bestehenden Betriebsgebäudes der EWB ist zu entnehmen, dass das Areal Holligen gemäss Grundwasserschutzkarte im Gewässerschutzbereich für unterirdische Gewässer Au liegt. Relevant sind dabei die mächtigen Feldschotter (Af), welche als Grundwasserleiter wirken. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt gemäss Bericht im Bereich von 537.5 müM, während für den Höchsthochwasserspiegel ein Bemessungswert von 539.0 müM genannt wird.

Dabei ist folgender Schichtaufbau zu erwarten. Das unten dargestellte Schichtprofil entstammt aus dem Schnitt B-B des erwähnten geologischen Berichts und deckt die relevante westliche Seite zur neu geplanten Einstellhalle ab. Die Darstellung deutet an, dass sich die neue unterirdische Erweiterung



Schichtbezeichnung	Lage der Schichtobergrenze [m ü. M.]		Materialbeschreibung
	Westbereich	Ostbereich	
R	545.6	545.4	obere Auffüllung / Koffermaterial: Sand und Kies, z. T. leicht siltig, mit vereinzelt Steinen
R'	nicht vorhanden	544.1 – 544.6	untere Auffüllung / Baugrubenaushub: tonig-siltiger Kies und Sand oder leicht toniger Silt, steif
Al/O	545.6 – 546.6	543.2 – 543.9	Seeablagerungen: Wechsellagerungen aus Sand und Silt/Ton, z. T. mit organischem Material; Lagen von Torf
As	nicht vorhanden	542.4 – 540.7	eiszeitliche Seeablagerungen: weicher bis mittelsteifer toniger Silt bis magerer Ton mit vereinzelt Sandbändern, im Übergangsbereich mit (wenig) Kies
Af	541.9 – 546.2	543.4 – 533.6	Felderschotter: Kies mit wechselnden Anteilen an Sand, Silt und Steinen, z. T. leicht tonig oder sauberem bis siltigem Sand mit wechselnden Anteilen an Kies, leicht siltig bis siltig
M	nicht erreicht	nicht erreicht	Grundmoräne der Würmzeit: Kies, sandig bis stark sandig, vorwiegend siltig, Sand mit wechselnden Anteilen aus Kies, Silt und Ton, toniger Silt, toniger Kies mit Sand (gem. GEOTEST-Bericht 03147.1)

Die im Profilschnitt am unteren Rand erkennbare Linie entspricht der damaligen Aushubkote und deckt sich auch annähernd mit dem vorgesehenen Aushubniveau von ca. 533.9 müM.

Für die Feldschotter als relevante Schichtung wurden 2004 mit Absenkversuchen folgende Durchlässigkeiten gemessen:

Tabelle 3: Absenkversuche im Bohrloch nach Lefranc

Schicht	Bohrung	Tiefe [m]	gemessene Durchlässigkeit (k-Wert) [m/s]
Af	Kb 1-04	13.65 – 14.65	2.5×10^{-6} ¹
Af	Kb 3-04	11.8 – 12.6	4.5×10^{-4}
Af	Kb 4-04	10.2 – 11.2	2.9×10^{-4}
Af	Kb 5-04	9.9 – 10.6	1.2×10^{-4}

Gemäss dem Bericht von Geotest von 2004 ist das hydraulische Gefälle des Grundwasserspiegels gering und beträgt vom West- zum Ostende des bestehenden Betriebsgebäudes nur 10cm.

3 Nachweis der Einhaltung der Durchflussskapazität

3.1 Vorschriften und Parameter für Nachweise

Gemäss dem Merkblatt des Kantons Bern für Bauten im Grundwasser darf die Durchflussskapazität für Bauten im Gewässerschutzbereich Au nicht eingeschränkt werden. Für das Baufeld A gilt der Fall 6 des Merkblatts. Gemäss dem geologischen Bericht gelten folgende Parameter:

Um die Durchflussskapazität von West nach Ost auch zukünftig zu gewährleisten, ist im Rahmen des aktuellen Planungsstands und der noch bevorstehenden ergänzenden geologischen Untersuchungen der Einbau eines sehr durchlässigen Sickerteppichs von 20-30cm unter der Bodenplatte sowie einer durchlässigen Hinterfüllung der Aussenwände vorgesehen.

- HW-Grundwasser 549.00 müM
- Hydraulisches Gefälle (ca. 0.1m auf 100m) 0.001
- k_1 = k-Wert Feldschotter 3×10^{-4} m/s
- k_2 = k-Wert Sickerkiesmischung unter Bodenplatte: 2×10^{-2} m/s
- k_3 = k-Wert Sickerkiesmischung Hinterfüllung: 1×10^{-3} m/s

3.2 Nachweise

Ohne Massnahmen kommt es durch den Bau der Untergeschosse, der Fundamentvertiefungen und der Pfählungen sowie der lokal im Boden verbleibenden Spundwände zu einer Reduktion der Grundwasserdurchflusskapazität.

Zur Betrachtung des Einflusses des Bauvorhabens auf die Grundwasserdurchflusskapazität wurde der Berechnungsquerschnitt mit der grössten Breite quer zur West-Ost-Fließrichtung und damit dem grössten Einfluss gewählt.

Neubau Einstellhalle

Dieser Berechnungsquerschnitt umfasst die maximale Breite von ca. 33m des 3. Untergeschosses.

UK Bodenplatte: 533.9 müM

UK Sickerteppich: 533.7 müM (Annahme: Schichtstärke 20cm)

HW-Grundwasser: 539.0 müM

A1=Querschnitt des durchflossenen Baugrundkörpers: = 33m x 5.3m = 174.9m²

A2=Querschnitt Sickerteppich = 33m x 0.2m = 6.6m²

A3=Querschnitt der Hinterfüllung = 5.3m x 1m x 2 = 10.6m²

Es soll gelten: $A1 \times k1 \leq A2 \times k2 + A3 \times k3$

$174.9\text{m}^2 \times 3 \times 10^{-4} = 0.05247 \text{ m}^3/\text{s}$

$6.6\text{m}^2 \times 2 \times 10^{-2} + 10.6\text{m}^2 \times 1 \times 10^{-3} = 0.1426 \text{ m}^3/\text{s}$

0.05247 << 0.1426 (Nachweis deutlich erbracht, Durchflusskapazität erheblich grösser)

Neubau Logistikgebäude:

Dieser Berechnungsquerschnitt umfasst die maximale Breite von ca. 35m, quer zur West-Ost-Ausdehnung des Gebäudes gemessen.

UK Bodenplatte: 531.8 müM

UK Sickerteppich: 531.5 müM (Annahme: Schichtstärke 30cm)

HW-Grundwasser: 539.0 müM

A1=Querschnitt des durchflossenen Baugrundkörpers: = 35m x 7.5m = 262m²

A2=Querschnitt Sickerteppich = 35m x 0.3m = 10.5m²

A3=Querschnitt der Hinterfüllung = 7.5m x 1m x 2 = 15m²

Es soll gelten: $A1 \times k1 \leq A2 \times k2 + A3 \times k3$

$262\text{m}^2 \times 3 \times 10^{-4} = 0.0786 \text{ m}^3/\text{s}$

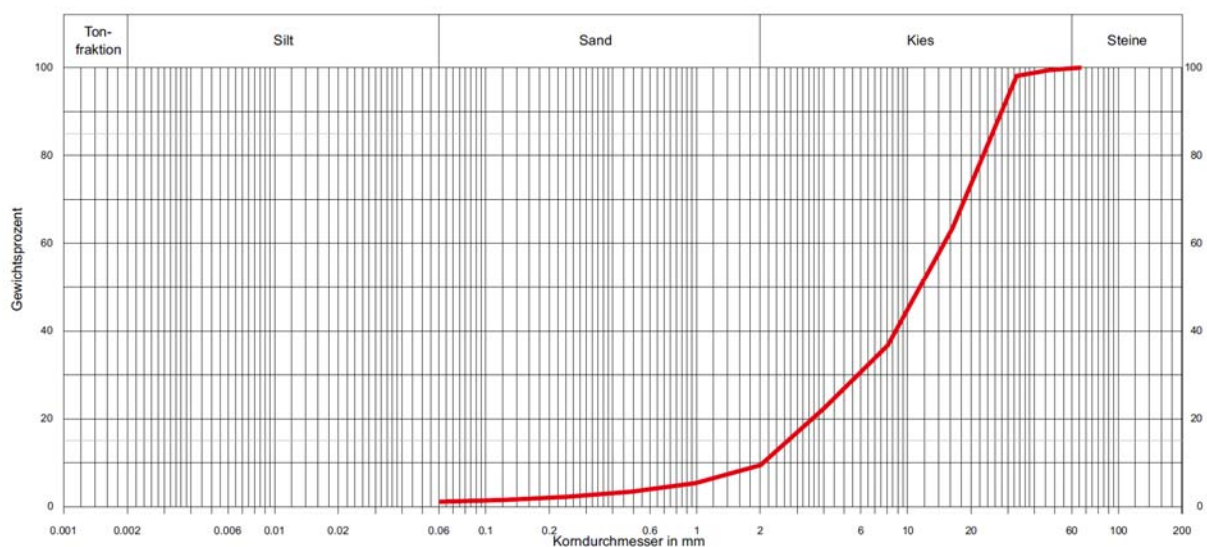
$10.5\text{m}^2 \times 2 \times 10^{-2} + 15\text{m}^2 \times 1 \times 10^{-3} = 0.225 \text{ m}^3/\text{s}$

0.0786 << 0.225 (Nachweis deutlich erbracht, Durchflusskapazität erheblich grösser)

3.3 Beschrieb der Ersatzmassnahmen zur Gewährleistung der Durchflussskapazität

Zur vollständigen Kompensation der Reduktion der Grundwasserdurchflussskapazität, welche sich durch den Einbau der Untergeschosse und der Fundationspfähle ergibt, sind folgende Ersatzmassnahmen vorgesehen. Anpassungen können sich nach Vorliegen der geplanten Baugrunduntersuchungen ergeben.

- Allseitiger Einbau einer durchlässigen Hinterfüllung (Arbeitsraum 100 cm) bis HW 539.0 müM mit Sickerkiesmischung mit $k = 1 \times 10^{-3}$ m/s
- Einbau von Sicker Teppichen mit Sickerkiesmischung gemäss nachfolgender Siebkurve mit $k = 2 \times 10^{-2}$ m/s. Teppichstärke Einstellhalle = mind. 20cm / Teppichstärke Logistikbereich = mind. 30cm.



Weitere Erläuterungen zu den Massnahmen:

- Verschmutzungen des Grundwassers während der Arbeiten sind unbedingt zu vermeiden
- Allfällige Bauabfälle / Betonreste / Einschwemmungen von feinkörnigem Material auf der Sohle und im Hinterfüllungsbereich müssen entfernt werden
- Der ungehinderte Kontakt vom Ersatzmaterial zum bestehenden Grundwasserträger muss gewährleistet sein
- Das Ersatzmaterial ist zu verdichten, um Setzungen zu vermeiden
- Die Aufrechterhaltung des Grundwasserdurchflusses ist wegen der Dachwasserversickerung wichtig.



I Störfallvorsorge, Grobe Einschätzung hinsichtlich Risikorelevanz in Konsultationsbereichen, 27. September 2021, B+S AG

Energie Wasser Bern / BLS Netz AG Arealentwicklung Ausserholligen VI, Bern

Störfallvorsorge

Grobe Einschätzung hinsichtlich Risikorelevanz in Konsultationsbereichen

27. September 2021 / 1-02



B+S AG
Weltpoststrasse 5 | Postfach 313
CH-3000 Bern 15 | +41 31 356 80 80
www.bs-ing.ch

1 Ausgangslage und Methodik

1.1 Ausgangslage

Die Verordnung über den Schutz von Störfällen (Störfallverordnung, StFV) vom 27. Februar 1991 sieht vor, dass die Kantone die Störfallvorsorge in der Richt- und Nutzungsplanung sowie bei ihren raumwirksamen Tätigkeiten berücksichtigen. Gemäss Massnahmenblatt D_04 des Richtplan Kanton Bern (Stand: 20. November 2019) sind die technischen Risiken, die von Bahnlinien, Strassen, Hochdruck-Gasleitungen und stationären Betrieben ausgehen, im Sinne der Störfallvorsorge gering zu halten und mit der Siedlungsentwicklung abzustimmen.

Die Vollzugsbehörde bezeichnet die sogenannten Konsultationsbereiche (KoBe), in denen die Erstellung neuer Bauten und Anlagen zu einer erheblichen Erhöhung des Risikos führen kann. Wenn sich Planungsareale mit den Konsultationsbereichen überschneiden, ist die Risikorelevanz abzuschätzen. Bei gegebener Risikorelevanz sind Massnahmen vorzusehen.

Im Rahmen der 2-stufigen Planung "Entwicklung Ausserholligen VI" sollen die technischen Risiken dargelegt werden, um diese in der weiteren Planung zu berücksichtigen. Dies erfolgt durch eine schrittweise Abschätzung der Risikorelevanz, die im vorliegenden Dokument erläutert und durchgeführt wird.

1.2 Projektübersicht

Im Projekt sind 4 Baubereiche vorgesehen, welche sich alle innerhalb des KoBe der Nationalstrasse befinden. Auf diesen Baubereichen sind der Bau von 4 Hochhäusern geplant. In der Situation des Siegerprojektes sind die geplanten Hochhausbereiche eingezeichnet (Abbildung 1). Das höchste Hochhaus (A.1 Höhe maximal 110 m), das Hochhaus auf Baufeld C.1 (maximal 73 m) sowie das Hochhaus auf Baufeld D.1 (max. 55 m) liegen auf der Baulinie, rund 12 m von der Nationalstrasse entfernt. Das Hochhaus B.1 wird maximal 94 m hoch. Zur Veranschaulichung der Situation befindet sich im Anhang ein Bild des Siegerprojektes (siehe auch Titelbild).

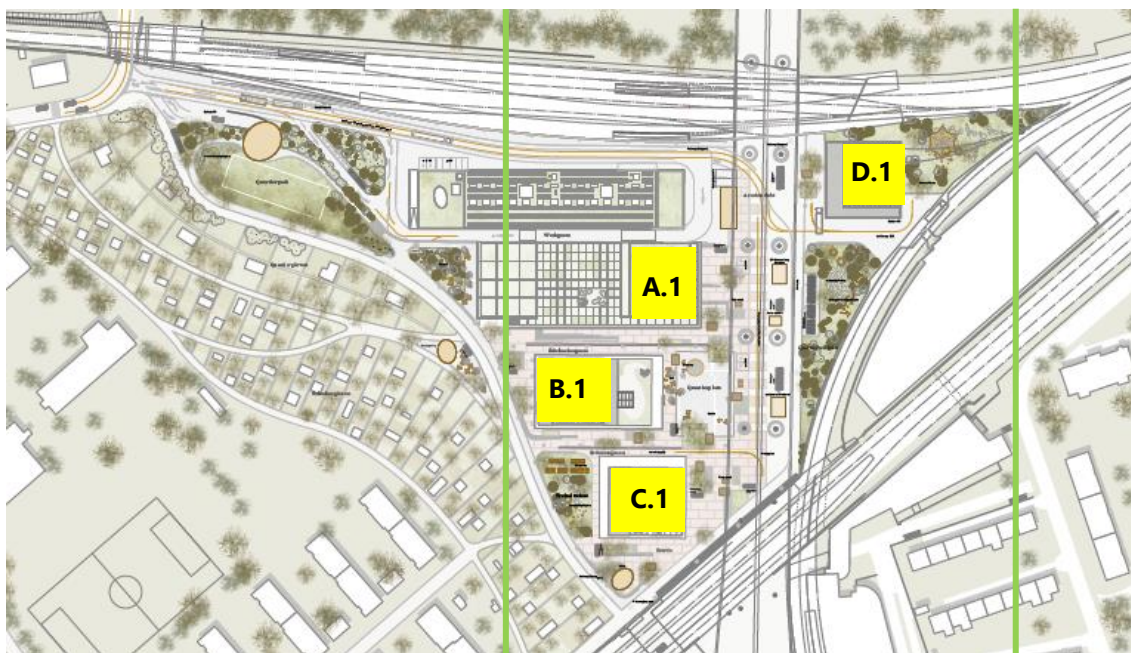


Abbildung 1 Situation Siegerprojekt Halter- Villeverte, gelb = Lage der Hochhäuser, grüne Linien = Abgrenzung KoBe

1.3 Methodik zur Ermittlung der Risikorelevanz

Wie in der Arbeitshilfe [1] vorgegeben, werden die Schritte 1 und 2 im Kapitel 2 für den Konsultationsbereich Nationalstrasse durchgeführt. Besteht eine Risikorelevanz, wird zusätzlich der Schritt 3a sowie ein Teil des Schritt 3b (Grobe Beurteilung durch die Planungsbehörde, in dem Fall die Gemeinde Bern) durchgeführt. Für die Ermittlung der massgebenden Anzahl Personen im Ist-Zustand P_{ist} wird die Raumnutzerdichte (RND) herangezogen. Die zusätzliche Anzahl Personen P_{zus} wird gemäss der in der aktuellen Planungsphase angegebenen Nutzung ermittelt.

Die Berechnung der Anzahl massgebenden Personen erfolgt auf der Grundlage der Raumnutzerdichte [4], welche jeweils eine genaue Anzahl Personen/ha pro Fläche angibt. Die Dezimalzahlen geben den Anteil in einem ha-Element an. Beispiel: E1: $0.2 \times \text{RND}78$ bedeutet, im ha-Element 1 sind 16 (0.2×78) Personen anwesend.

Wenn $P_{\text{ist}} + P_{\text{zus}} > \text{Ref}_{\text{Bev}}$ wird der Referenzwert Bevölkerung (Ref_{Bev}) überschritten und die Risikorelevanz ist gegeben. Ist der entsprechende Referenzwert Bevölkerung nicht überschritten besteht keine Risikorelevanz.

Der Referenzwert Bevölkerung (Ref_{Bev}) stellt einen Schwellenwert dar, welcher eine spezifische Anzahl Personen innerhalb einer bestimmten Fläche ("Scanner-Zellen") eines linienförmigen KoBe bzw. eines kreisförmigen KoBe (Betriebe) zugeordnet ist.

2 Nationalstrasse

Die A12 führt über das Weyermannsviadukt über den Untersuchungsperimeter hinweg. Auf der Grundlage der Verkehrszahlen (Jahr 2009 und 2030) aus dem Bericht N12/48, Detaillierte Zustandserfassung Lärm (Juli 2014) werden die Verkehrszahlen auf dem Weyermannsviadukt mit denen der automatischen Verkehrszählung des ASTRA Stand 2019¹ abgeglichen/aktualisiert. Dies ergibt im Jahr 2019 einem Durchschnittlichen Täglichen Verkehr (DTV) von rund 67'000 Fahrzeugen.

2.1 Schritt 1: Triage aufgrund des Standortes

Der Perimeter der Entwicklung Ausserholligen VI (rot in Abbildung 2) ist standortgebunden. Es handelt sich um einen der drei wichtigsten Entwicklungsschwerpunkte (ESP) im Kanton Bern. Der ESP Ausserholligen bietet eines der grössten Entwicklungs- und Flächenpotentiale des Kantons Bern.

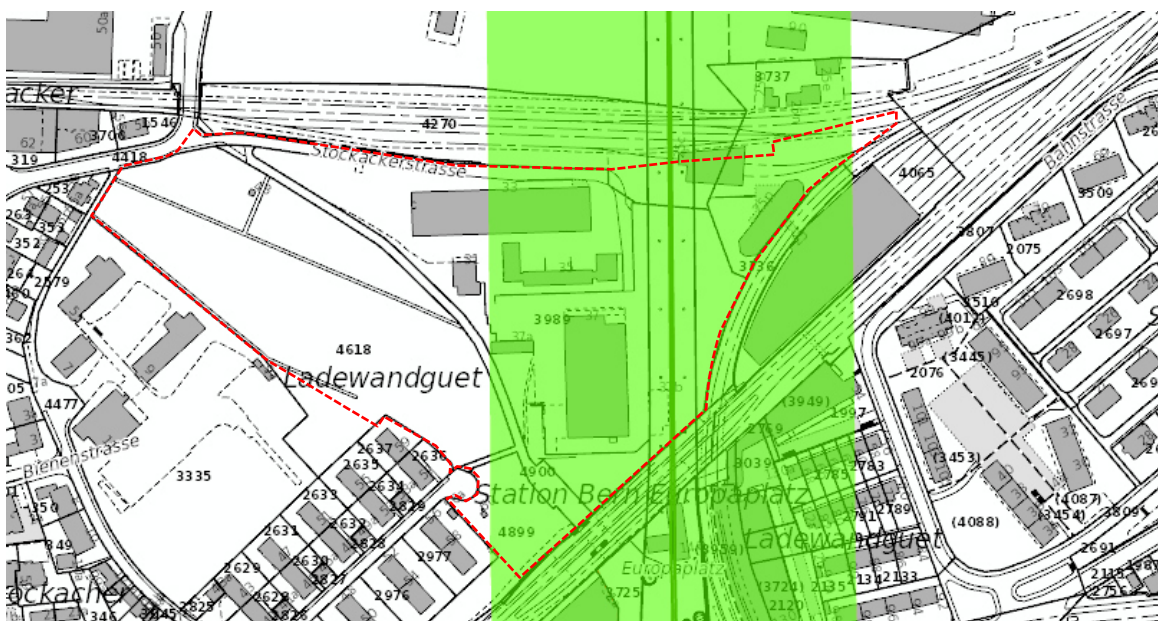


Abbildung 2 Ausschnitt KoBe Nationalstrasse mit Planungsperimeter Entwicklung Ausserholligen VI

2.2 Schritt 2: Triage aufgrund der Risikorelevanz

Gemäss Überbauungsordnung ist auf den Baufeldern A-C eine oberirdische Geschossflächen von 68'000 m² zulässig, auf Baufeld D 12'000 m². Diese Flächen werden sowohl als Wohnungen als auch Büros und Dienstleistungen genutzt.

Gemäss Projekt kommen über 1'000 neue Arbeitsplätze dazu, zudem sind mind. 200 neue Wohnungseinheiten geplant. Bei durchschnittlich 3 Personen pro Wohneinheit, kann von mind. 1'600 Personen ausgegangen werden. Für die Berechnung wird von einer maximalen Anzahl von 2'000 Personen auf der ganzen Projekt-Fläche ausgegangen. Da rund 7/8 der Fläche im Konsultationsbereich liegt, kann von rund 1'750 zusätzlichen Personen ausgegangen werden. Somit ist der Referenzwert von 680 allein durch die geplante Nutzung deutlich überschritten (vgl. Tabelle weiter unten).

¹ Aufgrund der Corona-Massnahmen kann ab März 2020 nicht von einem durchschnittlichen Verkehr ausgegangen werden. Daher werden die Daten aus dem Jahr 2019 verwendet.

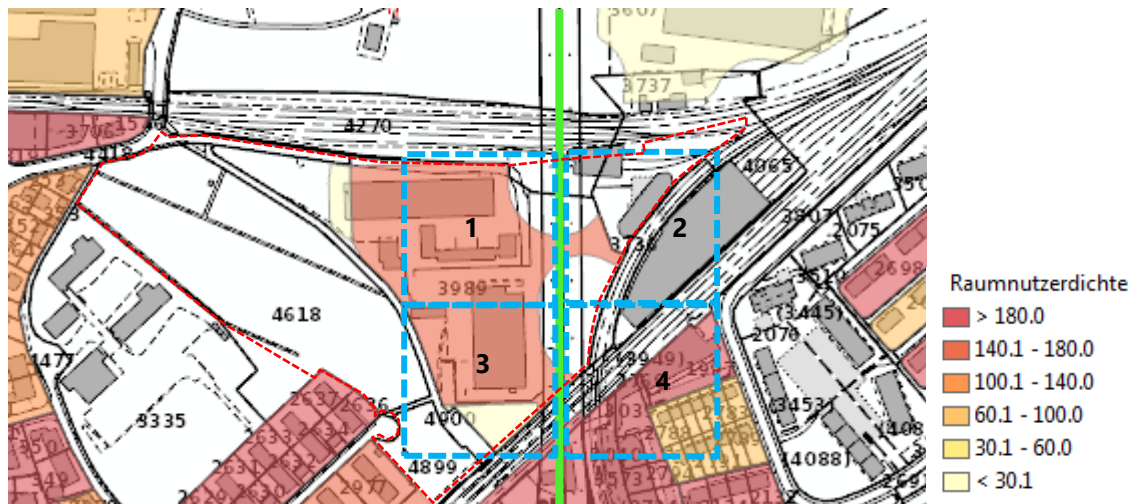


Abbildung 3 Ausschnitt Raumnutzerdichte RND [Raumnutzer/ha], blau = ha-Element (nummeriert), hellgrün = Verlauf N1, rot = Untersuchungsperimeter

Die Scanner-Zelle mit den 4 ha-Elementen ergibt für die N12 einen Referenzwert von 680 Personen (Nationalstrasse mit DTV zwischen 50'000 und 75'000).

	[Anz. Pers.]		[Anz. Pers.]	Berechnung Anz. Pers. pro ha-Element (E)	
Ref _{Bev} (N12)	680	P _{ist}	439	E1: 0.8 x RND178	E2: 0.1 x RND178
				E3: 0.5 x RND178	E4: 0.35 x RND494 0.2 x RND86
(P _{ist} + P _{zus})	2'189	P _{zus}	1'750	pauschal	pauschal
				pauschal	E4: 0

2.3 Fazit

Aus Sicht der Planungsbehörde ist die **Risikorelevanz gegeben**, da der Referenzwert von 680 Personen mit dem zusätzlichen 1'750 Personen deutlich überschritten wird.

2.4 Schritt 3a: Evaluation von Alternativstandorten und raumplanerischen Massnahmen

Die Standortgebundenheit ist bei diesem Entwicklungsstandort gegeben. In der Überbauungsordnung sind für die 4 Baubereiche folgende planerische und bauliche Massnahmen verbindlich festzuhalten:

- keine Einrichtungen wie Kindergärten, Schulen, Alters- und Pflegezentren, Spitäler, u.a. die besonders empfindlich auf Störfälle sind².
- Kitas sind möglichst weit weg von der Nationalstrasse auf der anlagenabgewandten Seite zu errichten.
- Luftansaugstellen von Lüftungsgeräten und Klimaanlage anlagenabgewandt, sowie möglichst hoch über dem Boden platzieren.
- Fluchtwege möglichst kurz und über Hauseingänge sowie anlagenabgewandt
- Möglichkeiten zur Selbstrettung im Ereignisfall (z.B. über Fluchtwege)
- Gefahrenseitige Abschirmung von luftzubringenden Aggregaten, insbesondere im Bereich der Nationalstrasse
- Konzept zum Verhalten im Ereignisfall an die Nutzer der Gebäude im Konsultationsbereich und die Ereignisdienste der Nationalstrasse

² diese Anlagen sollten grundsätzlich nicht in Konsultationsbereichen neu geplant werden (siehe Kapitel 3.7 in [2]).

2.5 Schritt 3b: Grobe Beurteilung des Risikos durch die Planungsbehörde

Durch die verdichtete Bauweise in Städten und insbesondere in Gebieten mit Entwicklungsschwerpunkten wird das Risiko erhöht. Gemäss Berechnungen des ASTRA kann von einer grundsätzlichen Tragbarkeit des Vorhabens aus Sicht StfV ausgegangen werden (Abbildung 4 und [5]). Das erhöhte Risiko erfordert die in Kapitel 2.4 vorgeschlagenen Massnahmen, welche in der UeV berücksichtigt werden sollten. Somit kann die Planungsbehörde davon ausgehen, dass das Risiko als tragbar eingestuft werden kann.

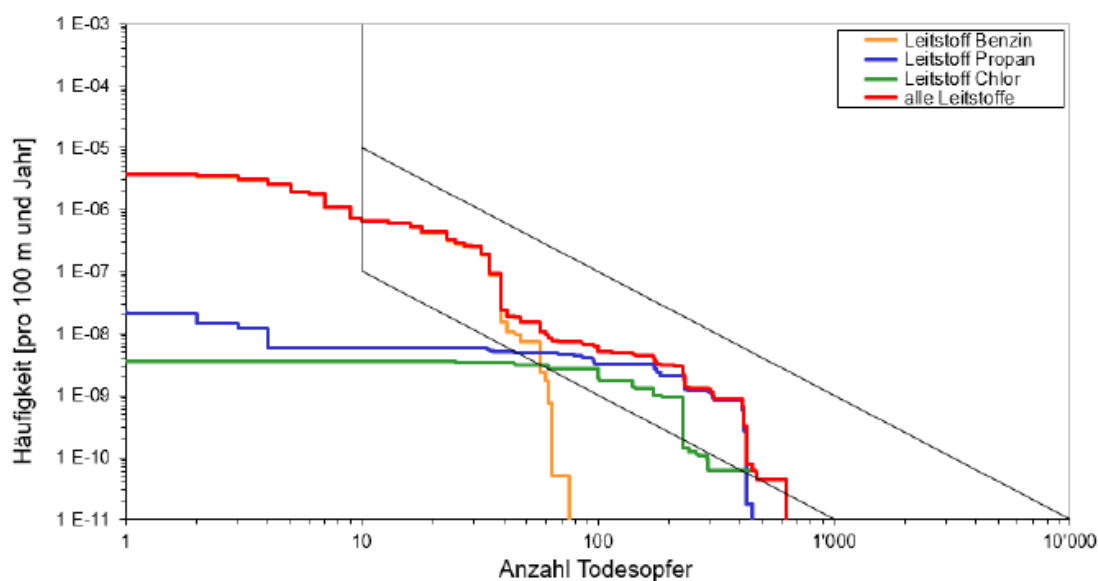


Abbildung 4 N12, Risikosummenkurve Km 77.100 (Wahrscheinlichkeit/Ausmass-Diagramm über 200m)
(Quelle: [5])

3 Schlussfolgerungen

Die Risikorelevanz ist durch die verdichtete Bauweise im Perimeter Entwicklung Ausserholligen VI gegeben. Grundsätzlich kann das Vorhaben aus Sicht StfV als tragbar eingestuft werden, wenn die in der Überbauungsordnung Stöckackerstrasse 33 – Ladenwandweg festgehaltenen gestalterischen und planerischen Massnahmen umgesetzt werden.

B+S AG

René Bayer
Senior Experte Umwelt

Anne Klauser
Spezialistin Störfall



Verzeichnisse

Grundlagen- und Quellenverzeichnis

- [1] Arbeitshilfe Koordination Störfallvorsorge in der Raumplanung, Amt für Gemeinden und Raumordnung, Kantonales Laboratorium, 26. März 2018
- [2] Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge, Bundesamt für Raumentwicklung ARE et al, Oktober 2013
- [3] Konsultationsbereichskarte Störfallverordnung (KoBe), Geoportal BE, Stand September 2020
- [4] Karte Siedlungsentwicklung nach innen -> Raumnutzerdichte, Geoportal BE, Stand September 2020
- [5] Aktennotiz, Beurteilung Vollzugstelle Störfallverordnung ASTRA, Ittigen, 6. April 2021

Anhang

Situation Projekt Halter - Villeverte

Axonometrie

