

# Energie Wasser Bern / BLS Netz AG Arealentwicklung Ausserholligen, Bern

## Umweltbericht

Gemäss Art. 47 RPV

9. Juni 2020 / 1-00



**B+S AG**  
Weltpoststrasse 5 | Postfach 313  
CH-3000 Bern 15 | +41 31 356 80 80  
[www.bs-ing.ch](http://www.bs-ing.ch)



## Impressum

<i>Auftraggeber</i>	Energie Wasser Bern / BLS Netz AG
<i>Projektleiter</i>	René Bayer
<i>Berichtsverfasser</i>	Anne Klauser
<i>Projektnummer</i>	83.1458
<i>Dokument</i>	20200608_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
1-0	09.06.2020	Anne Klauser	Anpassungen aufgrund Rückmeldung SPA



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
1.2	Ausgangslage	4
1.3	Zielsetzung	4
<b>2</b>	<b>Verfahren und Methodik</b>	<b>4</b>
2.1	Massgebliches Verfahren und zuständige Behörden	4
2.2	Methodik und Abgrenzung der Untersuchung	5
<b>3</b>	<b>Standort und Umgebung</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Vorhaben</b>	<b>7</b>
4.1	Beschreibung des Vorhabens	7
4.2	Übereinstimmung mit der Raumplanung	8
4.3	Verkehrsgrundlagen	9
<b>5</b>	<b>Relevanzmatrix</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Auswirkungen der Realisierung der Entwicklung Ausserholligen VI</b>	<b>13</b>
6.1	Luftreinhaltung, Lokalklima und Energieversorgung	13
6.2	Lärm	18
6.3	Erschütterung, Körperschall	23
6.4	Nichtionisierende Strahlung (NIS)	24
6.5	Grundwasser	27
6.6	Entwässerung	29
6.7	Boden	31
6.8	Altlasten	34
6.9	Abfälle / Umweltgefährdende Stoffe	36
6.10	Umweltgefährdende Organismen	37
6.11	Störfallvorsorge	39
6.12	Naturschutz (Flora, Fauna, Lebensräume)	41
6.13	Landschaft und Ortsbildschutz (inkl. Lichtimmissionen)	50
6.14	Kulturdenkmäler und Archäologische Stätten	51
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>Anhänge</b>	<b>54</b>



# 1 Einleitung

## 1.2 Ausgangslage

Energie Wasser Bern (ewb) und BLS Netz AG beabsichtigen ihre Areale am Standort Ausserholligen zu entwickeln. ewb sieht vor, bis im Jahr 2024 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 bahnbetriebsnotwendigen 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 durch. Mithilfe des Städtebaulichen Gesamtkonzeptes aus der Vertiefungsstudie und der Charta Arealentwicklung wird das Stadtplanungsamt für den Planungserimeter den Entwurf eines Planungsinstrumentes erstellen – in Form einer Überbauungsordnung (ÜO).

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 Ausserholligen 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 Gemeinderat 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 heutige 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 Luftreinhalteung 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.

## 3 Standort und Umgebung

Der ÜO-Perimeter liegt in Bümpliz südlich des städtischen Freibades Weyermannshaus. Gemäss aktuellen Angaben der Stadt Bern (Stand 04.06.2020) weist der Perimeter eine Fläche von 52'547.2 m<sup>2</sup> auf. Der Perimeter umfasst die Parzelle Nr. 3989 (Besitzer: ewb), Teile der Parzellen Nr. 4270, 3737 (beide Besitzer: BLS) sowie die Parzelle 4900 und Teile der Parzellen 4618, 4899 und (Besitzer: Stadt Bern). Das Entwicklungsareal der ewb und BLS ist kleiner und betrifft nur die Parzellen der ewb und BLS (grün in Abbildung 1).

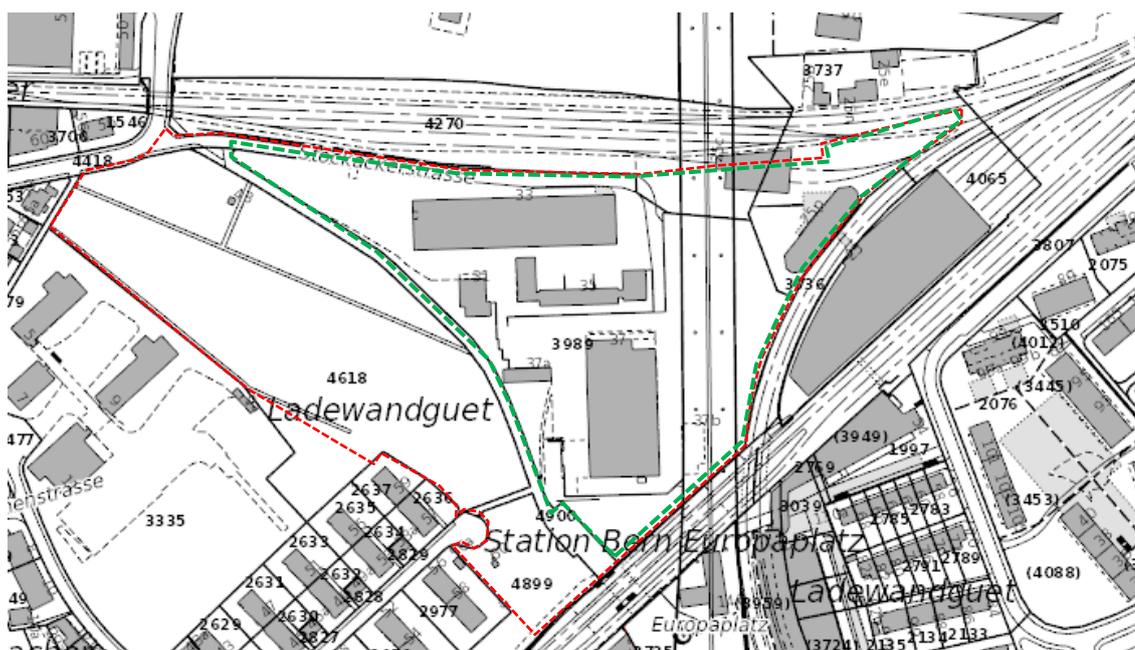


Abbildung 1 Parzellenplan mit ÜO-Perimeter (rot) und Entwicklungsareal der ewb und BLS (grün)  
(Quelle: Geoportal BE, April 2020)

Der ÜO-Perimeter befindet sich an einer sehr verkehrsexponierten Lage und wird begrenzt von der Bahnlinie Bern - Kerzers (Grenze im Norden) sowie Bern – Fribourg (Grenze Südosten). Das Weyermannsviadukt der A12 führt über das Areal. Der nur für Fussgänger und Velofahrer zugelassene Ladenwandweg führt durch den ÜO-Perimeter und die Familiengärten bilden die südwestliche Grenze.

Im Westen des ÜO-Perimeters befinden sich die Schulanlage und das Wohnareal des Stöckackers. Im Süden besteht der Europaplatz mit Wohn- und Dienstleistungsbereich. Östlich nach dem Bahnbereich der BLS befindet sich das Wohnquartier Steigerhübel. Im Norden befinden sich neben dem Frei- und Hallenbad Industrie- und Dienstleistungszonen.

Bern Ausserholligen ist im kantonalen Richtplan als Entwicklungsschwerpunkt (ESP) Nr. 1 ausgeschieden, mit den Hauptzielen C Voraussetzungen für wirtschaftliche Entwicklungen schaffen und D lösungs- und effizienzorientierte Zusammenarbeit fördern.

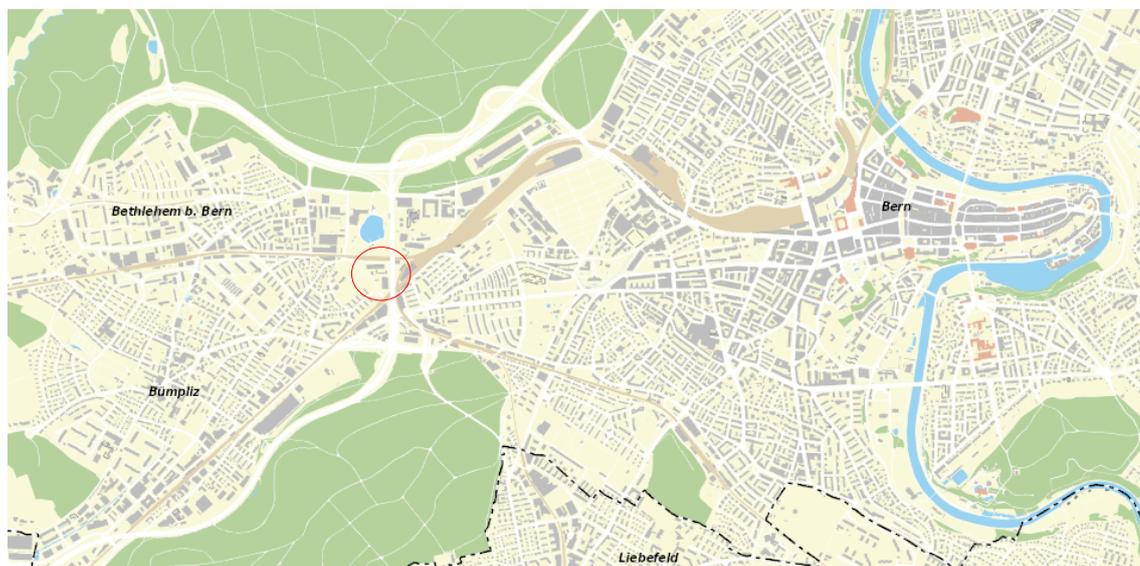


Abbildung 2: Standort (Kreis) des ÜO-Perimeters (Quelle: [map.be.ch/stadtplan](http://map.be.ch/stadtplan))

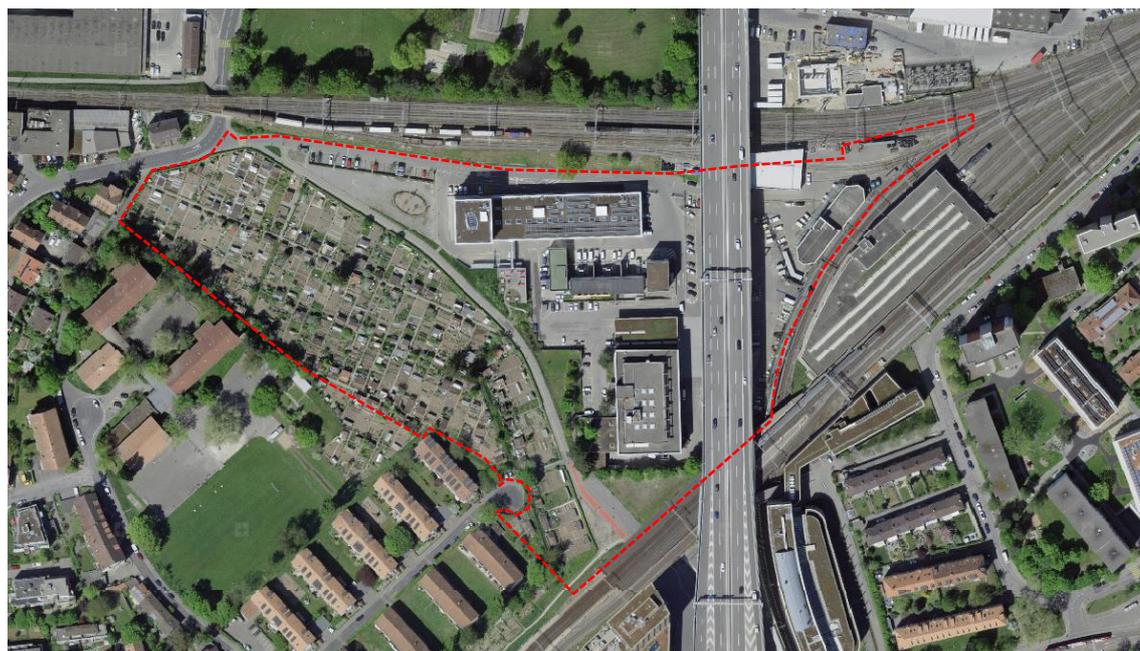


Abbildung 3: Luftbild mit aktuellem ÜO-Perimeter (Quelle: [swisstopo](http://swisstopo))

## 4 Vorhaben

### 4.1 Beschreibung des Vorhabens

Wie in der nachfolgenden Abbildung ersichtlich, besteht das Projekt aus drei unterschiedlich hohen Türmen, in welchen sowohl Wohn- und Dienstleistungsnutzungen geplant sind. Unter dem Weyermannsviadukt sind Dienstleistungsnutzung und öffentliche Nutzungen geplant. Auf der gegenüberliegenden Seite ist ein Gebäude für die BLS geplant, mit vor allem Dienstleistungsnutzung.

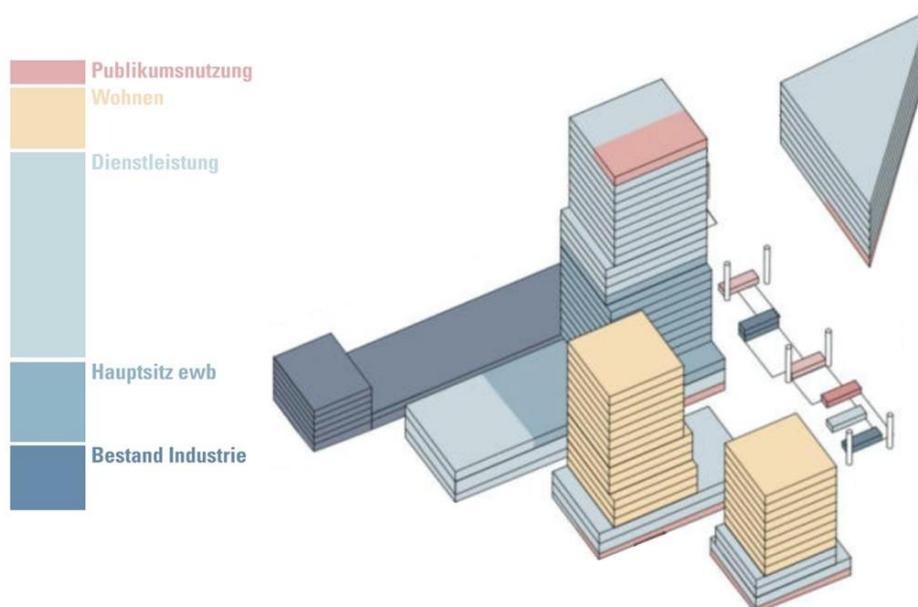


Abbildung 4: Nutzungen und Nutzungsverteilung der geplanten Überbauung (Quelle: Nissen Wentzlaff Architekten, Bryum Landschaftsarchitekten, Rapp Trans AG, Stand Mai 2019)

#### **Dienstleistungsturm**

Der Turm wird maximal 110 m hoch. Im mittleren Teil des Turmes ist der Hauptsitz der ewb geplant. Auf dem langen, 3-geschossigen Gebäude könnte ein Dachgarten geplant werden (siehe auch Abbildung 23).

#### **Wohntürme**

Der nördliche Turm wird maximal 78 m hoch, der südliche maximal 62.5 m. Das Dach der unteren Geschosse wird als Terrasse für ein Restaurant bzw. als Freiraum genutzt.

#### **BLS-Gebäude**

Das Gebäude weist eine Höhe von maximal 30 m auf. Ein möglicher öffentlicher Bereich im Erdgeschoss sowie Parkplätze sind die einzigen urbanen Elemente in der Umgebung. Im Gestaltungsvorschlag vom April 2019 soll die restliche Umgebung, inkl. Dach, begrünt und als ökologisch wertvolle Flächen gestaltet werden (siehe auch Abbildung 23).



## 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.

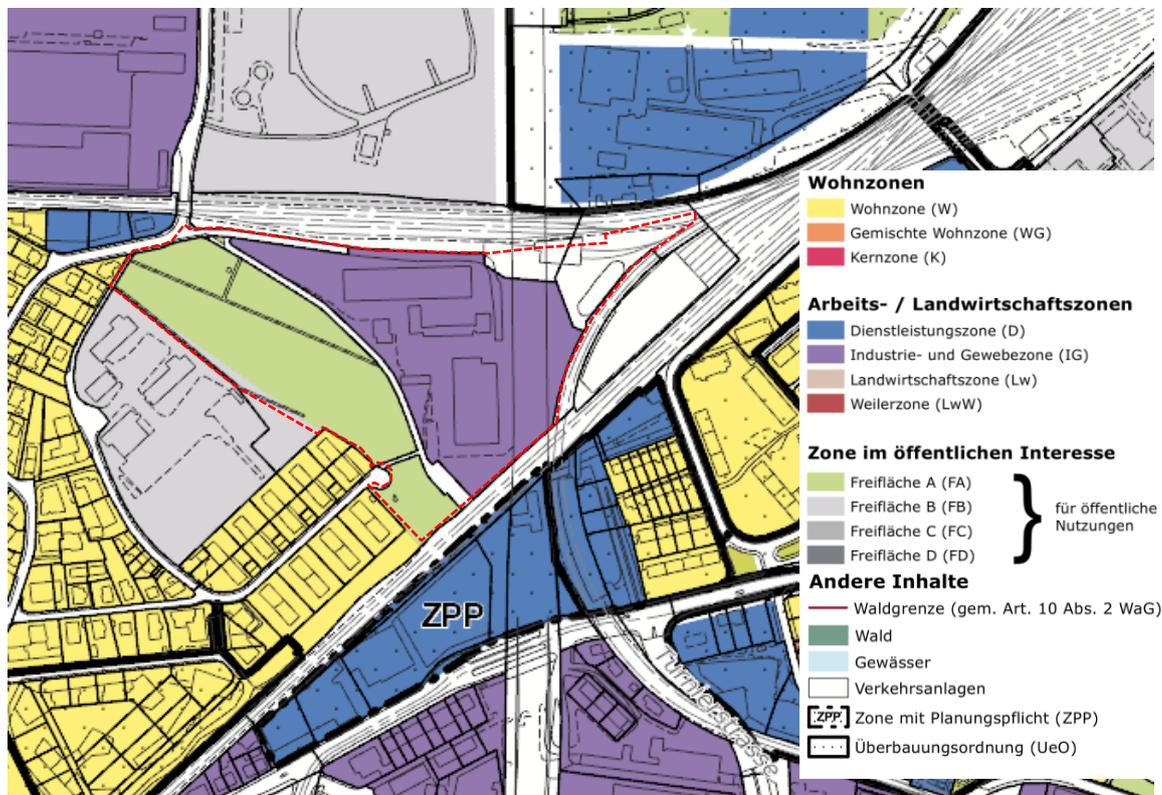


Abbildung 5: Ausschnitt Nutzungszonen der Stadt Bern, inkl. Legende, rot = ÜO-Perimeter (Quelle: map.bern.ch, Mai 2020)

### 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. Derzeit überarbeitet und aktualisiert das Stadtplanungsamt diesen Richtplan.

Einige grundeigentümergebundene 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 Abklärungen 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 gezielt entwickelt.

Der Perimeter des ESP Ausserholligen sowie die geplanten Nutzungen, bzw. die geplanten Teilprojekte sind in der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.



#### Perimeter ESP und die 9 Teilgebiete

- 1 = Weyermannshaus West – die produktive Stadt
- 2 = Weyerli – grüne Oase
- 3 = Weyermannshaus Ost / Nordosten – Ort der Gegensätze
- 4 = Weyermannshaus Ost / Campus – ein Herz für Bildung
- 5 = Weyermannshaus Ost / Forsthaus – Berns Rückgrat
- 6 = Ausserholligen / Europaplatz und ewb – das neue Zentrum
- 7 = Ausserholligen / Süden – Inseln der Vielfalt
- 8 = Ausserholligen / Schrebergärten – Nachbarschaftsbiotop
- 9 = Ausserholligen / Bahnstrasse – die Wohninsel

Abbildung 6: Perimeter des ESP Ausserholligen mit den geplanten und bestehenden Nutzungen (Quelle: Stadtplanungsamt Bern, Entwurf revidierter Richtplan ESP Ausserholligen, 2019)

## 4.3 Verkehrsgrundlagen

### Mobilitätskonzept

Das Mobilitätskonzept von Rapp Trans AG wird stichwortartig zusammengefasst:

- Stadtebene ist attraktiv für Werk- und Arbeitswelt mit gleichzeitiger Transitfunktion / Mobilitäts-Hub
- Vielfältige Fusswege zwischen S-Bahnstation, Publikumsnutzungen in den Sockelgeschossen und Erlebnisfeldern unter dem Viadukt
- Separate Veloschnellroute östlich vom Viadukt, kombinierte Langsamverkehrsachsen am Ladenwandweg
- Wirtschaftlich nötiger Individual- und Logistikverkehr von Norden, mit Ein-/Aussteigezone und Schlaufe für Werkverkehr
- Parkierungsbedarf ggf. hälftig auf benachbarten Arealen zugemietet
- Option für neue Busendstation für Quartier Shuttle



Das Mobilitätskonzept auf dem Areal wird in der folgenden Abbildung visuell abgebildet.



Abbildung 7: Skizze Erschliessungskonzept ÜO-Perimeter (Quelle: Rapp Trans AG, August 2019)

### Verkehrskonzept

Das Verkehrskonzept sieht einen maximalen DWV von 2'200 Fahrten pro Tag im ÜO-Perimeter vor. Im Verkehrskonzept wurde eine sehr autoarme Nutzung vorgesehen mit 1 Parkplatz pro 10 Mitarbeitenden und einem MIV Anteil beim Wohnen von 15%, dies entspricht ungefähr 0.2 PP/Whg.

Im Verkehrskonzept sind 3 Nutzungsmodule gerechnet worden, welche in der folgenden Abbildung ersichtlich sind.

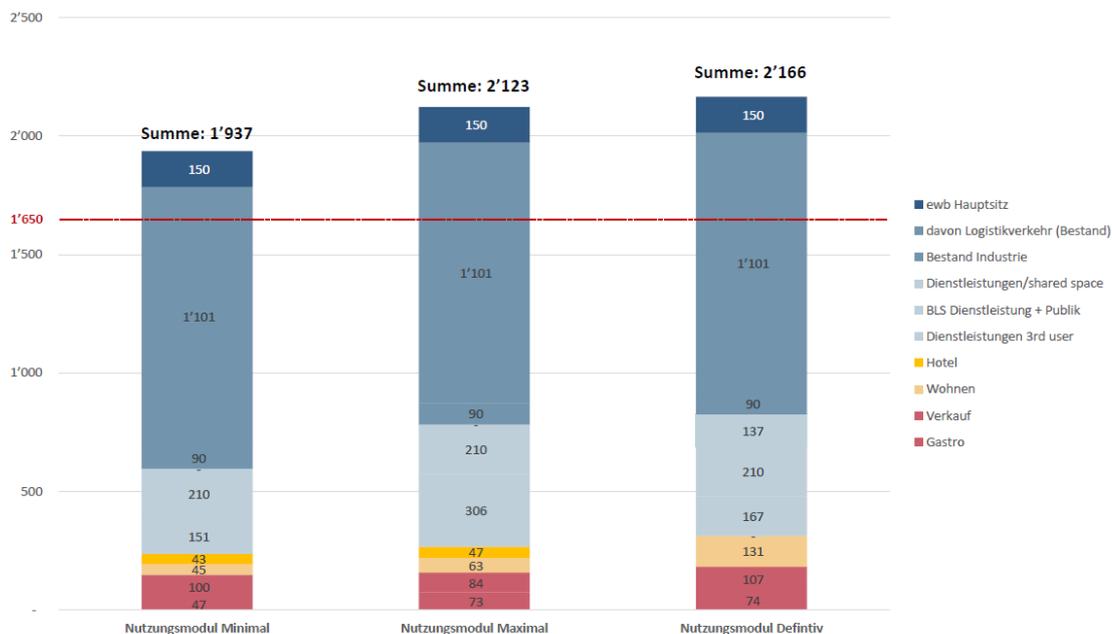


Abbildung 8: Fahrten pro Werktag und Nutzung (Quelle: Verkehrskonzept von Rapp Trans AG, August 2019)

### Verkehrsintensive Vorhaben

Als Verkehrsintensive Vorhaben (VIV) gelten gemäss Art. 91a der Bauverordnung des Kantons Bern Bauvorhaben, die im Jahresdurchschnitt 2'000 oder mehr Fahrten verursachen. Nicht mitgezählt werden Zulieferfahrten und Fahrten für die Wohnnutzung.

Ohne Wohnanteil kann gemäss Abbildung 8 von einem DWV von 2'040 Fahrten ausgegangen werden. Unter der Annahme, dass am Sonntag nicht gearbeitet wird, kann somit von einem errechneten DTV von 1'750 Fahrten ausgegangen werden. Beim vorliegenden Bauvorhaben handelt es sich somit nicht um ein VIV.



## 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 Planungspereimeter und die Auswirkungen auf den Planungspereimeter beschrieben.

Phasen Umweltbereiche

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, archäologische 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 Planungspereimeter sind keine Oberflächengewässer vorhanden, auch keine unterirdisch verlaufende (eingedolte) Fließgewässer.

Im Planungspereimeter 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
- Kantonale Energieverordnung (KEngV) vom 25. Oktober 2011
- 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 Einzelvorhaben 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.

Mit dem Planungsinstrument Richtplan Energie der Stadt Bern soll die Energieversorgung von heute vorwiegend fossiler und atomarer Produktion bis im Jahr 2035 vermehrt auf erneuerbare Energieträger umgestellt werden.

## 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-kategorie 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 m<sup>2</sup>
- Grösse der Baustelle, Kubatur > 10'000 m<sup>3</sup>.

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<sub>x</sub> einen Zielwert bezüglich spezifischen Bautransportemissionen von Baustellen. Für Flächenbaustellen wie sie bei der Realisierung der vorliegend geplanten Überbauung Ausserholigen auftreten, beträgt der Zielwert 8 g NO<sub>x</sub> / m<sup>3</sup> transportiertes Massengut<sup>1</sup>. 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.

---

<sup>1</sup> 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 Ausbauszustandes 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 Ausbauszustandes 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 Computermodell 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-(NO<sub>2</sub>)-Belastungen an der Morgartenstrasse in Bern mehrheitlich unterhalb des gemäss Luftreinhalteverordnung des Bundes (LRV) massgebenden Immissionsgrenzwertes (Jahresmittelwert 18 µg/m<sup>3</sup>); entlang der Nationalstrasse sind die IGW bis zu einem gewissen Abstand überschritten.

Die Luftbelastung mit dem Sekundärschadstoff Ozon (O<sub>3</sub>) überschreitet in der gesamten Agglomeration Bern – wie praktisch überall im Kanton – den geltenden Immissionsgrenzwert (1h-Mittelwert = 120 µg/m<sup>3</sup>) häufig und z.T. deutlich.



Die Belastung der Luft mit lungengängigem Feinstaub PM<sub>10</sub> liegt im ganzen Kanton unterhalb des Jahresmittel-Grenzwertes (20 µg/m<sup>3</sup>), die Anzahl Tage über dem 24h-Mittelwert von 50 µg/m<sup>3</sup> 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 Projektgenieure 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 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) 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 Hinder-



nisstruktur. 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 Webweiser gelten. Es wird auf erneuerbare Energieträger gesetzt und sämtlich Liegenschaften werden mit Fernwärme von der Energiezentrale Forsthaus beheizt.

## **6.1.5 Vorschriften und Rahmenbedingungen**

Folgende Rahmenbedingungen sind einzuhalten:

### **Gesetzliche Anforderungen**

- Einhaltung der Anforderungen der Luftreinhalteverordnung des Bundes (LRV) in der Bau-phase (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  $\text{NO}_x$  gemäss der Vollzugshilfe „Luftreinigung bei Bautransporten“ des BUWAL (heute: BAFU) bzw. Festlegung einer entsprechende verschärfte 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 für die Aussenwände.

## 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

### 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  $\geq 1.0$  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 Angaben stammen aus dem Bericht Aussenlärmbelastung (2019) oder wurden mit derselben Methode neu berechnet.

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 Situation Lärm im Bereich der Nationalstrasse und Eisenbahn wurde im Bericht Aussenlärm (2019) bereits beurteilt inkl. einer Prüfung von Lärmschutzwänden entlang der Nationalstrasse. Da durch die Lärmschutzwände keine relevante Änderung der Lärmsituation nachzuweisen war, wird in der Folge nur die Aussenlärmbelastung ohne LSW aufgezeigt. Der Eisenbahnlärm hat keine relevanten Auswirkungen und wird nicht mehr behandelt.

Der Plan mit den 4 Baufeldern und den geplanten Baufeldern für Hochhäuser (schraffierte Flächen) ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

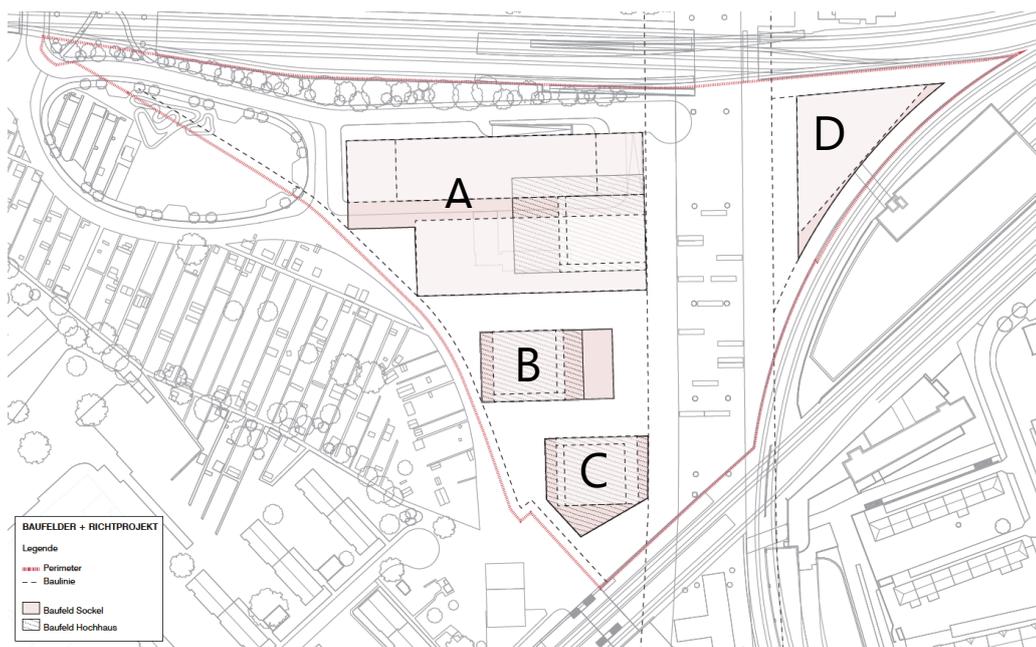


Abbildung 9: Baufelder und Richtprojekt (Quelle: Nissen Wentzlaff Architekten, Bryum Landschaftsarchitekten, Rapp Trans AG, 18.04.2019)

### Baufeld A

Auf diesem Baufeld ist ein voraussichtlich bis zu 110 m hoher Dienstleistungsturm geplant, dessen exponierteste Fassade auf der Baulinie liegt. In der folgenden Tabelle können die erwarteten IGW-Überschreitungen pro Stockwerk (OG = Obergeschoss) entnommen werden.

	Geschosse mit IGW-Überschreitung	Überschreitung um
Ostfassade	4.-15. OG	1 - 3 dB
Nordfassade	-	
Südfassade	-	

Tabelle 1: Bezeichnung der Stockwerke, welche eine IGW-Überschreitung bei Büronutzung am Tag infolge Nationalstrassenlärm am Baufeld A aufweisen. (Quelle: Bericht Aussenlärmbelastung, B+S AG, 25.01.2019)

### Baufeld B

Auf dem Baufeld B ist ein 62-90 m hoher Wohnturm geplant. In den unteren 3 Stockwerken ist eine Dienstleistungsnutzung und Gewerbe geplant. Die erwarteten IGW-Überschreitungen in den Stockwerken sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

	Geschosse mit IGW-Überschreitung	Überschreitung um
Ostfassade	4. – 18. OG	2 – 9 dB
Nordfassade	4. – 18. OG	1 – 5 dB
Südfassade	4. – 18. OG	1 – 5 dB

Tabelle 2: Bezeichnung der Stockwerke, welche eine IGW-Überschreitung bei Wohnnutzung in der Nacht infolge Nationalstrassenlärm Hochhaus-Baufeld B aufweisen.



### Baufeld C

Auf dem Baufeld C ist ein maximal 63 m hoher Wohnturm geplant. Bis und mit dem 4. Obergeschoss ist eine noch nicht detaillierte Dienstleistungsnutzung geplant, für welche zur Beurteilung der Lärmsituation von Büronutzung ausgegangen wird. Ab dem 5. Obergeschoss wird mit Wohnnutzung gerechnet. Dies ergibt Grenzwertüberschreitungen gemäss folgender Tabelle

	Geschosse mit IGW-Überschreitung	Überschreitung um
Ostfassade	4.-14. OG	2 – 10 dB
Nordfassade	5.-14. OG	2 – 6 dB
Südfassade	5.-14. OG	2 – 6 dB

Tabelle 3: Bezeichnung der Stockwerke, welche eine IGW-Überschreitung bei Büro- (bis 4. OG) bzw. Wohnnutzung (ab 5. OG) infolge Nationalstrassenlärm am Baufeld C aufweisen. (Quelle: Bericht Aussenlärmbelastung, B+S AG, 25.01.2019)

### Baufeld D

Auf dem Baufeld D entsteht rund 8 m hinter der Baulinie ein maximal 30 m hohes Gebäude mit voraussichtlich reiner Dienstleistungsnutzung (Büronutzung).

	Geschosse mit IGW-Überschreitung	Überschreitung um
Westfassade	5. – 6. OG	2 dB
Nordfassade	-	
Südfassade	-	

Tabelle 4: Bezeichnung der Stockwerke, welche eine IGW-Überschreitung bei Dienstleistungsnutzung am Tag infolge Nationalstrassenlärm am Baufeld D aufweisen.

### Alternativvariante mit Wohnnutzung

	Geschosse mit IGW-Überschreitung	Überschreitung um
Westfassade	3. – 8. OG	2 – 9 dB
Nordfassade	4. – 8. OG	3 – 5 dB
Südfassade	4. – 8. OG	3 – 5 dB

Tabelle 5: Bezeichnung der Stockwerke, welche eine IGW-Überschreitung bei Wohnnutzung in der Nacht infolge Nationalstrassenlärm am Baufeld D aufweisen.

Um die Realisierbarkeit in Bezug auf den Lärmschutz zu gewährleisten, sind auf allen Baufeldern Massnahmen vorzusehen. Mögliche planerische und gestalterische Massnahmen am Gebäude sind in der Folge aufgelistet und detailliert im Bericht Aussenlärmbelastung (2019) erläutert (Anhang B).

### Planerische und gestalterische Massnahmen am Gebäude

- Anordnung von nicht lärmempfindlichen Räumen an der lärmexponierten Fassade wie WC, Küche ohne Wohnanteil, Abstellkammern, Treppenhäuser etc.



- Grundrissanordnungen mit Lüftungsmöglichkeiten der lärmempfindlichen Räume über Rückfassaden und keine öffentbare Fenster lärmempfindlicher Räume an den lärmbelasteten Fassaden resp. nur in Kombination mit Massnahmen am Gebäude.
- Vorgelagerte Pufferzonen mittels Doppelhautfassaden, vorgehängten Fassaden, vorgelagerten Laubengängen etc.
- Anordnen von Loggias.

Hinweis: Mit Loggias können die Lärmbelastungen im offenen Fenster um ca. 3 dBA gesenkt werden, mit einer zusätzlichen partiellen Verglasung (Anforderungen siehe Beilage 4 im Anhang B) um bis zu ca. 7 dBA.

#### 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 1750 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 gesperrt wird (Verkehrsberuhigung Wohnquartier). Somit wird in Zukunft der Verkehr auf der Stöckackerstrasse nur vom Areal sowie den direkt anliegenden Gewerbe- und Industriegebäuden (inkl. Hallen-/Freibad und Eisbahn Weyermannshaus) stammen.

Bei einem DTV von 2'000 Fahrten (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, Klimaanlageanlagen und andere Lärmemitteln), muss gegenüber Dritten (insbesondere der Wohnzone im Stöckacker und den Wohnungen beim Europaplatz) die Grenzwerte der LSV und des beco (Checkliste für Industrie- und Gewerbelärm) rechtsverbindlich einhalten (Planungswerte). Es wird empfohlen diese auch innerhalb des Areals anzuwenden, auch wenn sie dort nicht rechtsverbindlich sind.

Im vorliegenden Planungsstand kann bezüglich lärm erzeugenden Aggregaten von den, für Mischnutzungen mit Wohnen, Büro-/Dienstleistung, Hotel-/Gastronomie und Verkauf, üblichen techn. Aggregaten und Einrichtungen (z.B. Lüftung etc.) ausgegangen werden. Es ist allerdings nicht von speziell lärm erzeugenden Aggregaten auszugehen. 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 ein-



gehalten werden können. Dies betrifft bestimmte Stockwerke sämtlicher Baufelder. 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

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.

Da für Erschütterungen zurzeit noch keine eidgenössische Verordnung mit definierten Grenzwerten existiert, wird empfohlen, für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen infolge von Baumassnahmen auf die Deutsche Norm DIN 4150, Teil 2 zurückzugreifen.

#### **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 ist davon auszugehen, dass der bestehende Strassenverkehr der Nationalstrasse (Weyermannsviadukt) sowie auf der Stöckackerstrasse keine relevanten Emissionen verursacht.



Die Erschütterungs- und Körperschallimmissionen infolge der SBB- und BLS-Linien führen in der Regel zu keiner Überschreitung der entsprechenden Anforderungswerten. Es wird nicht ausgeschlossen, dass die Vorbeifahrt einzelner Güterzüge zu wahrnehmbaren Körperschallimmissionen führen kann.

### 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

In der Betriebsphase kann davon ausgegangen werden, dass wie im Istzustand keine relevanten Erschütterungs- und Körperschallimmissionen auftreten werden.

### 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 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.
- Anlagegrenzwerte (AGW), welche an sog. Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) eingehalten werden müssen<sup>2</sup>. 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 ( $\mu\text{T}$ ),
  - für Übertragungsleitungen gemäss Ziffer 14 Anhang 1 NISV 1 Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ) und
  - für Eisen- und Strassenbahnen gemäss Ziffer 54 Anhang 1 NISV 1 Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ), gemessen als Mittelwert während 24 Stunden.

---

<sup>2</sup> 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  $\mu\text{T}$ , IGW: 100  $\mu\text{T}$ )

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 Transformatorstationen (TS) und Unterwerken (UW) gibt es diese Unterscheidung nicht (höchstens Ausnahmebewilligung 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 C und D) 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.



Abbildung 10: Antennenstandorte im Projektperimeter (Quelle: map.admin.ch, BAKOM, August 2019)

## Transformatorstandorte

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 Transformatorstandorten 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, Transformatorstation 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 den Untersuchungen der Geotest AG:

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

### 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 beigezogen, welche sich im Anhang E befinden.

Als Untersuchungsperimeter gilt der Wirkungsbereich der ÜO.

### 6.5.3 Istzustand

Der ÜO-Perimeter befindet sich im Gewässerschutzbereich A<sub>U</sub> (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.

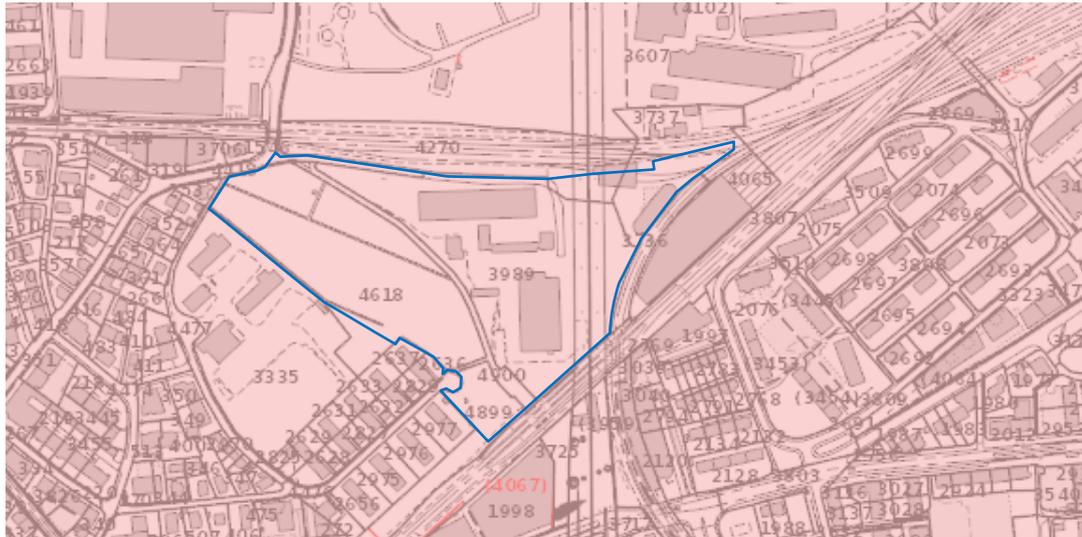


Abbildung 12: Auszug aus der Gewässerschutzkarte des Kantons Bern, rot = Gewässerschutzbereich AU, blau = ÜO-Perimeter (Quelle: Geoportel Kanton Bern, April 2020)

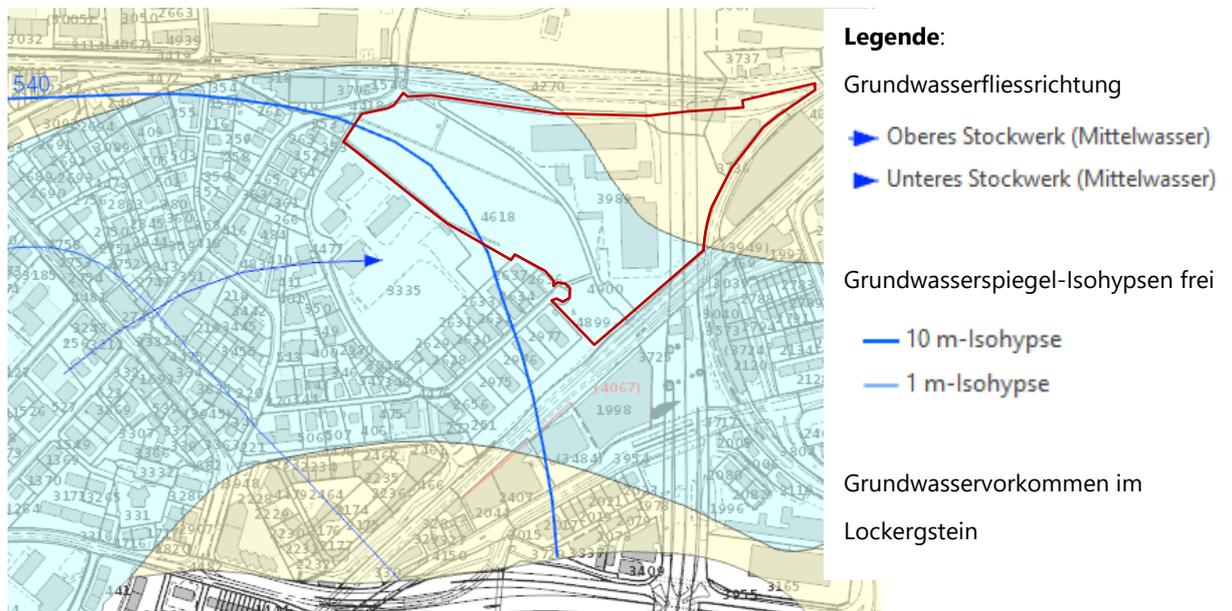


Abbildung 13: Auszug aus der Grundwasserkarte des Kantons Bern, rot = ÜO-Perimeter (Quelle: Geoportel Kanton Bern, April 2020)

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 Durchflusskapazität 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 Durchflusskapazität 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 Durchflusskapazität des Grundwassers auf der Parzelle um weniger als 10% eingeschränkt wird. Ansonsten sind Massnahmen zur Erhöhung der Durchflusskapazität zu treffen.

#### Normen und Massnahmen

- Bezüglich Durchflusskapazität 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 Durchflusskapazität)

## 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.

Eine Versickerung des anfallenden nicht verschmutzten Regenabwasser von Dächern, Zufahrten, Wegen und ähnlichen Flächen ist in 1. Priorität anzustreben. 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 Gewässerverschmutzung verursachen oder für den Fall, dass Grundwasservorkommen betroffen sind.
- 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.

### **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. Kinderspielplatz/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 (A-WA) 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 trockenem 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





### Angaben zum KbS-Objekt

Nr. 03510171 Betriebsstandort, EWB-Werkstatt/Tankstelle, Weyermannshaus

Priorität für Untersuchung: bei Bauvorhaben Fläche (ungefähr): 1991 m<sup>2</sup>

Schadstoffe: Lösungsmittel, Mineralöl Betriebsbeginn: 1968

Während den Baugrunduntersuchungen von Geotest AG im Jahre 2004 wurde nach organoleptischer Ansprache kein verunreinigtes Material gefunden.

Beim Bau des Gebäudes Stöckackerstrasse 33 wurde ebenfalls kein belastetes Aushubmaterial gefunden.

## 6.8.4 Ausbauzustand

### 6.8.4.1 Bauphase

Bei Bauvorhaben auf Altlastenstandorten muss vorgängig mit dem Amt für Wasser und Abfall geklärt werden, ob eine historische und/oder technische Untersuchung des Standortes durchgeführt werden muss.

Allfällige Versickerungsanlagen dürfen nicht über belasteten Standorten gebaut werden.

### 6.8.4.2 Betriebsphase

Aus dem künftigen Betriebszustand der Erschliessung und Aussenräume ergeben sich keine Anforderungen und Massnahmen für den Umweltbereich Altlasten.

## 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](http://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 Liste<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> 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 15: Götterbaum entlang Bahndamm



Abbildung 16: Götterbaum auf dem Areal zwischen Beton und Asphalt



Abbildung 17: Goldrute beim Eingang Stöckerstrasse 37



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

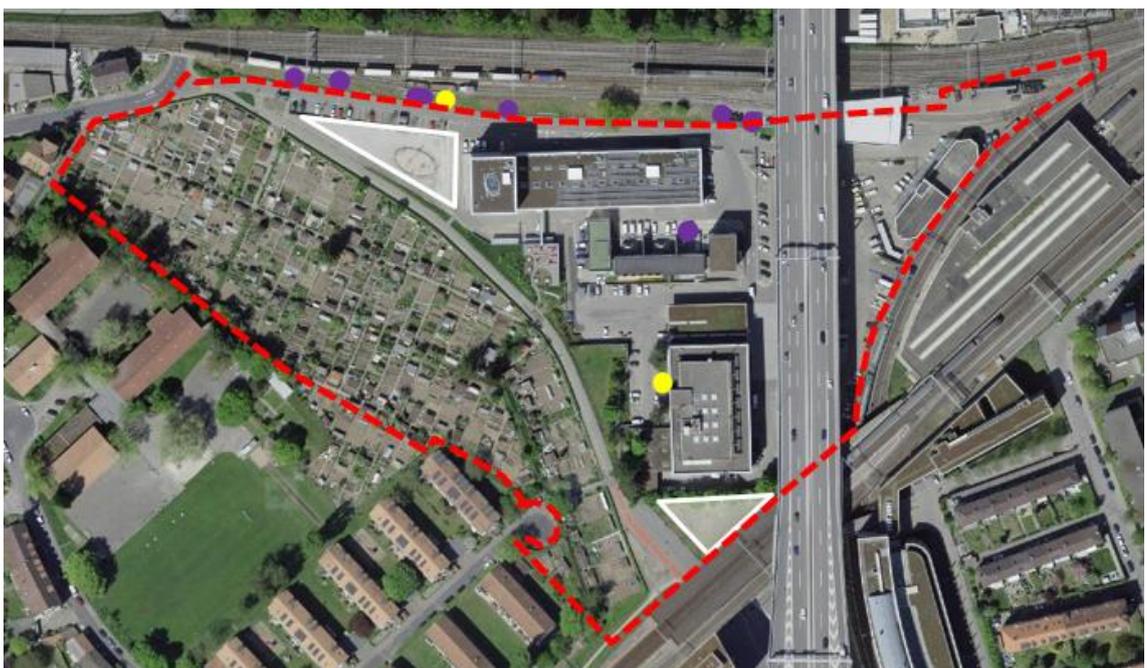


Abbildung 19: Ungefähre Standorte der Arten der Schwarzen Liste, gelb = Goldrute, violett = Götterbaum, weiss = Fläche mit viel Berufskraut



## 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 Flora<sup>4</sup>).

## 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.
- 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](http://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

---

<sup>4</sup> [www.infoflora.ch](http://www.infoflora.ch)

### 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 teilweise im Konsultationsbereichen der Nationalstrasse, wie dies in der Abbildung 20 ersichtlich ist.



Abbildung 20: Auszug aus der provisorischen Karte der Konsultationsbereiche, grün = Nationalstrasse, gelb = Betriebe (Stand September 2019, gemäss Kantonalem Laboratorium die zurzeit gültige Version)

### 6.11.4 Ausbauzustand

Im Verlauf der weiteren Planung ist die Abschätzung der Risikorelevanz in Absprache mit dem Kantonalen Laboratorium und mit der Arbeitshilfe durchzuführen. Auf der Basis der Raumnutzerdichte wird die Anzahl Personen im Istzustand ermittelt. Die zusätzliche Anzahl Personen wird auf der Grundlage der Planungen angegeben. Falls die Summe der Anzahl Personen den entsprechenden Referenzwert übersteigt, ist die Risikorelevanz gegeben. Somit sind Massnahmen bereits in der Nutzungsplanung vorzusehen, um die Auswirkungen eines Störfalls zu verringern. Dies sind beispielsweise Massnahmen wie:

- keine empfindlichen Einrichtungen wie Spitäler, Kindertagesstätten, Schulen usw. im Konsultationsbereich planen und errichten
- Vorgaben für die Positionierung von Lüftungsanlagen, Klimageräten, Fluchttüren und Fluchtwegen.

#### 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

- Abschätzung der Risikorelevanz gemäss Arbeitshilfe Koordination Störfallvorsorge in der Raumplanung (2018). Bei gegebener Risikorelevanz sind Massnahmen zu treffen, die die Auswirkungen eines Störfalls verringern.

#### 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

### 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<sup>bis</sup> Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) geschützten Lebensräumen.

Da die aktuelle Projektphase noch keine detaillierte Aussenraumgestaltung vorsieht, wird der Fokus auf die Vorgaben für die Gestaltung der neuen Grünflächen gelegt. 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 m<sup>2</sup> Hecke durch 650 m<sup>2</sup> Hecke ersetzt werden (bestehend aus mind. 5 verschiede-



nen einheimischen, standortgerechten Laubholzarten mit mind. 20% Dornenanteil, einer Mindestfläche von 50 m<sup>2</sup> 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 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 Beurteilungsperrimeters, jedoch knapp ausserhalb des ÜO-Perimeters besteht eine Mauereidechsenpopulation entlang der Bahnböschung im Norden der Parzelle. Einzelbeobachtungen von Mauereidechsen sind auf dem ganzen Bereich der ÜO verzeichnet worden.

#### 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<sup>bis</sup> 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 gemäss aktuellem Planungsstand nicht tangiert und daher in den Untersuchungen nicht berücksichtigt.

#### *Wiesen/Ruderalflächen*

Bei der selektiven Kartierung der naturnahen Lebensräume wurde die Ruderalfläche beim Bahnhof Europaplatz als Ruderalflur/Trittlur vermerkt (Abbildung 22). Die Fläche mit einer Grösse von 850 m<sup>2</sup> 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 Ruderalfläche (350 m<sup>2</sup>) 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<sup>bis</sup> NHG.

Auf dem Areal der ewb bei der Terrasse befindet sich eine Artenreiche (Fett-)Wiese (u.a. Margerite, Flockenblume, Wiesensalbei, Wittwenblume, Hornklee), welche gemäss Art. 18 Abs. 1<sup>bis</sup> 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 m<sup>2</sup>.

Bei der Terrasse des ewb-Gebäudes besteht ein noch junges Feldgehölz mit ausschliesslich einheimischen Arten auf einer Fläche von 200 m<sup>2</sup>.

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.

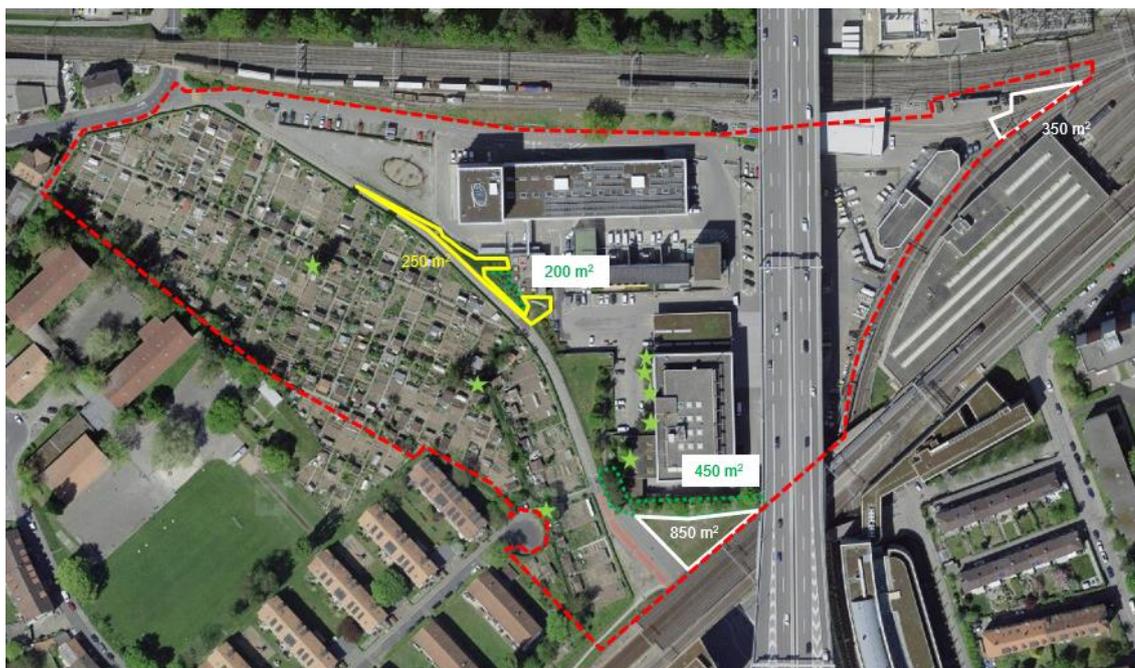


Abbildung 21: Standorte der NHG-relevanten Lebensräume im ÜO-Perimeter mit Angabe der Fläche, weiss = Ruderalflächen, gelb = Artenreiche Wiese, grün = Hecken mit einheimischen Strauch- und Baumarten, Stern = Einzelbäume



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 <sup>2</sup>	Anzahl
Ruderalfläche Europaplatz	850	
Ruderalfläche Nord-Ost	350	
Artenreiche Wiese (inkl. Böschung)	250	
Wildhecke Europlatz	450	
Feldgehölze / Hecke ewb	200	
Einzelbäume	-	5
<b>Total</b>	<b>2'100</b>	<b>5</b>

Tabelle 6: 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.

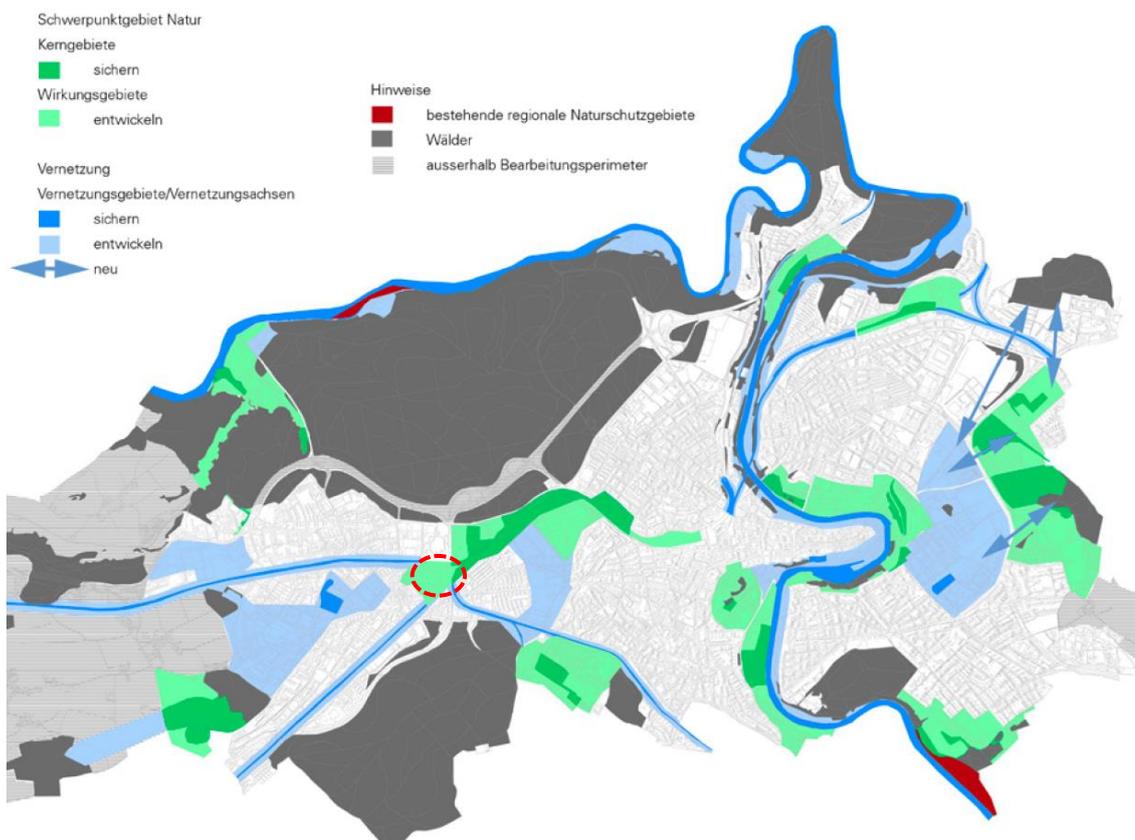


Abbildung 26: Naturkarte aus dem Biodiversitätskonzept der Stadt Bern, rot gestrichelt = Standort ÜO

## 6.12.4 Ausbauzustand

### Vorgaben für die Gestaltung der Grünflächen

#### **Lebensräume – Ersatz im Sinne von Art. 18 Abs. 1<sup>ter</sup> 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<sup>ter</sup> 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 m<sup>2</sup> aufweisen. Die Hecken sind von einem mind. 50 cm breiten Krautsaum umgeben. Als Ersatz der bestehenden Hecken sind gesamthaft mind. 650 m<sup>2</sup> dieses Lebensraumtyps anzulegen.
- Gestalten von Ruderalflächen auf einer Gesamtfläche von mind. 1'200 m<sup>2</sup>. Auf einem 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 m<sup>2</sup>. Auf dem geeigneten Untergrund (wenig Oberboden) ist eine standortangepasste, artenreiche Wiesen Saatmischung einzusäen (möglichst mit lokalen Ökotypen, andernfalls bspw. UFA-Wildblumenwiese Original CH-G).
- Pflanzen 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 vorausgesetzt, gelingt es die negativen Projektwirkungen auf die Schutzziele des Naturschutzes im Sinne von Art. 18 Abs. 1<sup>ter</sup> 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.



<b>Naturnahe Lebensräume – Schlüssel zur Anrechenbarkeit</b>	
<b>Extensive Wiesen</b> Wiesen, max. dreimal jährlich gemäht; bei Neuanlage muss Saatgut lokaler Ökotypen verwendet werden.	Anrechenbarkeit 100%
<b>Pionierflächen</b> Kiesflächen, offener Boden, Chaussierung, Schotter, etc.; kein Herbizideinsatz (siehe Seite 38). ▶ <b>Pionierflächen stark genutzt</b> (z.B. befahren, parkieren, betreten) oder isoliert (kein Anschluss an eine Grünfläche) ▶ <b>Pionierflächen wenig genutzt</b> , zum Beispiel Randstellen, wenig begangene Flächen, etc.; mit Anschluss an eine Grünfläche	30% 100%
<b>Ruderalflächen</b> Artenreiche Krautfluren; regelmässige Neophytenkontrolle.	100%
<b>Extensive Weiden</b> Konventionelle Schaf- und Kuhweiden Weiden mit an den ökologischen Wert angepasster Bestossung: Arten (z.B. Galloways, Esel), Intensität.	50% 100%
<b>Wildhecken/Feldgehölze</b> Gehölze aus einheimischen Strauch- und Baumarten mit umgebendem Krautsaum von mindestens 50 Zentimetern Breite.	100%
<b>Einzelbäume</b> Nur einheimische, standortgerechte Wildarten (keine Sorten, keine Hybriden) oder Hochstammobstbäume.	20m <sup>2</sup> pro Baum
<b>Extensive Dachbegrünung</b> Aufbau gemäss SIA-Norm 312, Bepflanzung und Saatgut mit ausschliesslich einheimischen Arten.	50%
<b>Krautsäume, Altgrasstreifen oder -inseln</b> Zusammengesetzt aus einheimischen Arten. Jedes Jahr nur zur Hälfte oder zum Drittel gemäht.	100%
<b>Andere Kleinstrukturen</b> Wurzelstöcke, Steinlinsen, Trockenmauern, Holzhaufen, Tümpel bis ca. 50 Quadratmeter, etc.	200% der Fläche
<b>Fassadenbegrünung</b> Obstspaliere und Fassadenbegrünung mit einheimischen Arten.	100% der Grundfläche
<b>Fliessgewässer</b> 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 soll die ökologische Vernetzung – insbesondere entlang von Bahnlinien gesichert und entwickelt werden. So ist im Rahmen des vorliegenden Projekts die Vernetzung entlang des nördlichen und südöstlichen Perimeterrands zu fördern (Abbildung 28). Der Vernetzungskorridor entlang des südwestlichen Perimeterrands ist wünschenswert, aber optional.

Diese Förderung der Vernetzung soll 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 mind. 12 a 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 m<sup>2</sup> aufweisen. Diese mind. 24 a dürfen sowohl die geforderten 21 a NHG-Ersatzlebensräume enthalten sowie den 15% naturnaher Flächen angerechnet werden. Weitere 12 a mit vernetzungsfördernden Lebensräumen im südwestlichen Vernetzungskorridor (nach dem gleichen Prinzip) sind optional.



Abbildung 28: Erforderliche Vernetzungsachsen (grün durchgezogen) mit je mind. 12 a an Lebensräumen mit Vernetzungsfunktion, optionale 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.

Zur Beseitigung der Hecken (650 m<sup>2</sup>) 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<sup>ter</sup> 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 (Bahnlinien) gefördert.



Im Verlauf der weiteren Planungsprozesse sind das Gestaltungskonzept und dessen Umsetzung entsprechend den vorliegend definierten Anforderungen hinsichtlich NHG-Ersatzes, Biodiversitätskonzepts und ökologischer Vernetzung laufend zu überprüfen und nötigenfalls zu ergänzen oder zu präzisieren.

#### 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 Pflegekonzepts, 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.
- Ersetzen der verloren gehenden geschützten 5 Einzelbäume.
- Verwendung von standortangepassten, einheimischen Laubbaum- und Straucharten.
- Ersetzen der Hecken/Feldgehölze auf einer Fläche von mind. 650 m<sup>2</sup> und mit einem Anteil von mind. 20% Dornensträuchern. Eine Hecke muss eine Mindestfläche von 50 m<sup>2</sup> aufweisen und von einem mind. 50 cm breiten Krautsaum umgeben sein.
- Anlegen von Ruderalflächen (mind. 12 a) und Artenreiche Wiesen (mind. 250 m<sup>2</sup>). Verwenden von Saatgut möglichst mit lokalen Ökotypen, andernfalls bspw. der vorgeschlagenen Saadmischungen.
- Anlegen von Kleinstrukturen in den naturnahen Lebensräumen (bspw. Wurzelstöcke, Holzhaufen, Steinlinsen, Trockenmauern) zur Förderung von Kleintieren und Insekten.
- Fördern der Vernetzung entlang des nördlichen und nordöstlichen Perimeterrands innerhalb je eines ca. 10 m breiten Korridors. Anlegen von je mind. 12 a Lebensräume 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 m<sup>2</sup> 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

- Keine

## 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](http://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, Verstädertes 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

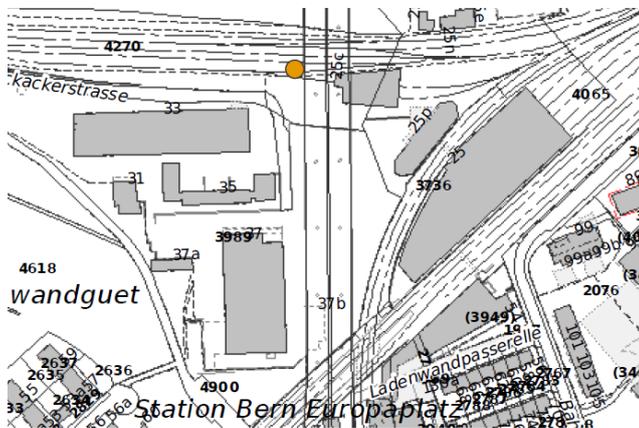
Für die Beurteilung der Kulturdenkmäler wurden die entsprechenden Inventare geprüft.

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 Planungserimeter 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 Planungserimeters ist eine archäologische Fundstelle gemeldet (Abbildung 29). Es handelt sich um eine alte Fundmeldung von römischen Funden.





## 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 aktuellen Standes (Juni 2020) des laufenden Planungsprozesses sowie Absprachen mit den zuständigen Ämtern (Stadtplanungsamt, Stadtgrün Bern, Amt für Naturförderung) 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 Bereichen sind noch vertiefter Abklärungen/Untersuchungen durchzuführen, um spezifische Massnahmen zur Verringerung der Auswirkungen festlegen zu können. Diese Untersuchungen sind im Planungsprozess integriert.

**Lärm:** um die Grenzwerte gemäss LSV einhalten zu können, sind bereits in der Planung Massnahmen am Gebäude und/oder gestalterische Massnahmen in den Wohnungen umzusetzen.

**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. Die Umsetzung der Schutzmassnahmen wird in diesen Projektphasen in ein Kosten-Nutzen-Verhältnis zur gewünschten Nutzung für OMEN gesetzt.

**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.

**Störfallvorsorge:** Im Bereich der Nationalstrasse muss abgeklärt werden, ob die Risikorelevanz gegeben ist, um allenfalls Massnahmen zur Verringerung des Störfallrisikos bereits in der Planung einzubeziehen.

Beim folgendem Umweltbereich sind die in diesem Bericht formulierten Anforderungen in der Planung des ÜO-Perimeters (Wettbewerb) zu berücksichtigen:

**Naturschutz:** Um die negativen Projektwirkungen auf die Schutzziele des Naturschutzes im Sinne von Art. 18 Abs. 1<sup>ter</sup> 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

René Bayer  
Senior Experte Umwelt

Anne Klauser  
Spezialistin Akustik/UVB



## 8 Anhänge

### Anhangsverzeichnis

- Anhang A Ewb Testplanung Holligenareal, lufthygienische und klimatologische Abklärungen. KBP, 8. März 2018
- Anhang B Ermittlung und Beurteilung der Aussenlärmbelastung, Ergänzendes Gutachten zu Bericht vom 04.06.2015, 25. Januar 2019, B+S AG
- Anhang C Magnetfeldmessungen Schaltstation Holligen und Betriebsgebäude BLS-Stöckackerstrasse 25-Bern, CFW EMC-consulting AG, Reute AR, 07. Dezember 2015
- Anhang D NIS am Standort BLS Dienstgebäude Holligen, ENOTRAC AG, Thun 28. Juli 2017
- Anhang E Bern Stöckackerstrasse, Neubau Betriebs- und Bürogebäude EWB, Baugrunduntersuchung Bericht Nr. 03147.2A, 2. April 2004



**A Ewb Testplanung Holligenareal, lufthygienische und klimatologische  
Abklärungen. KBP, 8. März 2018**



**B Ermittlung und Beurteilung der Aussenlärmbelastung, Ergänzendes Gutachten  
zu Bericht vom 04.06.2015, 25. Januar 2019, B+S AG**



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



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



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



**A Ewb Testplanung Holligenareal, lufthygienische und klimatologische  
Abklärungen. KBP, 8. März 2018**

## ***ewb Testplanung Holligenareal: lufthygienische und klimatologische Abklärungen***



***Berichtsverfasser  
Dr. Luzi Bergamin  
Dr. Sina Schneider***

***Bericht Nr. 4889***

***Auftraggeber  
Energie Wasser Bern  
Monbijoustrasse 11  
3001 Bern***

***März 2016***

## **Inhalt**

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

<b>4.5</b>	<b><i>Bewertung und Schlussfolgerungen</i></b>	<b>28</b>
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
<b>5</b>	<b><i>Lokalklimatische Einflüsse</i></b>	<b>32</b>
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.

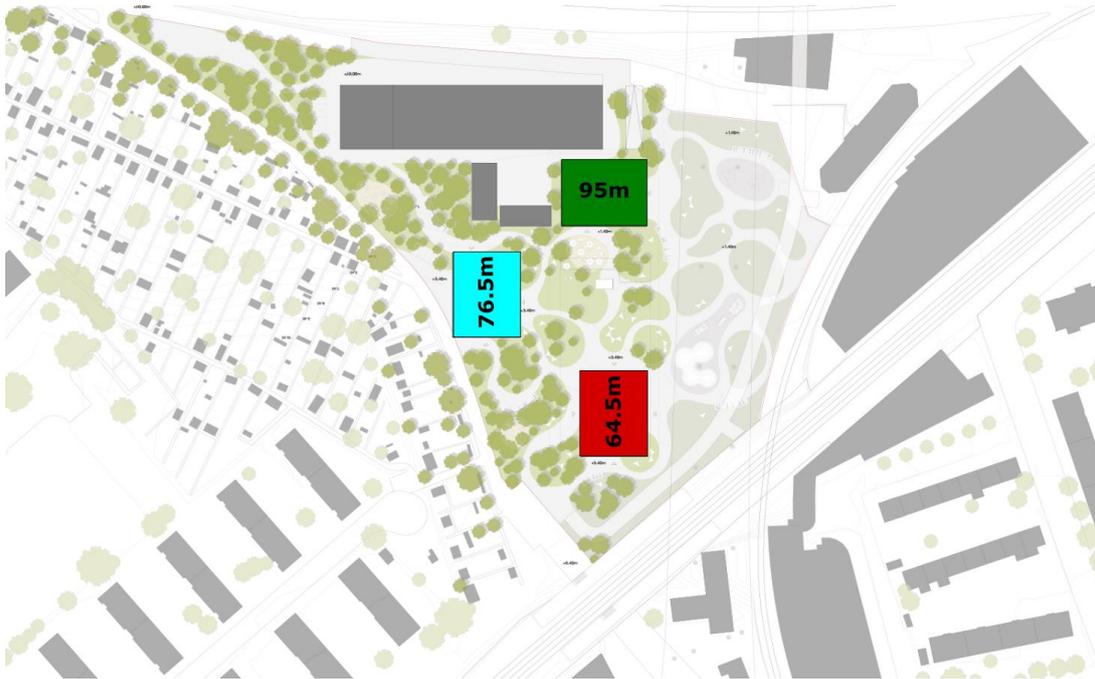
Das Projekt wird im Folgenden als Projekt 2-BB bezeichnet.



## 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)	$V_B$ [m <sup>3</sup> /h]	$T_B$ [°C]	$V_N$ [Nm <sup>3</sup> /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

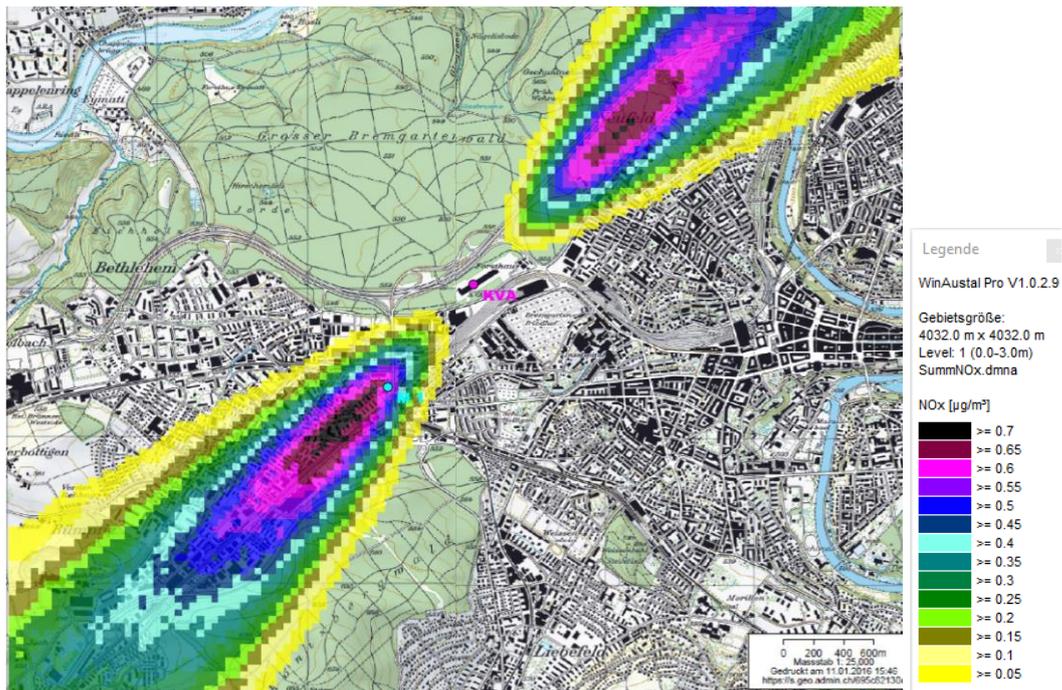


Abbildung 1: Ausbreitungsrechnung für den aktuellen Zustand, für Biselagen (Ausbreitungsfahne südwestlich der KVA) und rechts für Westwindlagen (Ausbreitungsfahne nordöstlich der KVA). Die Berechnung erfolgte mit einer gesamthaften NO<sub>x</sub> Emission von KVA, GuD und HKW. Des Weiteren ist der Standort 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 Biselage geringfügig höher ist als bei Westwinden. Das Immissionsmaximum liegt bei beiden Windsituationen in etwa gleichem Abstand zur Anlage.

## Szenario 2-BB

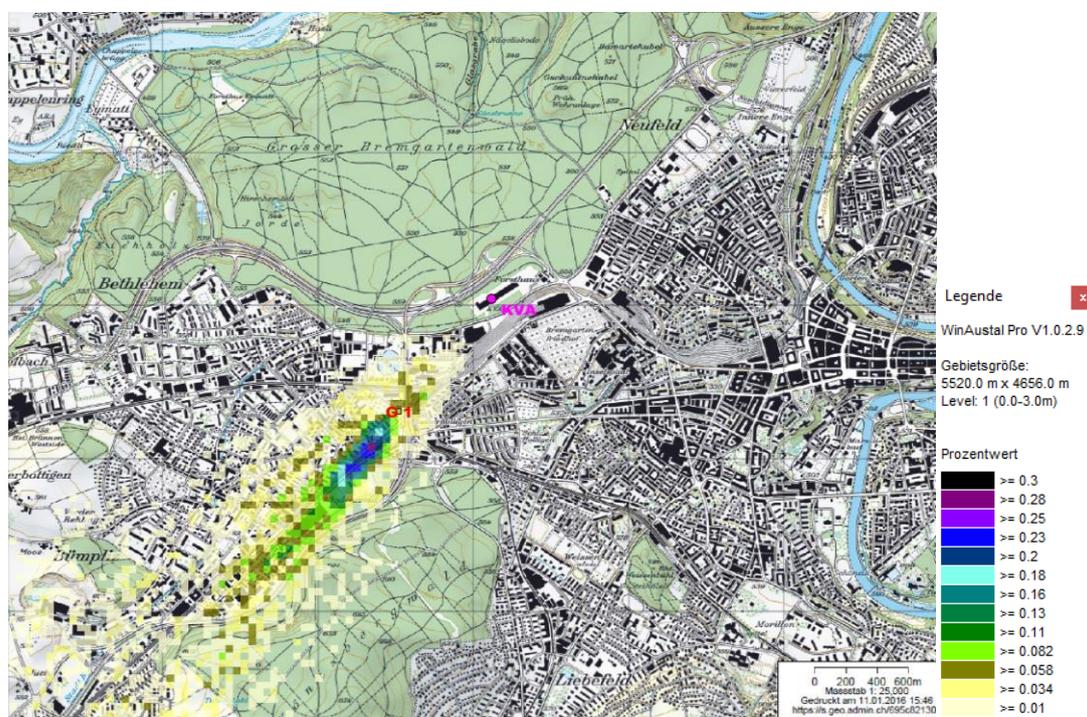


Abbildung 2: Ausbreitungsrechnung für das Szenario mit einem Hochhaus Höhe 105.5m (Szenario 2-BB) bei Biselage. Angegeben ist die Änderung der Schadstoffkonzentration gegenüber der aktuellen Situation in Prozent des Immissionsmaximums (vgl. Abbildung 1). Des Weiteren sind der Standort der Energiezentrale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

Dieses Szenario zeigt die Schadstoffausbreitung bei Biselage 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

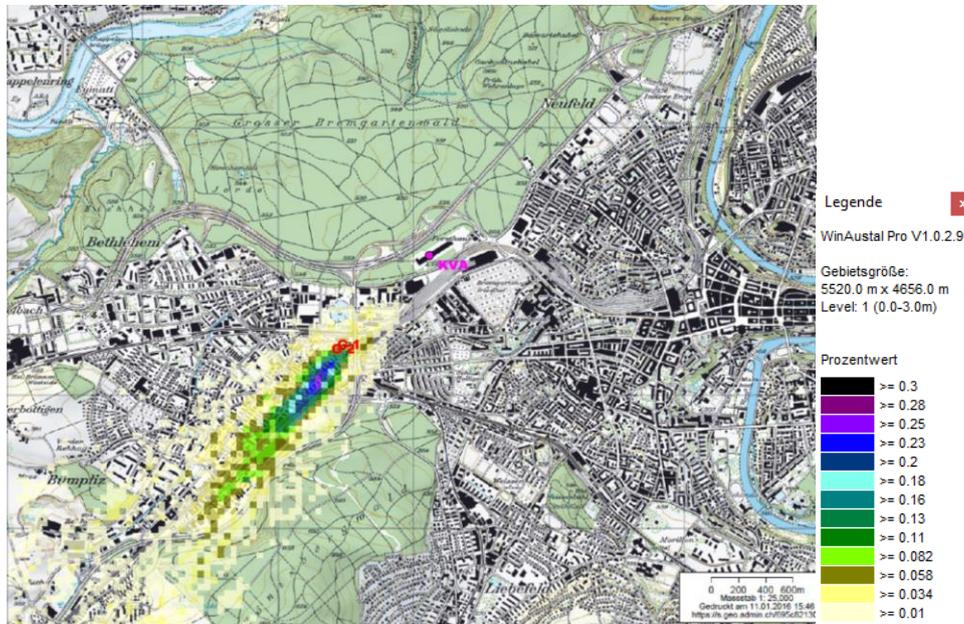


Abbildung 3: Ausbreitungsrechnung für das Szenario mit zwei Gebäuden der Höhe 95m und 76.5m (Szenario 3-NW) bei Biselage. Angegeben ist die Änderung der Schadstoffkonzentration gegenüber der aktuellen Situation in Prozent des Immissionsmaximums (vgl. Abbildung 1). Des Weiteren sind der Standort der Energiezentrale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

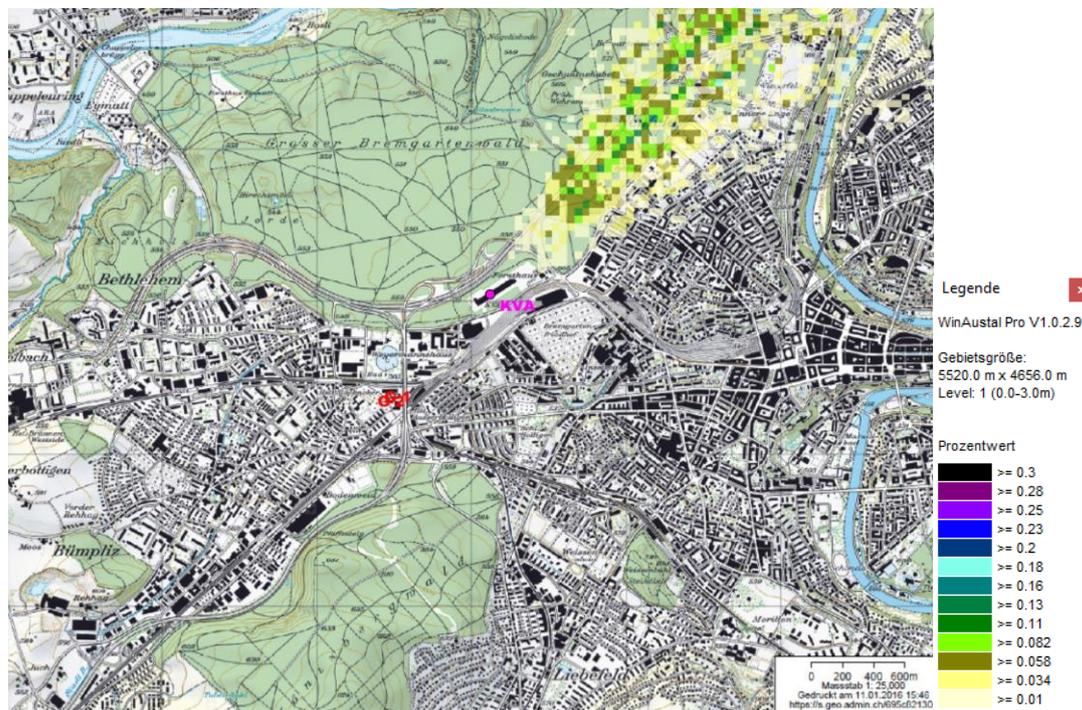


Abbildung 4: Ausbreitungsrechnung für das Szenario mit zwei Gebäuden der Höhe 95m und 76.5m (Szenario 3-NW) bei Westwindlage. Angegeben ist die Änderung der Schadstoffkonzentration gegenüber der aktuellen Situation in Prozent des Immissionsmaximums (vgl. Abbildung 1). Des Weiteren sind der Standort der 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 NO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub>. 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 NO<sub>2</sub> (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 Stiemer, 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)	Überschreitungshäufigkeit	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 m/s) weggelassen.

Station		Zollikofen	Bern-Liebefeld	Bern-Länggasse
<b>Alle Windrichtungen</b>				
Mittelwert Geschwindigkeit	m/s	1.6	1.7	0.95
Median Geschwindigkeit	m/s	1.4	1.2	0.8
Anteil <1 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)
<b>Westwind</b>				
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
<b>Bise</b>				
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 Median<sup>1</sup> 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 (Sekundenböe) 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.

<sup>1</sup> 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-Liebefeld 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.

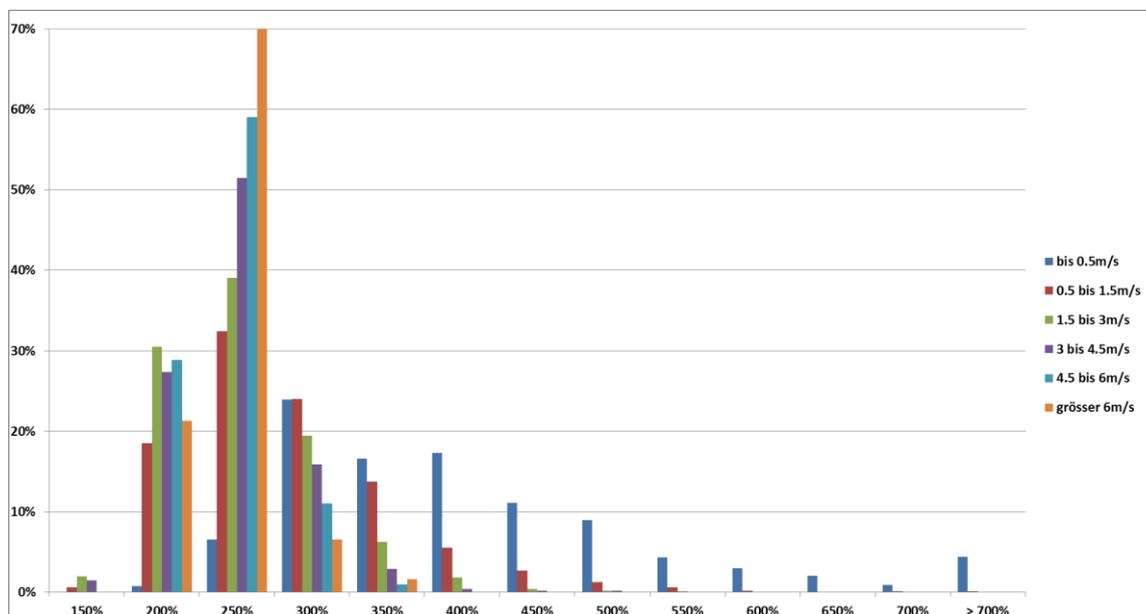


Abbildung 5: Verteilung der Böenspitze relativ zur mittleren Windgeschwindigkeit aufgeteilt nach Windgeschwindigkeitsklassen. x-Achse: Grösse der Böenspitze relativ zur mittleren Windgeschwindigkeit in Prozent (100% bedeutet absolut gleichmässigen Wind). y-Achse: Häufigkeit relativ zur Anzahl Stunden 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.

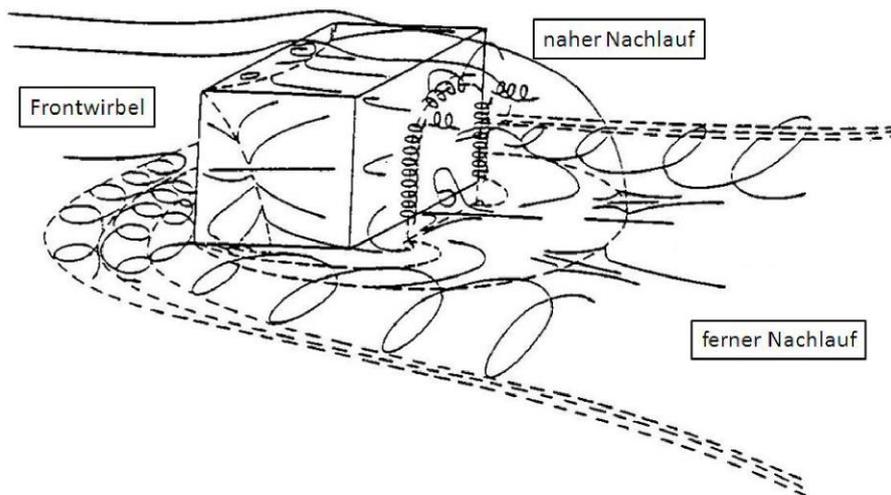


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Luftwirbel um ein kubisches Hindernis (Abbildung aus: R. Röckle et al. (1998), Ausbreitung von Emissionen in komplexer Bebauung - Vergleich zwischen numerischen Modellen und Windkanalmessungen, Projekt europäisches Forschungszentrum für Massnahmen der Luftreinhaltung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

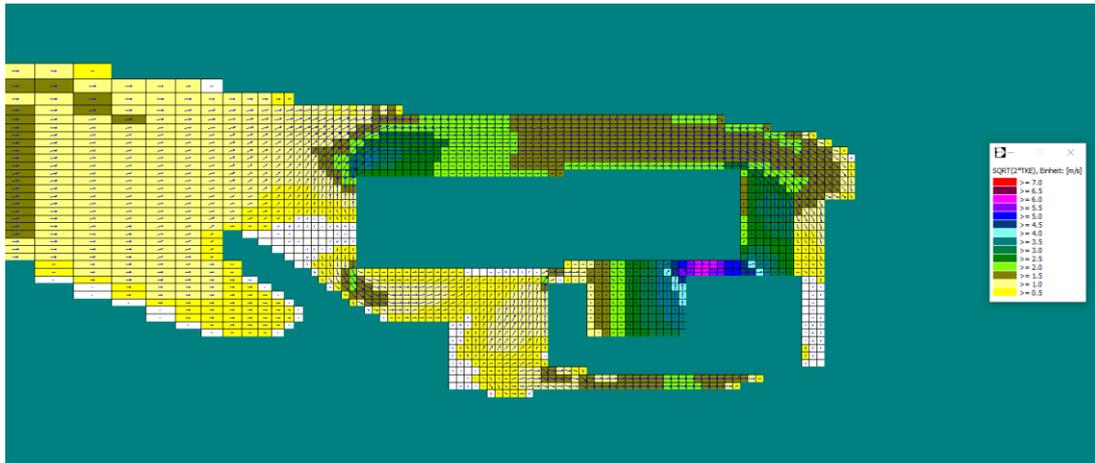


Abbildung 7: Windfeld und Turbulenz im Projekt 3-NW auf 547m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen. Dargestellt ist der nördliche Teil des Areals mit der Bahnlinie (grüner Bereich oben) und der Autobahnbrücke (rechts). Klar sichtbar die hohe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

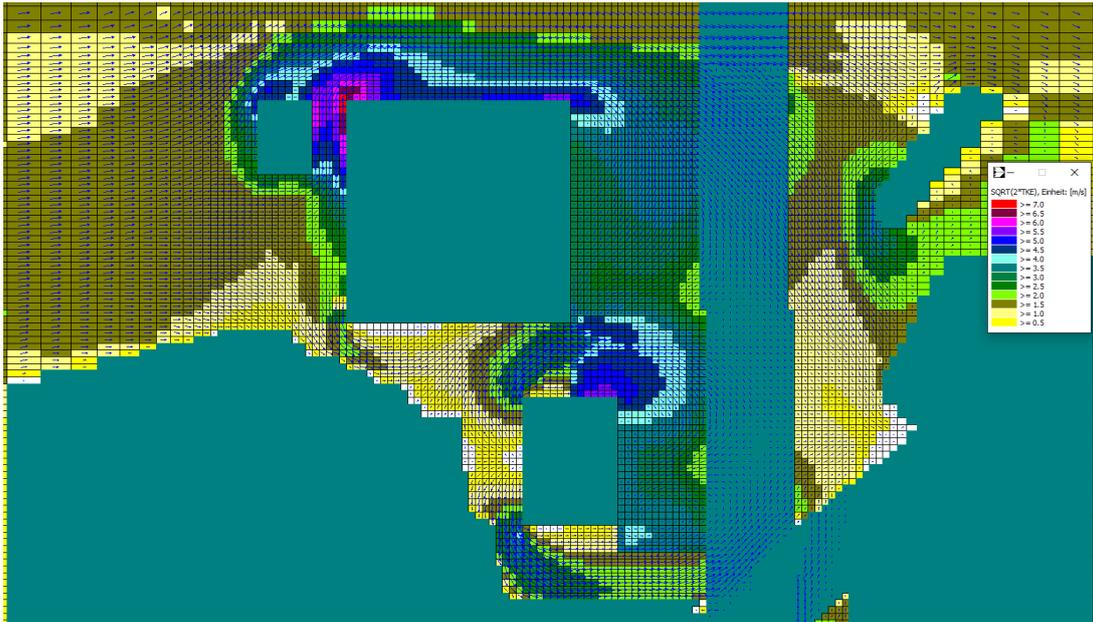


Abbildung 8: Windfeld und Turbulenz im Projekt 2-BB auf 552m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.



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.

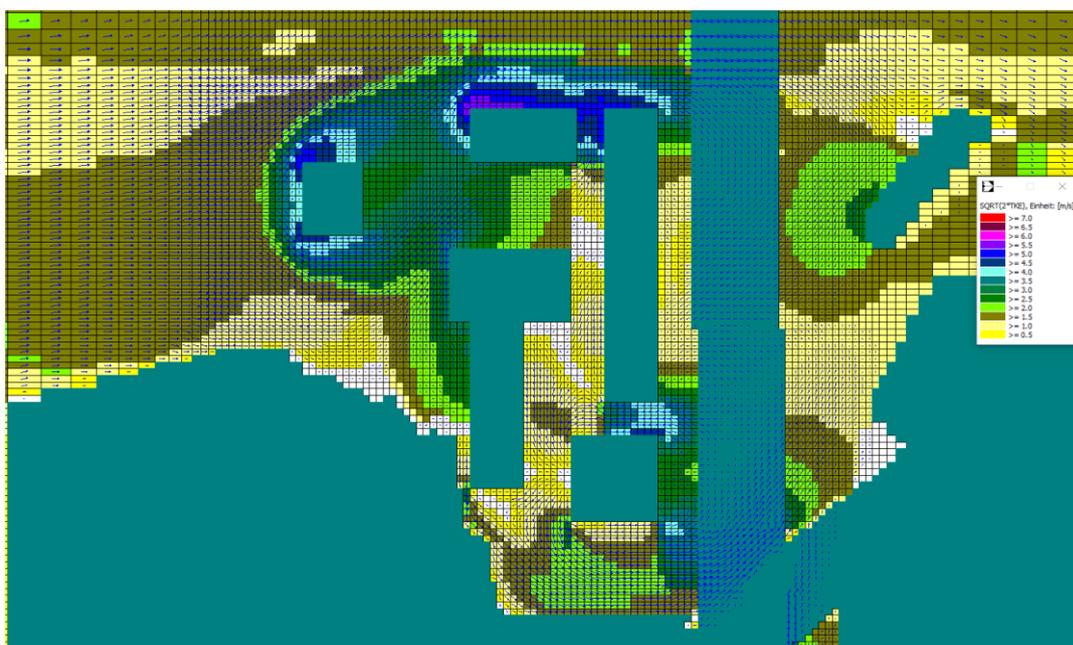


Abbildung 10: Windfeld und Turbulenz im Projekt 4-HBF auf 552m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.

**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.

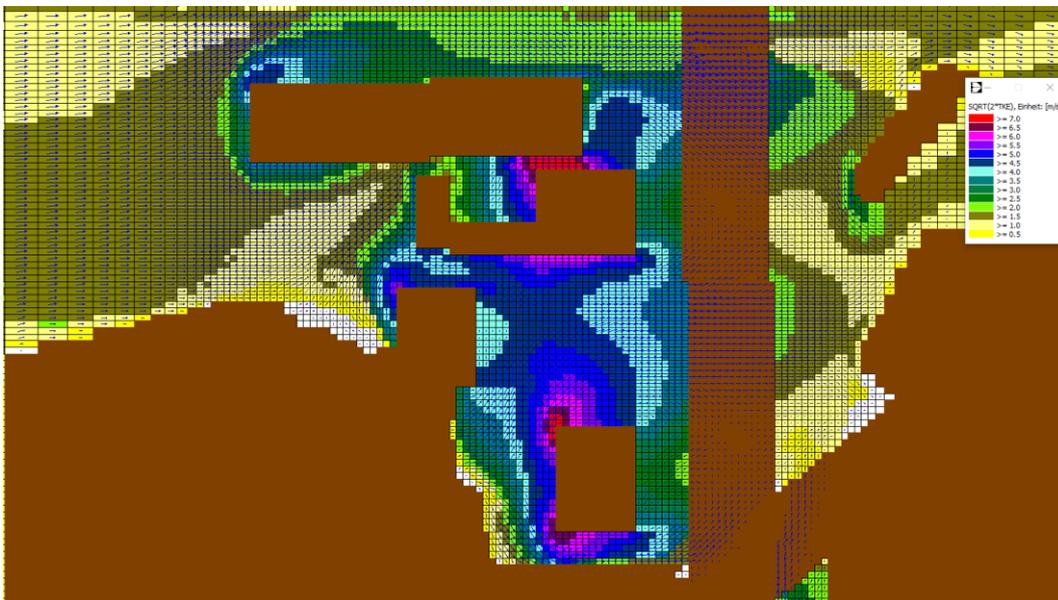


Abbildung 12: Windfeld und Turbulenz im Projekt 3-NW auf 552m ü.M. Braun eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.



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.

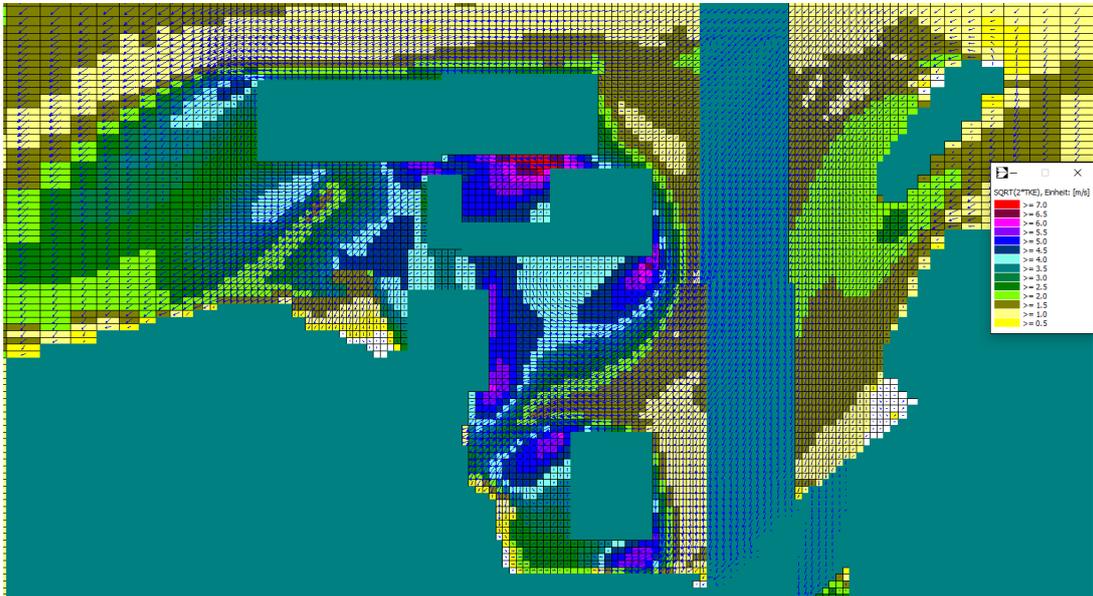


Abbildung 16: Windfeld und Turbulenz im Projekt 3-NW auf 552m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.

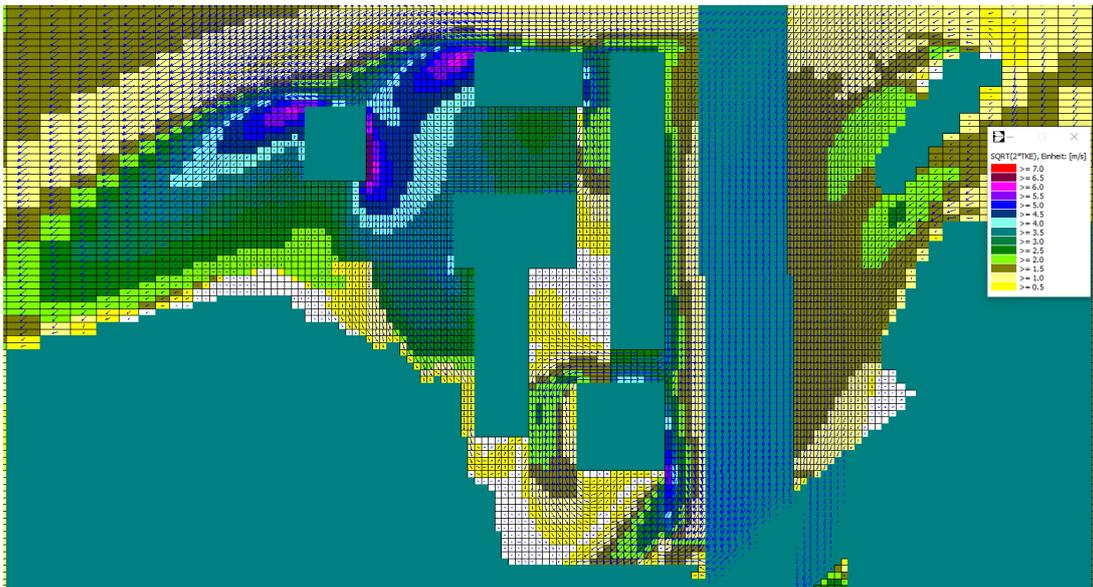


Abbildung 17: Windfeld und Turbulenz im Projekt 4-HBF auf 552m ü.M. Grün eingefärbt alle Bereiche, die auf dieser Höhe entweder überbaut oder im Gelände liegen.

## 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 Areal 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.

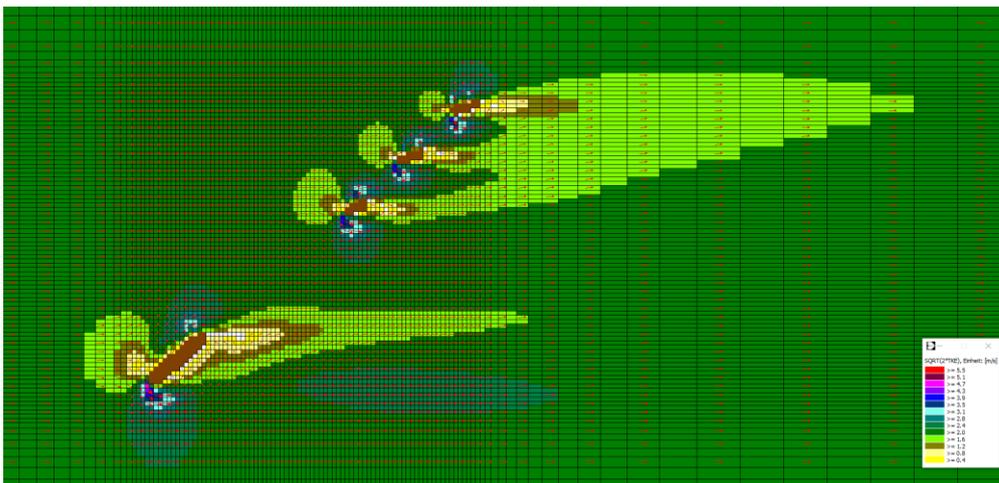


Abbildung 19: Windfeld und Turbulenz in Bodennähe der bestehenden Bauten Europaplatz 1 und Bahnstrasse 59, 79 und 99.

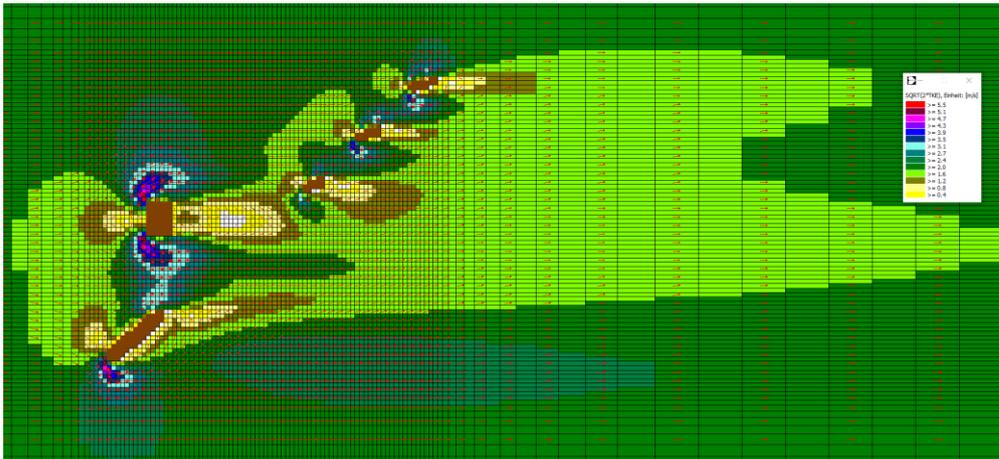


Abbildung 20: Windfeld und Turbulenz in Bodennähe für das Projekt 2-BB.

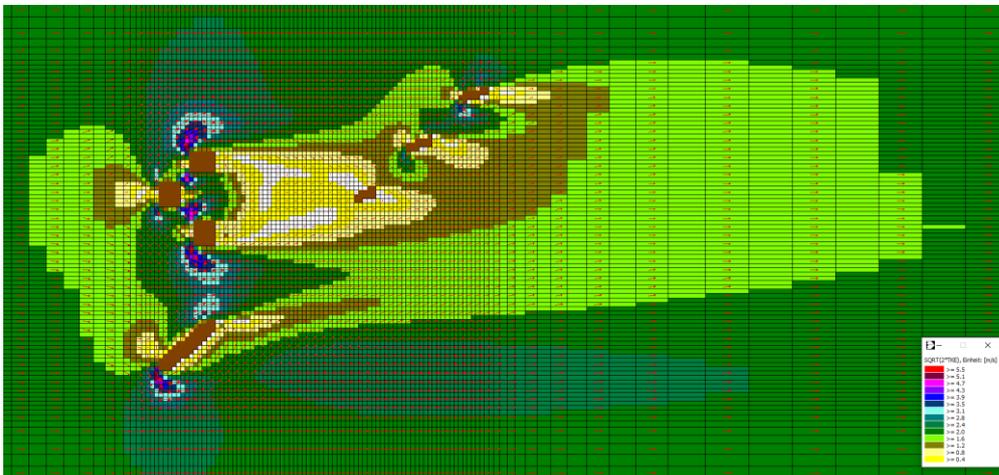


Abbildung 21: Windfeld und Turbulenz in Bodennähe für das Projekt 3-NW.

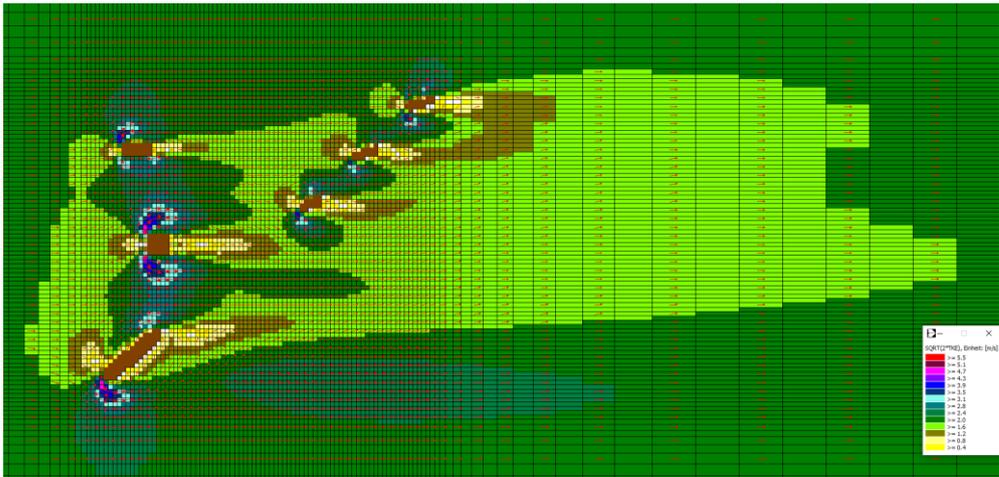


Abbildung 22: Windfeld und Turbulenz in Bodennähe für das Projekt 4-HBF.

### **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).

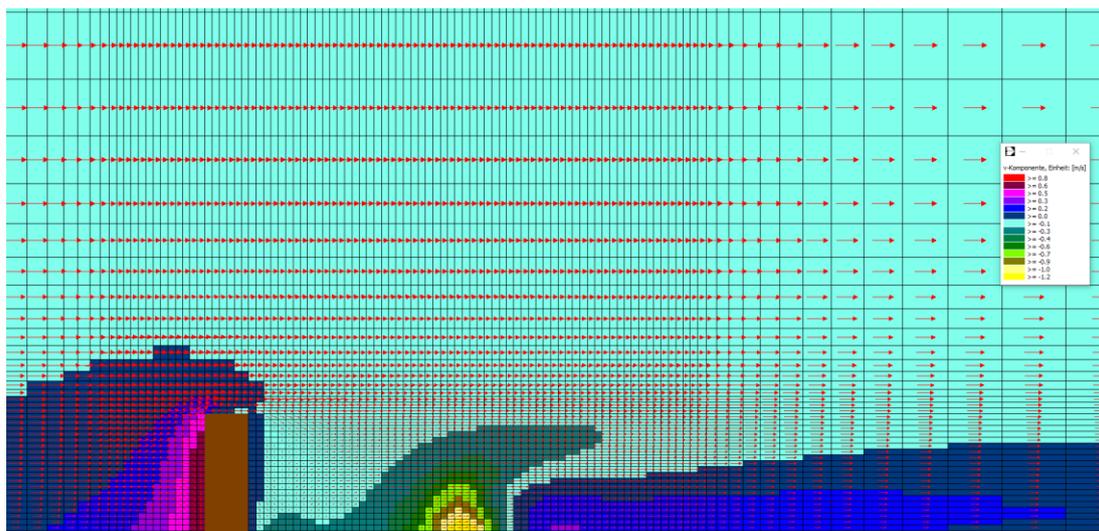


Abbildung 23: Vertikalschnitt entlang der Windrichtung (West-Ost) durch das Windfeld im Projekt 2-BB.  
 Rote Pfeile: mittleres Windfeld in der abgebildeten Ebene. Farbskala: mittleres Windfeld orthogonal zur abgebildeten Ebene (positive Werte: Wind in die Ebene, negative Werte: Wind aus der Ebene).

Bern, den 08. März 2016

Dr. Sina Schneider

Dr. Luzi Bergamin



**B Ermittlung und Beurteilung der Aussenlärmbelastung, Ergänzendes Gutachten  
zu Bericht vom 04.06.2015, 25. Januar 2019, B+S AG**

Bern, 04. Juni 2015

**Energie Wasser Bern AG**

**Standortentwicklung "Areal ewb Holligen", Testplanung:**

**Ermittlung und Beurteilung der Aussenlärmbelastung**



## Impressum

Projektleiter: Laurent Graber  
Berichtsverfasser: Laurent Graber, Laura Hobi

## Änderungsverzeichnis

---

VERSION	DATUM	VERFASSER	BEMERKUNGEN
0.1	04.06.2015	Gr / Hob	

---

## Inhalt

---

<b>1. Einleitung</b>	<b>5</b>
1.1. Ausgangslage	5
1.2. Ziel des Auftrages	5
<b>2. Gegenstand der Testplanung (Studienauftrag)</b>	<b>6</b>
2.1. Übersicht	6
2.2. Mögliche künftige Überbauung	6
<b>3. Grundlagen</b>	<b>7</b>
3.1. Beurteilungsgrundlagen	7
3.2. Verkehrsgrundlagen	9
3.2.1. Nationalstrasse	9
3.2.2. Eisenbahnlärm	9
<b>4. Aussenlärmbelastung</b>	<b>10</b>
4.1. Methodik	10
4.2. Übersicht Beurteilungspunkte	11
4.3. Berechnungsergebnisse und Beurteilung	12
4.3.1. Strassenverkehrslärm (Nationalstrasse)	12
4.3.2. Eisenbahnlärm	13
4.4. Zusammenfassende Beurteilung	13
<b>5. Massnahmen</b>	<b>14</b>

## Beilagen

- Beilage 1: 3H Arealentwicklung Holligen, ewb Rahmenbedingungen: Situation 1:1'000
- Beilage 2: Ergebnisse der Lärmberechnungen
- Beilage 3: Bauen in lärmbelasteten Gebieten: Zusammenstellung von Lärmschutzmassnahmen, Amt für Umweltschutz Stadt Bern, April 2010

## Grundlagenverzeichnis

---

- [1] Energie Wasser Bern, Standortentwicklung "Areal ewb Holligen": Programm zur Testplanung, 18.05.2015.
- [2] Emissionsplan 2015 (Stand: Jan. 2014), Bundesamt für Verkehr; ([map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch))
- [3] Nationalstrasse N12, Abschnitt Flamatt - Weyermannshaus  
Zustandserfassung Lärm (ZEL), B+S AG, 2014

## 1. Einleitung

### 1.1. Ausgangslage

Das «Areal ewb Holligen» ist das zentralste Teilgebiet des Entwicklungsschwerpunktes (ESP) Bern-Ausserholligen im Westen der Stadt Bern. Das Areal ist, insbesondere mit dem öffentlichen Verkehr, bestens erschlossen. Es befindet sich in einer sehr Verkehrs-exponierten Lage zwischen Bahnlinien im Norden, Osten und Süden sowie entlang dem Weyermannshausviadukt (Autobahn N12).

Energie Wasser Bern (ewb) strebt auf diesem Areal eine Standortkonzentration mit der Zentralisierung von zwei der drei bestehenden Bürostandorte unter einem Dach an (Standorte Monbijou und Holligen). In Diskussion sind momentan verschiedene Varianten mit einem Neubau (Ersatz für das Gebäude Stöckackerstrasse 37) und allenfalls ergänzt mit Aufstockung des Gebäudes Stöckackerstrasse 33. Von Seiten ewb sind ca. 500 Büro-Arbeitsplätze mit einer Hauptnutzfläche von rund 10'000 m<sup>2</sup> vorgesehen.



Südfassade Gebäude Stöckackerstrasse 37



Nord- und Westfassade Gebäude Stöckackerstrasse 33

Mit dem Testplanungsverfahren will Energie Wasser Bern namentlich die stadtplanerischen Möglichkeiten eines Hochhauses und der damit verbundenen Arealentwicklung ausloten. Im Anschluss an das Testplanungsverfahren, in dem drei namhafte Architekturbüros Lösungsvorschläge für die künftige Bebauung inkl. Gestaltung liefern werden, wird das Planerlassverfahren mit dem Ziel einer Überbauungsordnung gestartet.

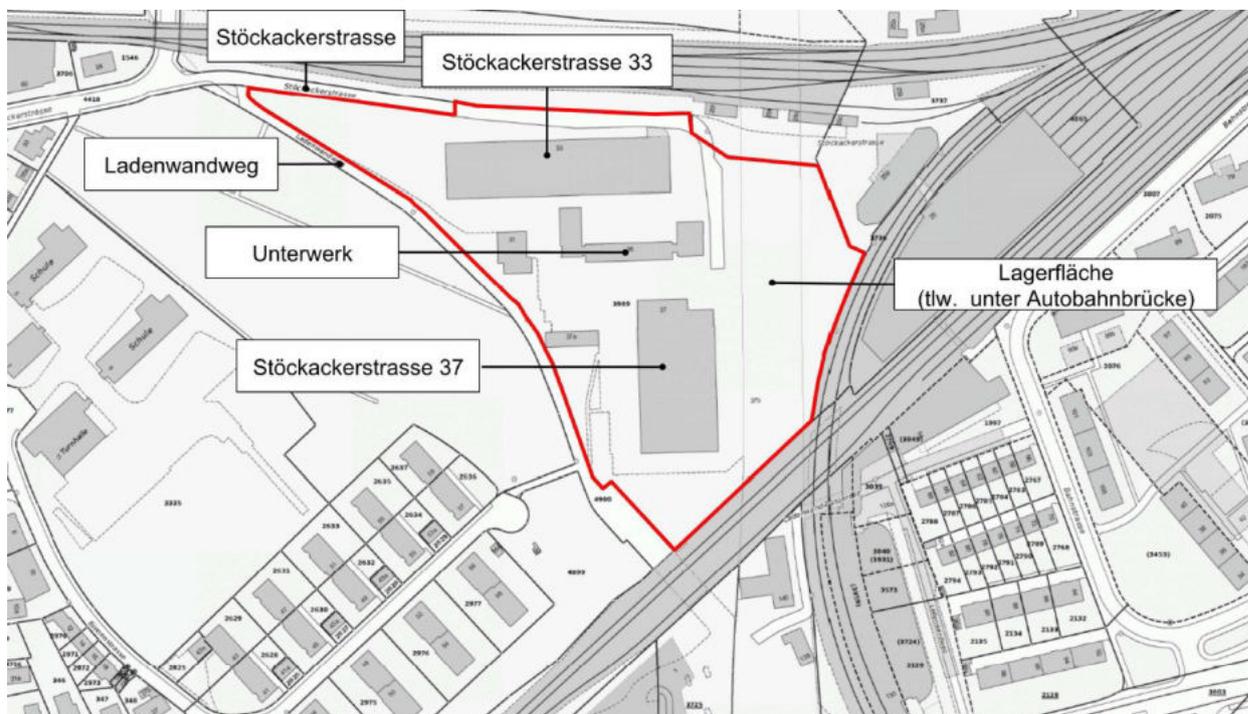
### 1.2. Ziel des Auftrages

Ziel des Auftrages ist es, die von der Nationalstrasse N12 und von den drei verschiedenen Eisenbahnlinien ausgehenden Lärmbelastungen zu ermitteln und anhand der gemäss Lärmschutzverordnung des Bundes (LSV) massgebenden Beurteilungsgrundlagen zu beurteilen. Die Ergebnisse der Berechnungen sollen in Form eines Kurzgutachtens zusammengefasst werden und zwar als Input für die am Testplanungsverfahren teilnehmenden Architekturbüros.

## 2. Gegenstand der Testplanung (Studienauftrag)

### 2.1. Übersicht

In der nachfolgenden Abbildung ist das Areal mit der im Eigentum des ewb stehenden Parzelle 3989 sowie den bestehenden Gebäuden dargestellt.



Übersicht Areal mit Darstellung der Parzelle GBB1 3989 in rot (Abbildung aus [1])

In der Beilage ist zudem ein Situationsplan vorhanden, in welchem der Perimeter der Testplanung, die aktuelle Nutzung des Areals und die ewb Rahmenbedingungen für die Arealentwicklung dargestellt sind.

### 2.2. Mögliche künftige Überbauung

Als möglicher Neubau für das Gebäude Stöckackerstrasse 37 steht u.a. auch ein Hochhaus in Diskussion: Dieses würde im Gegensatz zum bestehenden Gebäude über die Autobahn N12 bzw. den Weyermannshausviadukt hinausragen und deshalb einer besonders hohen Lärmbelastung ausgesetzt sein. Als Rahmenbedingung für die Lage des Neubaus existiert seitens Nationalstrasse eine eidgenössische Baulinie (vgl. Beilage 1, Situation 1:1'000). Bei diesem Neubau wird – zumindest vorderhand – auch Wohnnutzung nicht ausgeschlossen.

Beim Gebäude Stöckackerstrasse 33, welches heute im westlichen Bereich über einen 6-geschossigen Bürotrakt verfügt (vgl. Beilage 1, Situation 1:1'000), wird im Rahmen der Testplanung eine Aufstockung des mittleren/östlichen Teiles bis maximal auf die gleiche Höhe wie der Bürotrakt geprüft. Auch bei dieser Aufstockung wird zum jetzigen Zeitpunkt Wohnnutzung nicht ausgeschlossen.

### 3. Grundlagen

#### 3.1. Beurteilungsgrundlagen

##### Gesetzliche Grundlagen

- Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983
- Lärmschutzverordnung des Bundes (LSV) vom 15. Dezember 1986
- 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

Beim Projektperimeter handelt es sich um ein vor dem 1.1.1985 (= Inkraftsetzung des USG) erschlossenes Areal, welches gemäss rechtsgültigem Zonenplan der Stadt Bern der Industrie- und Gewerbezone (IG) zugeordnet ist. Gemäss Art. 24 USG gelten Umzonungen von bestehenden Bauzonen ausdrücklich nicht als Ausscheidung neuer Bauzonen, d.h. bei Umzonungen (wie im vorliegenden Fall) sind die Immissionsgrenzwerte einzuhalten<sup>1</sup> (und nicht die strengeren Planungswerte).

Nach LSV werden die Lärmbelastungen verschiedener Lärmarten separat ermittelt und beurteilt: Die LSV verfügt deshalb für Strassenverkehrslärm, Eisenbahnlärm, Lärm ziviler Flugplätze, Industrie- und Gewerbelärm etc. verschiedene Anhänge, in denen die Ermittlung des Beurteilungspegels sowie die massgebenden Belastungsgrenzwerte festgelegt sind. Für die im vorliegenden Fall relevanten Lärmarten Strassenverkehrslärm und Eisenbahnlärm sind Anhang 3 resp. Anhang 4 massgebend. Das "Schema" der Belastungsgrenzwerte ist bei beiden Lärmarten bzw. Anhängen identisch. Folgende Beurteilungspegel Lr dürfen im offenen Fenster lärmempfindlicher Räume nicht überschritten werden (rote Markierung = IGW ES III):

ES	Planungswert		Immissionsgrenzwert		Alarmwert	
	Lr in dBA		Lr in dBA		Lr in dBA	
	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

Für Gebiete und Gebäude, in denen sich Personen in der Regel nur am Tag (oder nur in der Nacht) aufhalten, gelten nach Art. 41 LSV für die Nacht (bzw. den Tag) keine Belastungsgrenzwerte. Bei Räumen in Betrieben (z.B. Büronutzungen), die in Gebieten der ES I, II oder III liegen, gelten gemäss Art. 42 LSV um 5 dBA höhere Immissionsgrenzwerte. Im vorliegenden Fall mit ES III gelten somit für Büronutzungen folgende Immissionsgrenzwerte: 70 dBA tags und 60 dBA bei allfälligen Nachtnutzungen.

<sup>1</sup> Unter der Voraussetzung, dass das umgezonte Gebiet keine zusätzliche Erschliessung benötigt.

### Lärmempfindlichkeit von Räumen

Als lärmempfindliche Räume 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). Die Lärmempfindlichkeit von Räumen und die Verwendung des Betriebszugschlages gemäss Art. 42 LSV sind in der nachfolgenden, aus dem Leitfaden Strassenlärm BAFU/ASTRA stammenden Abbildung ersichtlich (Gültigkeit für Strassenverkehrs- und für Eisenbahnlärm).

Raumart	Lärmempfindlich		Nicht Lärmempfindlich
	Wohnen	Betrieb (+5 dB)	
- Wohn- und Schlafzimmer	X		
- Wohnraum	X		
- Raum in Wohnung wesentlich zu Büro umgebaut <sup>1)</sup>		X	
- Wohnküche (BRF > 10 m <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>	X		
- Arbeitsküche (BRF ≤ 10 m <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>			X
- Bad, WC			X
- Treppenhaus, Korridor, Abstellraum			X
- Mansarde wärmegeklämmt	X		
- Hotelzimmer	X		
- Schulzimmer	X		
- Zimmer in Spital, Klinik	X		
- Restaurant: Gaststube mit erheblichem Eigenlärm			X
- Restaurant: Speisesaal mech. belüftet		X	
- Restaurant: Speisesaal natürlich belüftet	X		
- Büro, Besprechungszimmer		X	
- Praxen (Arzt, Rechtsanwalt etc.)		X	
- Coiffeur <sup>2)</sup>		X	
- Einkaufsladen mit geringem Innenlärm		X	
- Einkaufsladen mit erheblichem Innenlärm			X
- Kirchen	X		

#### Bemerkungen

- 1) Die Wohnung enthält kein Bad und/oder keine Küche oder muss anderweitig erheblich umgebaut werden um als Wohnung zu dienen.
- 2) Maximale Bruttomassabmessungen ohne Einbauten und Möbel (BRF)

## 3.2. Verkehrsgrundlagen

### 3.2.1. Nationalstrasse

Gemäss ZEL [3] lag der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) auf der N12 im Abschnitt des ewb-Areals (Weyermannshausviadukt) bei insgesamt rund 34'800 Fahrzeugen pro Tag im Jahr 2009 (ca. 17'500 in Richtung Fribourg und ca. 17'300 in Richtung Bern). Für die vorliegende Untersuchung und Beurteilung wurde der Verkehr mit einer (jährlichen) Zunahme von 1.2% (dito ZEL) auf das Jahr 2020 aufgerechnet:

*N12, Richtung Bern*

- Verkehr 2020: DTV = 19'700 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 = 20'000 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)**

### 3.2.2. Eisenbahnlärm

Die Emissionen betreffend Eisenbahnlärm wurden dem Emissionsplan 2015, herausgegeben vom Bundesamt für Verkehr [2], entnommen. 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)
<b>DfA-Linie 220</b> <b>Bern – Neuchâtel Est (bif)</b> von m 2'540.0 bis m 3'153.5	71.5 dBA	58.6 dBA
<b>DfA-Linie 250</b> <b>Lausanne Est - Bern</b> von m 93'735.0 bis m 94'194.0	75.8 dBA	68.4 dBA
<b>DfA-Linie 298</b> <b>Bern Steigerhubel - Lerchenfeld</b> von m 2'540.0 bis m 3'120.0	59.3 dBA	50.2 dBA

## 4. Aussenlärmbelastung

---

### 4.1. Methodik

Die Ermittlung der Lärmbelastung erfolgte basierend auf den Verkehrsdaten (Nationalstrasse und Eisenbahn) gemäss Kap. 3.2 sowie dem Berechnungsansatz StL-86+ (A = 43) für Strassenlärm bzw. SEMIBEL für Eisenbahnlärm mit einem dreidimensionalen Geländemodell und dem Berechnungstool Cadna-A (Version 4.5.147).

Da das Gebäude Stöckackerstrasse 37 bereits auf der Baulinie steht, wurde für den Neubau mit dem möglichen Hochhaus die gleiche Lage angenommen wie für das bestehende Gebäude. Die Empfangspunkte wurden an den zur Nationalstrasse N12 und/oder zu den Eisenbahnlinien hauptsächlich exponierten Fassaden festgelegt. Zusätzlich wurde die Lärmbelastung – v.a. im Hinblick auf allfällig notwendige Massnahmen zur Grenzwerteinhaltung – bei weiteren Beurteilungspunkten an den (entsprechenden) Seitenfassaden ermittelt.

Für den Neubau mit dem möglichen Hochhaus wurde bei jedem Beurteilungspunkt für jedes Geschoss eine Berechnung durchgeführt und zwar jeweils unter Annahme einer Geschosshöhe von 2.8m: Daraus resultierten insgesamt 34 Geschosse pro Beurteilungspunkt. Beim Gebäude Stöckackerstrasse 33 wurde zusätzlich zu den zwei bestehenden Geschossen (EG mit Werkstatt und 1. OG mit Büronutzung) eine Aufstockung mit insgesamt vier weiteren Geschossen untersucht (bis auf die gleiche Höhe wie der im westlichen Teil vorhandenen Bürotrakt, jeweils 2.8m Höhe).

## 4.2. Übersicht Beurteilungspunkte

Insgesamt wurde aufgrund der obig beschriebenen Methodik bei 9 (Lage-) Punkten die Lärmbelastungen berechnet (vgl. die nachfolgende Abbildung).

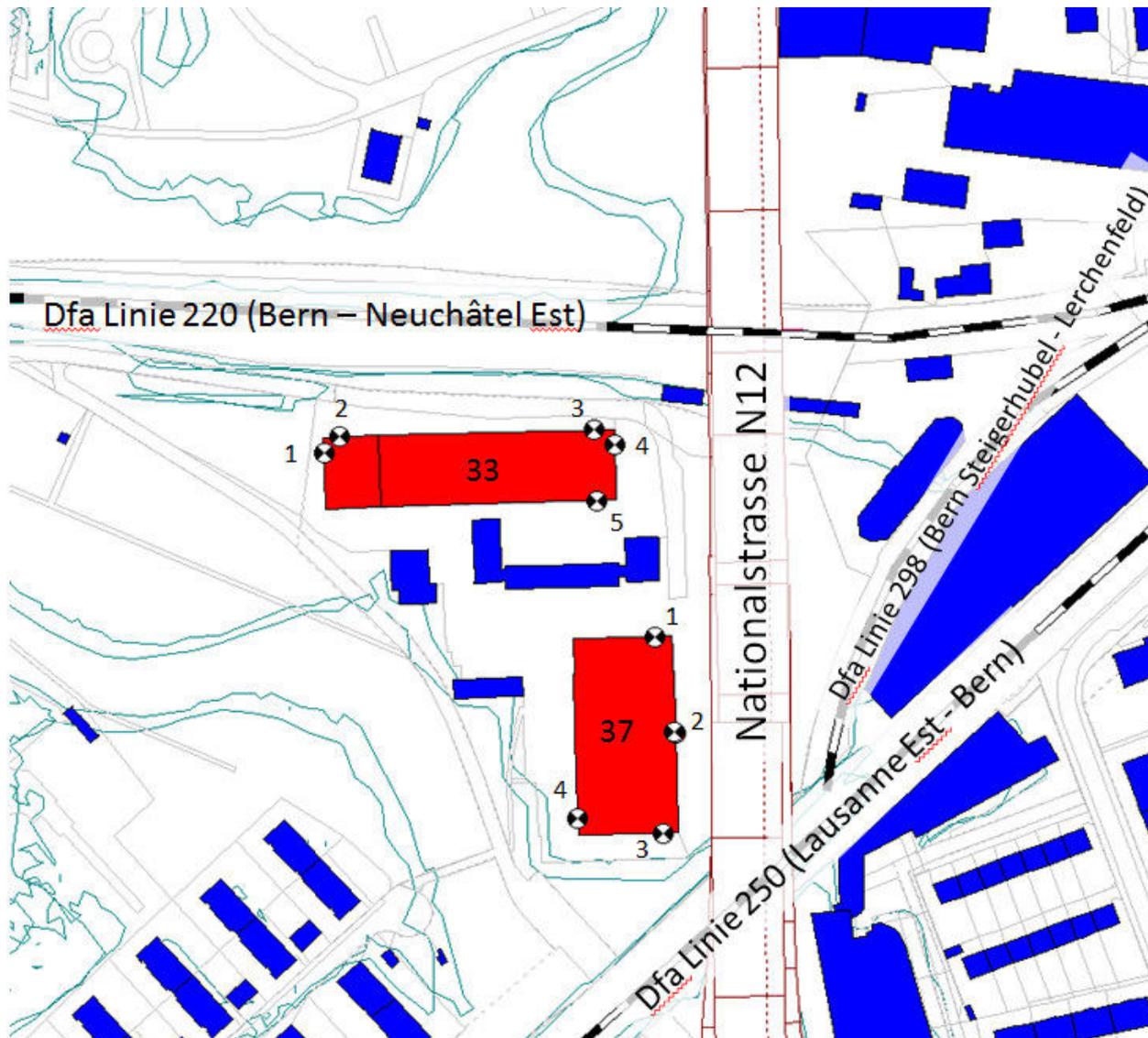


Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Berechnungsmodell mit Lage der Gebäude (rot) und der untersuchten Beurteilungspunkte

### 4.3. Berechnungsergebnisse und Beurteilung

Die ermittelten Lärmbelastungen (Beurteilungspegel Lr) sowie die Überschreitungen des für Wohnräume und für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) massgebenden Immissionsgrenzwertes IGW ES III sind in der Beilage 2 ersichtlich. Nachfolgend wird nur mehr dargestellt, in welchen Geschossen welche Immissionsgrenzwerte überschritten werden:

#### 4.3.1. Strassenverkehrslärm (Nationalstrasse)

##### Neubau Hochhaus (Stöckackerstrasse 37)

- *Ostfassade (Pkt. 2)*  
Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ab dem 3. OG bis und mit dem 34. OG überschritten.  
Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden im Falle von alleinigen Tagnutzungen ab dem 4. OG bis und mit dem 15. OG überschritten, im Falle von Nachtnutzungen sogar bis und mit dem 23. OG.
- *Südfassade (Pkt. 3)*  
Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ab dem 3. OG bis und mit dem 32. OG überschritten.  
Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden nur für allfällige, entsprechende Nachtnutzungen vom 5. OG bis und mit dem 7. OG überschritten.
- *Nordfassade (Pkt. 1)*  
Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden ab dem 4. OG bis und mit dem 34. OG überschritten.  
Die Immissionsgrenzwerte für Betriebsräume (z.B. Büronutzung) werden nur für allfällige, entsprechende Nachtnutzungen im 6. OG und 7. OG überschritten.

##### Aufstockung Stöckackerstrasse 33

- *Ostfassade mit Aufstockung (Pkt. 4)*  
Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden im 4. OG und 5. OG überschritten.
- *Südfassade mit Aufstockung (Pkt. 5)*  
Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden im 5. OG überschritten.
- *Nordfassade mit Aufstockung (Pkt. 3)*  
Die Immissionsgrenzwerte für Wohnnutzung werden im 5. OG überschritten.

#### **4.3.2. Eisenbahnlärm**

##### Neubau Hochhaus (Stöckackerstrasse 37)

Die Immissionsgrenzwerte der Empfindlichkeitsstufe III (Wohn- und Büro-/Gewerbenutzung) werden in der Tag- und in der Nachtperiode an allen Beurteilungspunkten bzw. Fassaden eingehalten.

##### Aufstockung Stöckackerstrasse 33

Die Immissionsgrenzwerte der Empfindlichkeitsstufe III (Wohn- und Büro-/Gewerbenutzung) werden in der Tag- und in der Nachtperiode an allen Beurteilungspunkten bzw. Fassaden eingehalten.

#### **4.4. Zusammenfassende Beurteilung**

Die von den Eisenbahnlinien ausgehende Lärmbelastung ist in Bezug auf die Anforderungen der Lärmschutzverordnung nicht kritisch: Die Immissionsgrenzwerte ES III werden sowohl für Betriebsräume, als auch für Wohnräume bei allen untersuchten Beurteilungspunkten der beiden Gebäude eingehalten.

Die von der Nationalstrasse N12 (Weyermannshausviadukt) ausgehende Lärmbelastung ist hingegen sehr hoch:

##### Neubau Hochhaus (Stöckackerstrasse 37)

Bei einem auf die eidg. Baulinie zu liegen kommenden Hochhaus (Stöckackerstrasse 37) würde der für Wohnnutzung gültige Immissionsgrenzwert an der exponierten Ostfassade wie auch bei den nächstgelegenen Fenstern der Nord- und der Südfassade quasi flächendeckend überschritten. Die Überschreitung beträgt dabei an der Ostfassade bis zu 10 dBA und den nächstgelegenen Fenstern der Nord- und der Südfassade bis zu 6 dBA.

Für Betriebsräume mit ausschliesslicher Tagesnutzung (6-22 Uhr) würde der dafür massgebende Immissionsgrenzwert ab dem 4. OG bis ca. zum 15. OG um 1-3 dBA überschritten.

An der Westfassade werden die IGW ES III für Wohnnutzung gut eingehalten.

##### Aufstockung Stöckackerstrasse 33

Der für Wohnnutzung gültige Immissionsgrenzwert würde an der exponierten Ostfassade im 4. OG und im 5. OG überschritten; Bei den nächstgelegenen Fenstern der Nord- und der Südfassade würde dieser Immissionsgrenzwert nur im 5. OG überschritten.

Der für Betriebsräume massgebende Immissionsgrenzwert würde – auch bei allfälliger Nachtnutzung – bei allen Fassaden und Fenstern eingehalten.

## 5. Massnahmen

---

Es ist Sache der an der Testplanung teilnehmenden Architekturbüros, geeignete Lösungen bzw. Massnahmen zu finden, welche die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte nach LSV sicherstellen. Wir verweisen an dieser Stelle auf die Vollzugspraxis der Stadt Bern und auf das entsprechende Merkblatt "Bauen in lärmbelasteten Gebieten: Zusammenstellung von Lärmschutzmassnahmen", Amt für Umweltschutz Stadt Bern, April 2010, welches diesem Kurzugutachten beigelegt ist. Dabei ist zu beachten, dass nicht nur die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte nach Art. 31 LSV gewährleistet werden muss, sondern dass auch die Anforderungen an den Schallschutz bei Aussen- und Trennbauanteilen gemäss Art. 32 LSV eingehalten werden müssen.

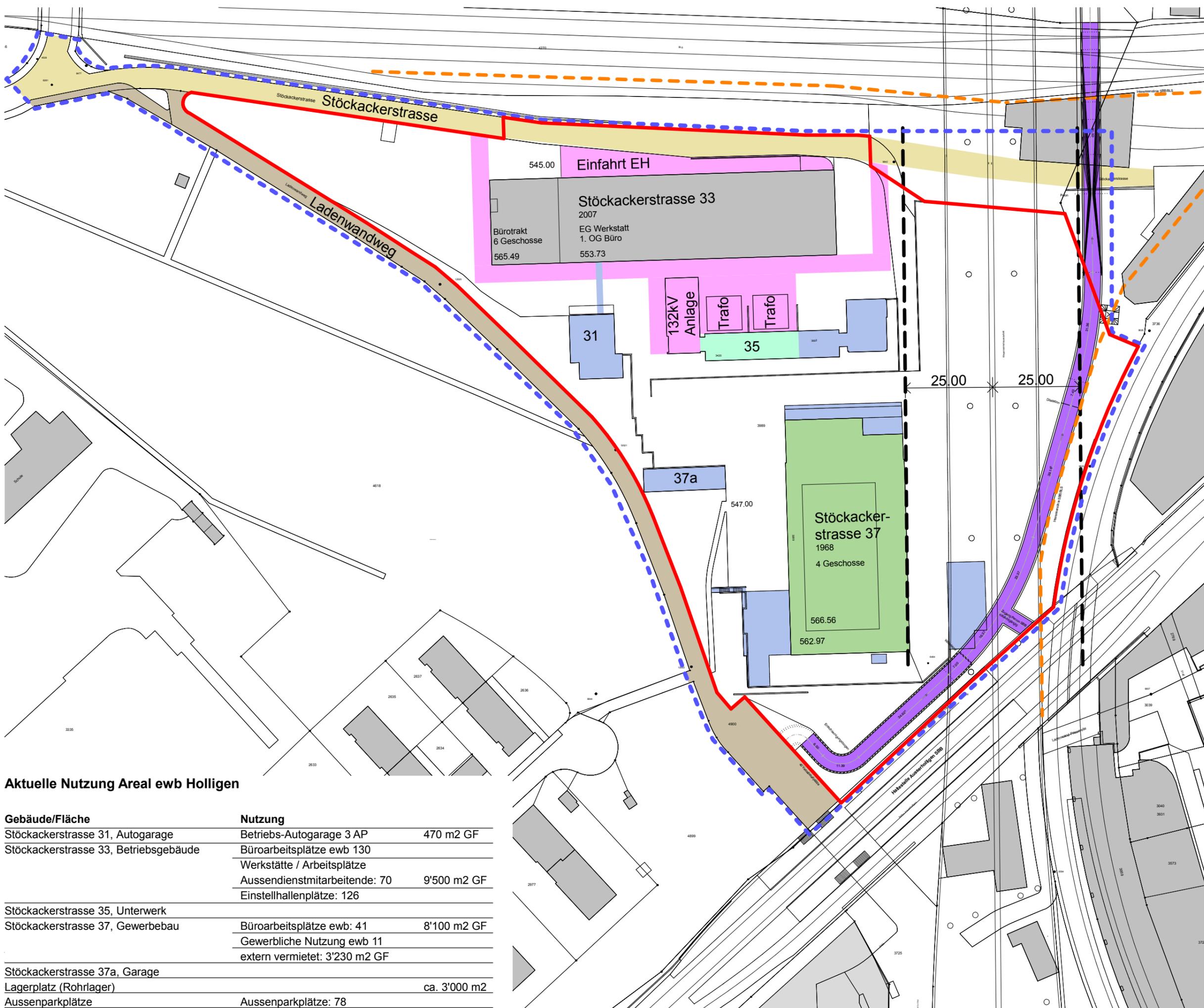
B+S AG



Laurent Graber



Laura Hobi



- LEGENDE:
- Testplanung Projektperimeter
  - ewb Areal Parz. GBBI-Nr. 6/3989
  - Eidgenössische Baulinie
  - Interessenslinie SBB
  - Sperrfläche Betrieb Unterwerk
  - Umnutzung ab 1.OG möglich
  - Rückbau/ Umnutzung möglich
  - Neubau oder Aufstockung bis insgesamt 7.OG
  - Strasse Detailerschliessung Areal ewb und BLS
  - Fuss-/ Radweg (Basierschliessung)
  - Langsamverkehrspasserelle (Projekt)

**ewb**

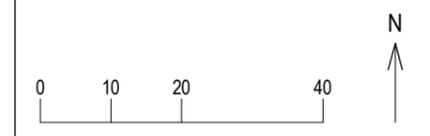
ENERGIE WASSER BERN TEL. 031 321 31 11  
 MONBIJOUSTRASSE 11 FAX. 031 321 34 95  
 POSTFACH 3001 BERN WWW.EWB.CH

### 3H AREALENTWICKLUNG HOLLIGEN

### EWB RAHMENBEDINGUNGEN

#### Aktuelle Nutzung Areal ewb Holligen

Gebäude/Fläche	Nutzung	
Stöckackerstrasse 31, Autogarage	Betriebs-Autogarage 3 AP	470 m2 GF
Stöckackerstrasse 33, Betriebsgebäude	Büroarbeitsplätze ewb 130	
	Werkstätte / Arbeitsplätze	
	Aussendienstmitarbeitende: 70	9'500 m2 GF
	Einstellhallenplätze: 126	
Stöckackerstrasse 35, Unterwerk		
Stöckackerstrasse 37, Gewerbepbau	Büroarbeitsplätze ewb: 41	8'100 m2 GF
	Gewerbliche Nutzung ewb 11	
	extern vermietet: 3'230 m2 GF	
Stöckackerstrasse 37a, Garage		
Lagerplatz (Rohrlager)		ca. 3'000 m2
Aussenparkplätze	Aussenparkplätze: 78	



MST. 1:1000  
 DATUM 18.05.2015 PL.NR. 011

Standortentwicklung "Areal ewb Holligen", Testplanung:  
Ermittlung und Beurteilung der Aussenlärmbelastung

Gebäude	Pkt.-Nr.	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)
Stöckackerstr. 33	1	West	EG	III	47	34	-	-	45	37	-	-	-	-
	1	West	1. OG	III	51	38	-	-	46	38	-	-	-	-
	1	West	2. OG	III	51	38	-	-	47	38	-	-	-	-
	1	West	3. OG	III	51	38	-	-	48	39	-	-	-	-
	1	West	4. OG	III	51	39	-	-	49	41	-	-	-	-
	1	West	5. OG	III	51	39	-	-	50	42	-	-	-	-
	2	Nord (best.)	EG	III	50	37	-	-	55	46	-	-	-	-
	2	Nord (best.)	1. OG	III	55	42	-	-	56	48	-	-	-	-
	2	Nord (best.)	2. OG	III	55	42	-	-	58	49	-	-	-	-
	2	Nord (best.)	3. OG	III	55	42	-	-	59	51	-	-	-	-
	2	Nord (best.)	4. OG	III	55	43	-	-	60	51	-	-	-	-
	2	Nord (best.)	5. OG	III	55	43	-	-	61	52	-	-	-	-
	3	Nord (Aufst.)	EG	III	49	36	-	-	54	45	-	-	-	-
	3	Nord (Aufst.)	1. OG	III	55	43	-	-	56	48	-	-	-	-
	3	Nord (Aufst.)	2. OG	III	56	43	-	-	58	49	-	-	-	-
	3	Nord (Aufst.)	3. OG	III	56	43	-	-	60	52	-	-	-	-
	3	Nord (Aufst.)	4. OG	III	56	44	-	-	61	53	-	-	-	-
	3	Nord (Aufst.)	5. OG	III	56	44	-	-	65	57	-	2	-	-
	4	Ost	EG	III	47	37	-	-	58	50	-	-	-	-
	4	Ost	1. OG	III	53	41	-	-	60	51	-	-	-	-
	4	Ost	2. OG	III	54	42	-	-	61	53	-	-	-	-
	4	Ost	3. OG	III	54	43	-	-	63	54	-	-	-	-
	4	Ost	4. OG	III	54	44	-	-	65	57	-	2	-	-
	4	Ost	5. OG	III	55	44	-	-	69	60	4	5	-	-
	5	Süd	EG	III	41	30	-	-	56	48	-	-	-	-
	5	Süd	1. OG	III	43	32	-	-	57	49	-	-	-	-
	5	Süd	2. OG	III	45	35	-	-	59	51	-	-	-	-
	5	Süd	3. OG	III	48	40	-	-	61	53	-	-	-	-
	5	Süd	4. OG	III	49	41	-	-	63	54	-	-	-	-
	5	Süd	5. OG	III	50	41	-	-	65	57	-	2	-	-

Standortentwicklung "Areal ewb Holligen", Testplanung:  
Ermittlung und Beurteilung der Aussenlärmbelastung

Gebäude	Pkt.-Nr.	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)
Stöckackerstr. 37	1	Nord	EG	III	44	34	-	-	56	48	-	-	-	-
	1	Nord	1. OG	III	46	35	-	-	58	49	-	-	-	-
	1	Nord	2. OG	III	47	36	-	-	60	52	-	-	-	-
	1	Nord	3. OG	III	49	38	-	-	63	54	-	-	-	-
	1	Nord	4. OG	III	49	38	-	-	66	58	1	3	-	-
	1	Nord	5. OG	III	50	38	-	-	69	60	4	5	-	-
	1	Nord	6. OG	III	50	38	-	-	69	61	4	6	-	1
	1	Nord	7. OG	III	50	38	-	-	69	61	4	6	-	1
	1	Nord	8. OG	III	50	38	-	-	69	60	4	5	-	-
	1	Nord	9. OG	III	50	38	-	-	69	60	4	5	-	-
	1	Nord	10. OG	III	50	38	-	-	69	60	4	5	-	-
	1	Nord	11. OG	III	50	39	-	-	68	60	3	5	-	-
	1	Nord	12. OG	III	50	39	-	-	68	60	3	5	-	-
	1	Nord	13. OG	III	50	39	-	-	68	60	3	5	-	-
	1	Nord	14. OG	III	51	39	-	-	68	60	3	5	-	-
	1	Nord	15. OG	III	51	39	-	-	68	59	3	4	-	-
	1	Nord	16. OG	III	51	39	-	-	67	59	2	4	-	-
	1	Nord	17. OG	III	51	40	-	-	67	59	2	4	-	-
	1	Nord	18. OG	III	51	40	-	-	67	59	2	4	-	-
	1	Nord	19. OG	III	51	40	-	-	67	59	2	4	-	-
	1	Nord	20. OG	III	51	40	-	-	67	58	2	3	-	-
	1	Nord	21. OG	III	51	40	-	-	67	58	2	3	-	-
	1	Nord	22. OG	III	51	41	-	-	66	58	1	3	-	-
	1	Nord	23. OG	III	51	41	-	-	66	58	1	3	-	-
	1	Nord	24. OG	III	51	41	-	-	66	58	1	3	-	-
	1	Nord	25. OG	III	51	41	-	-	66	58	1	3	-	-
	1	Nord	26. OG	III	51	41	-	-	66	57	1	2	-	-
	1	Nord	27. OG	III	51	41	-	-	65	57	-	2	-	-
	1	Nord	28. OG	III	51	41	-	-	65	57	-	2	-	-
	1	Nord	29. OG	III	51	41	-	-	65	57	-	2	-	-
	1	Nord	30. OG	III	51	41	-	-	65	57	-	2	-	-
	1	Nord	31. OG	III	51	41	-	-	65	57	-	2	-	-
	1	Nord	32. OG	III	51	41	-	-	65	56	-	1	-	-
	1	Nord	33. OG	III	51	41	-	-	65	56	-	1	-	-
1	Nord	34. OG	III	51	41	-	-	64	56	-	1	-	-	

Standortentwicklung "Areal ewb Holligen", Testplanung:  
Ermittlung und Beurteilung der Aussenlärmbelastung

Gebäude	Pkt.-Nr.	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)
Stöckackerstr. 37	2	Ost	EG	III	54	47	-	-	59	51	-	-	-	-
	2	Ost	1. OG	III	57	49	-	-	61	53	-	-	-	-
	2	Ost	2. OG	III	57	50	-	-	64	55	-	-	-	-
	2	Ost	3. OG	III	58	50	-	-	67	59	2	4	-	-
	2	Ost	4. OG	III	58	50	-	-	72	64	7	9	2	4
	2	Ost	5. OG	III	58	50	-	-	73	65	8	10	3	5
	2	Ost	6. OG	III	58	50	-	-	73	65	8	10	3	5
	2	Ost	7. OG	III	58	50	-	-	73	64	8	9	3	4
	2	Ost	8. OG	III	58	50	-	-	73	64	8	9	3	4
	2	Ost	9. OG	III	58	50	-	-	72	64	7	9	2	4
	2	Ost	10. OG	III	58	50	-	-	72	64	7	9	2	4
	2	Ost	11. OG	III	58	50	-	-	72	63	7	8	2	3
	2	Ost	12. OG	III	58	50	-	-	72	63	7	8	2	3
	2	Ost	13. OG	III	58	50	-	-	71	63	6	8	1	3
	2	Ost	14. OG	III	58	50	-	-	71	63	6	8	1	3
	2	Ost	15. OG	III	58	50	-	-	71	62	6	7	1	2
	2	Ost	16. OG	III	58	50	-	-	70	62	5	7	-	2
	2	Ost	17. OG	III	58	50	-	-	70	62	5	7	-	2
	2	Ost	18. OG	III	57	50	-	-	70	62	5	7	-	2
	2	Ost	19. OG	III	57	50	-	-	70	61	5	6	-	1
	2	Ost	20. OG	III	57	49	-	-	70	61	5	6	-	1
	2	Ost	21. OG	III	57	49	-	-	69	61	4	6	-	1
	2	Ost	22. OG	III	57	49	-	-	69	61	4	6	-	1
	2	Ost	23. OG	III	57	49	-	-	69	61	4	6	-	1
	2	Ost	24. OG	III	56	49	-	-	69	60	4	5	-	-
	2	Ost	25. OG	III	56	48	-	-	68	60	3	5	-	-
	2	Ost	26. OG	III	56	48	-	-	68	60	3	5	-	-
	2	Ost	27. OG	III	56	48	-	-	68	60	3	5	-	-
	2	Ost	28. OG	III	56	48	-	-	68	60	3	5	-	-
	2	Ost	29. OG	III	55	48	-	-	68	59	3	4	-	-
	2	Ost	30. OG	III	55	47	-	-	68	59	3	4	-	-
	2	Ost	31. OG	III	55	47	-	-	67	59	2	4	-	-
	2	Ost	32. OG	III	55	47	-	-	67	59	2	4	-	-
	2	Ost	33. OG	III	55	47	-	-	67	59	2	4	-	-
2	Ost	34. OG	III	54	47	-	-	67	59	2	4	-	-	

Standortentwicklung "Areal ewb Holligen", Testplanung:  
Ermittlung und Beurteilung der Aussenlärmbelastung

Gebäude	Pkt.-Nr.	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)
Stöckackerstr. 37	3	Süd	EG	III	55	47	-	-	57	49	-	-	-	-
	3	Süd	1. OG	III	60	52	-	-	60	51	-	-	-	-
	3	Süd	2. OG	III	60	53	-	-	62	54	-	-	-	-
	3	Süd	3. OG	III	60	53	-	-	66	58	1	3	-	-
	3	Süd	4. OG	III	60	53	-	-	69	60	4	5	-	-
	3	Süd	5. OG	III	60	53	-	-	69	61	4	6	-	1
	3	Süd	6. OG	III	60	53	-	-	69	61	4	6	-	1
	3	Süd	7. OG	III	60	53	-	-	69	61	4	6	-	1
	3	Süd	8. OG	III	60	52	-	-	69	60	4	5	-	-
	3	Süd	9. OG	III	60	52	-	-	69	60	4	5	-	-
	3	Süd	10. OG	III	59	52	-	-	68	60	3	5	-	-
	3	Süd	11. OG	III	59	52	-	-	68	60	3	5	-	-
	3	Süd	12. OG	III	59	52	-	-	68	60	3	5	-	-
	3	Süd	13. OG	III	59	51	-	-	68	59	3	4	-	-
	3	Süd	14. OG	III	59	51	-	-	68	59	3	4	-	-
	3	Süd	15. OG	III	58	51	-	-	67	59	2	4	-	-
	3	Süd	16. OG	III	58	51	-	-	67	59	2	4	-	-
	3	Süd	17. OG	III	58	50	-	-	67	59	2	4	-	-
	3	Süd	18. OG	III	58	50	-	-	67	58	2	3	-	-
	3	Süd	19. OG	III	57	50	-	-	66	58	1	3	-	-
	3	Süd	20. OG	III	57	50	-	-	66	58	1	3	-	-
	3	Süd	21. OG	III	57	49	-	-	66	58	1	3	-	-
	3	Süd	22. OG	III	57	49	-	-	66	57	1	2	-	-
	3	Süd	23. OG	III	56	49	-	-	66	57	1	2	-	-
	3	Süd	24. OG	III	56	49	-	-	65	57	-	2	-	-
	3	Süd	25. OG	III	56	49	-	-	65	57	-	2	-	-
	3	Süd	26. OG	III	56	48	-	-	65	57	-	2	-	-
	3	Süd	27. OG	III	56	48	-	-	65	56	-	1	-	-
	3	Süd	28. OG	III	55	48	-	-	65	56	-	1	-	-
	3	Süd	29. OG	III	55	48	-	-	64	56	-	1	-	-
	3	Süd	30. OG	III	55	48	-	-	64	56	-	1	-	-
	3	Süd	31. OG	III	55	47	-	-	64	56	-	1	-	-
	3	Süd	32. OG	III	55	47	-	-	64	56	-	1	-	-
	3	Süd	33. OG	III	55	47	-	-	64	55	-	-	-	-
3	Süd	34. OG	III	54	47	-	-	64	55	-	-	-	-	

Standortentwicklung "Areal ewb Holligen", Testplanung:  
Ermittlung und Beurteilung der Aussenlärmbelastung

Gebäude	Pkt.-Nr.	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)
Stöckackerstr. 37	4	West	EG	III	45	37	-	-	49	41	-	-	-	-
	4	West	1. OG	III	49	41	-	-	50	41	-	-	-	-
	4	West	2. OG	III	49	42	-	-	50	42	-	-	-	-
	4	West	3. OG	III	50	42	-	-	51	42	-	-	-	-
	4	West	4. OG	III	50	42	-	-	52	43	-	-	-	-
	4	West	5. OG	III	50	43	-	-	50	42	-	-	-	-
	4	West	6. OG	III	50	43	-	-	51	42	-	-	-	-
	4	West	7. OG	III	50	43	-	-	51	43	-	-	-	-
	4	West	8. OG	III	51	43	-	-	52	43	-	-	-	-
	4	West	9. OG	III	51	43	-	-	52	44	-	-	-	-
	4	West	10. OG	III	51	43	-	-	52	44	-	-	-	-
	4	West	11. OG	III	51	43	-	-	52	44	-	-	-	-
	4	West	12. OG	III	51	43	-	-	53	44	-	-	-	-
	4	West	13. OG	III	51	43	-	-	53	45	-	-	-	-
	4	West	14. OG	III	51	43	-	-	53	45	-	-	-	-
	4	West	15. OG	III	51	43	-	-	53	45	-	-	-	-
	4	West	16. OG	III	51	43	-	-	54	45	-	-	-	-
	4	West	17. OG	III	51	43	-	-	54	45	-	-	-	-
	4	West	18. OG	III	51	43	-	-	54	45	-	-	-	-
	4	West	19. OG	III	51	43	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	20. OG	III	51	43	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	21. OG	III	51	43	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	22. OG	III	51	43	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	23. OG	III	51	43	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	24. OG	III	51	43	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	25. OG	III	51	43	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	26. OG	III	51	43	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	27. OG	III	51	43	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	28. OG	III	51	42	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	29. OG	III	51	42	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	30. OG	III	51	42	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	31. OG	III	50	42	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	32. OG	III	50	42	-	-	54	46	-	-	-	-
	4	West	33. OG	III	50	42	-	-	54	46	-	-	-	-
4	West	34. OG	III	50	42	-	-	54	46	-	-	-	-	

## Bauen in lärmbelasteten Gebieten

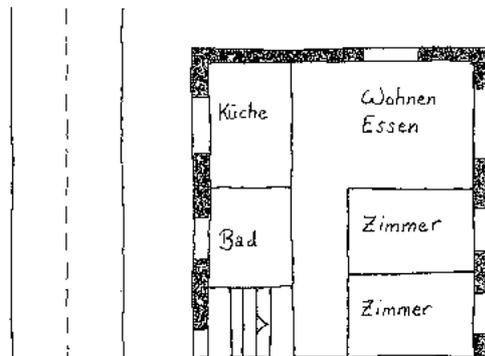
### Zusammenstellung von Lärmschutzmassnahmen

In diesem Anhang finden Sie im ersten Teil eine Zusammenstellung von Lärmschutzmassnahmen, welche am Gebäude vorgenommen werden können. Im zweiten Teil sind Massnahmen dargestellt, welche nur nach Absprache mit dem AfU ausgeführt werden dürfen. Im dritten Teil sind Massnahmen aufgeführt, welche aus baurechtlichen Gründen nicht erlaubt sind.

#### I) Lärmschutzmassnahmen am Gebäude

##### 1. Anordnung der lärmempfindlichen Räume auf die ruhige Seite

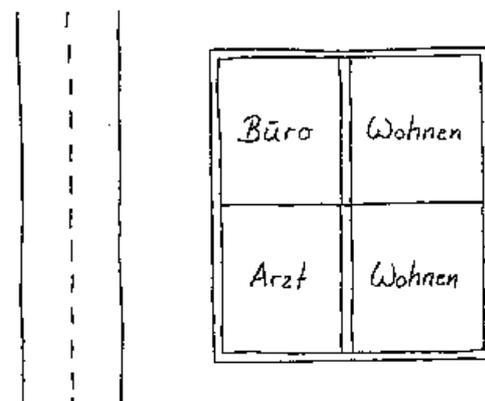
Die Grundrisse sollen so gestaltet werden, dass die lärmempfindlichen Wohnräume auf der ruhigen Seite des Gebäudes angeordnet werden. Die lärmunempfindlichen Räume sind dabei auf die lärmige Seite hin orientiert. Lärmunempfindliche Räume sind: Treppenhaus, Korridor, Bad, WC, Abstellraum, Küchen mit einer Bruttoflächenfläche ohne feste Einbauten von weniger als 10 m<sup>2</sup> etc.



##### 2. Anordnung von Räumen in Betrieben auf die lärmige Seite

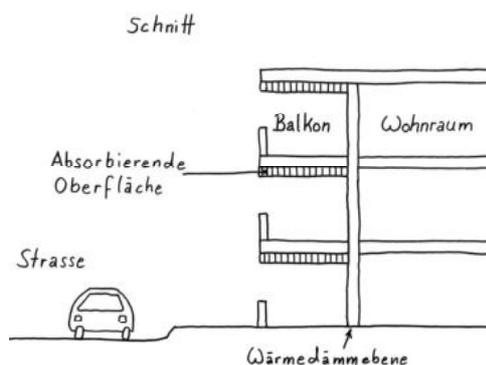
Bei Räumen in Betrieben gelten um 5 dBA höhere Planungswerte und Immissionsgrenzwerte. Räume in Betrieben sind Büros, Arztpraxen, Coiffeur, Verkaufsläden etc. Sind die Grenzwerte um weniger als 5 dBA überschritten, können die Grundrisse so gestaltet werden, dass diese Räume auf der lärmigen Seite liegen.

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



##### 3. Offene Balkone mit absorbierenden Oberflächen

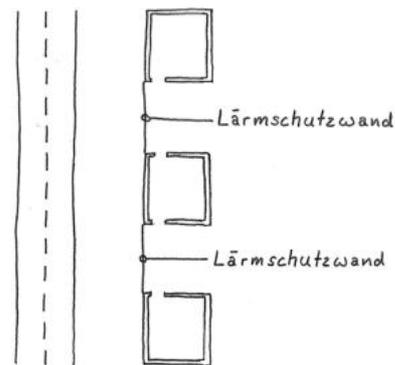
Balkone mit massiven geschlossenen Brüstungen und schallabsorbierenden Oberflächen vermindern die Lärmbelastungen in den dahinterliegenden Wohnräumen. Eine besonders gute Wirkung wird erzielt, wenn nicht nur die Decke, sondern ebenfalls die Seitenwände, die Brüstung und allenfalls auch der Boden des Balkons absorbierend gestaltet werden. Siehe dazu auch die Publikation auf unserer Website [www.bern.ch/stadtverwaltung/sue/afu/bauundlaerm/downloads](http://www.bern.ch/stadtverwaltung/sue/afu/bauundlaerm/downloads), „Balkonvorbauten — Abschätzung der akustischen Wirkung“, AfU 2004.



#### 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 gute Lösungen gefunden werden.

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



Grundriss

## II) Massnahmen die eine Rücksprache mit dem AfU erfordern

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. Dazu ist das konkrete Projekt frühzeitig vor der Baueingabe mit dem AfU abzusprechen.

#### 5. Lüftungsfenster mit Anordnung der Räume

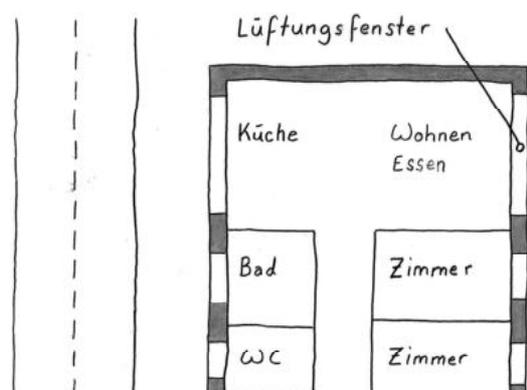
Zusätzlichen Spielraum zur Grundrissgestaltung gegenüber der Massnahme unter (1.) kann mit den ‚Lüftungsfenstern‘ erzielt werden. Beim Lüftungsfenster gilt das am wenigsten lärmbelastete und zur Lüftung ausreichende Fenster eines Raumes als massgebender Ermittlungsort.

Für eine wirksame Raumlüftung gelten folgende Richtlinien:

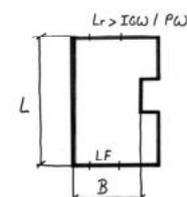
- Die öffnbare Fensterfläche des Lüftungsfensters muss mindestens 5% der Raumfläche betragen.
- Die Länge L des Raumes darf nicht grösser als 5x die schmalste Stelle B sein (s. Skizze). Die Distanz B ist so zu messen, dass sie nicht von Wandteilen oder Einbauten unterbrochen wird.
- Bei abgewinkelten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

Grenzfälle sind mit dem AfU zu besprechen.

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



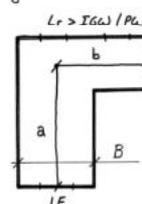
Rechteck-Raum:



$$L \leq 5 \times B$$

LF: Lüftungsfenster  
Lr: Beurteilungspegel  
IGW: Immissionsgrenzwert  
PW: Planungswert

Abgewinkelter - Raum:



$$L = a + b$$

---

## 6. Vorgelagerte Fassade

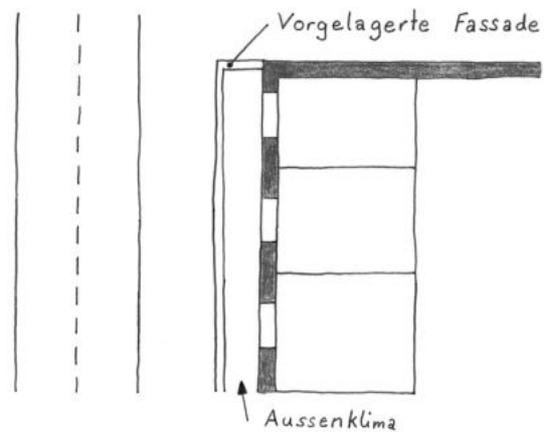
Mit einer vorgelagerten Fassade als Lärmpuffer können die dahinterliegenden Räume vor Lärm geschützt werden. Die Fenster zur Lärmpufferzone dürfen als Ort der Lärmmittlung verwendet werden. In diesem Lärmpuffer muss Aussenklima herrschen.

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.

Das konkrete Projekt ist frühzeitig, d.h. vor Baueingabe mit dem AfU abzusprechen.

---



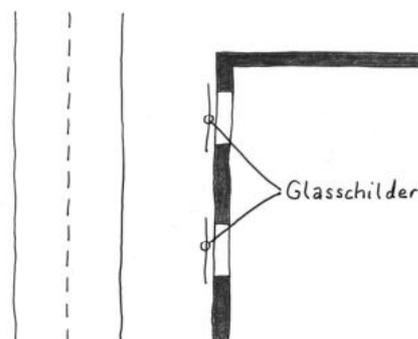
### III) Nicht erlaubte Lärmschutzmassnahmen

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).

Haben die Räume Lüftungsfenster, die unmittelbar ins Freie führen und werden die untenstehenden Massnahmen als Ergänzung zu den Lüftungsfenstern gebaut, sind diese natürlich erlaubt.

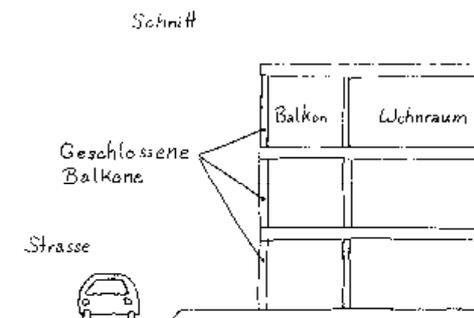
#### 7. Glasschilder vor dem Fenster

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. Geschlossene Balkone

Geschlossene Balkone dürfen nicht als ‚Lärmpuffer‘ verwendet werden, weil die Fensteröffnungen der Wohnräume so nicht unmittelbar ins Freie führen.



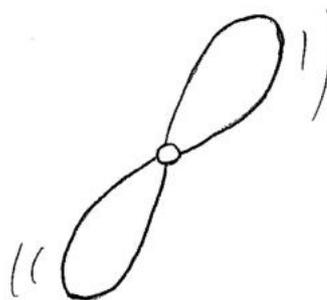
## 9. Kontrolliert belüftete Räume (z.B. Minergie oder Klimaanlage)

Eine kontrollierte Belüftung (z.B. mit einer Klimaanlage) 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, Brunngasse 30,  
Postfach 124, 3000 Bern 7, Telefon 031 321 63 06, Fax 031 321 72 68,  
[umweltschutz@bern.ch](mailto:umweltschutz@bern.ch), [www.bern.ch/umweltschutz](http://www.bern.ch/umweltschutz)



**C 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 Anlagengrenzwerte (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 $\mu$ T)

Müssen überall eingehalten werden, wo sich Personen aufhalten können.

### Die Anlagegrenzwerte (AGW 1.0 $\mu$ 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.

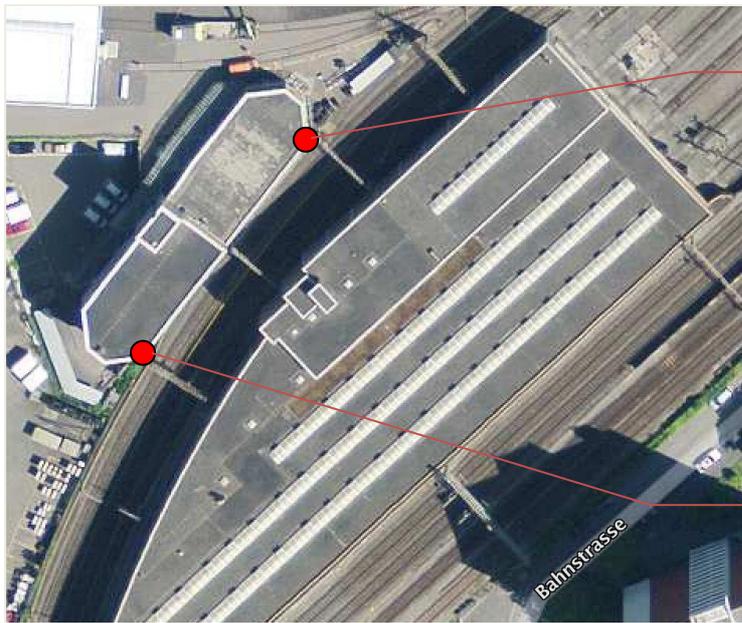
Die Immissions- und Anlagegrenzwerte gelten nicht für Emissionen, die von Anlagen in einem Betrieb stammen und auf das Betriebspersonal einwirken. Dort haben die arbeitshygienischen Grenzwerte für physikalische Einwirkungen der SUVA (SUVA 1903.d) Gültigkeit.

### 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.



Messpunkt 1 + 3  
EG und 1. OG

Messpunkt 2 + 4  
EG und 1. OG

### Messresultate Betriebsgebäude BLS: (Beilage Messprotokolle)

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

Die gemessenen Werte liegen zwischen 0.07 $\mu$ T und 48.35 $\mu$ 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 $\mu$ T	21.97 $\mu$ T	30.28 $\mu$ T	13.94 $\mu$ T
Minimalwert:	0.27 $\mu$ T	0.12 $\mu$ T	0.12 $\mu$ T	0.07 $\mu$ T
Mittelwert:	7.1 $\mu$ T	3.26 $\mu$ T	4.17 $\mu$ T	2.19 $\mu$ 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 $\mu$ T	18.37 $\mu$ T	25.21 $\mu$ T	11.29 $\mu$ T
Minimalwert:	0.20 $\mu$ T	0.18 $\mu$ T	0.12 $\mu$ T	0.1 $\mu$ T
Mittelwert:	6.96 $\mu$ T	3.18 $\mu$ T	4.04 $\mu$ T	1.46 $\mu$ 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 $\mu$ T nicht überschritten werden. Da jedoch hier betriebseigenes Personal betroffen ist, gelten die SUVA Grenzwerte.

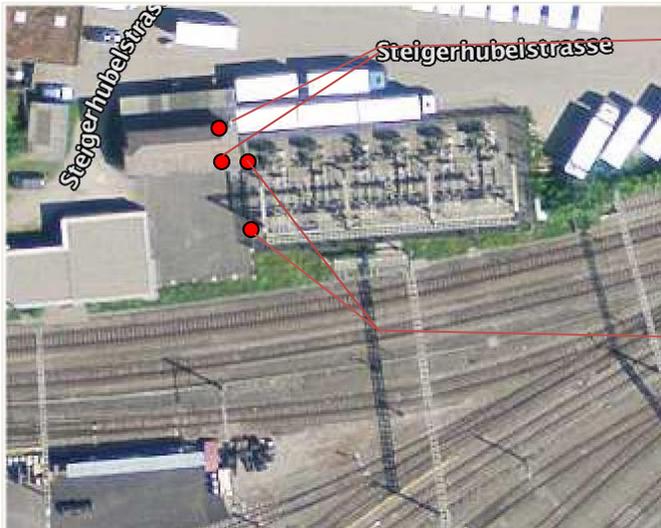
### **Mögliche Massnahmen zur Magnetfeldreduktion:**

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  $0.04\mu\text{T}$  und  $17.5\mu\text{T}$ .

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)
<b>Maximalwert:</b>	17.49 $\mu\text{T}$	7.5 $\mu\text{T}$	5.97 $\mu\text{T}$	3.31 $\mu\text{T}$
<b>Minimalwert:</b>	0.28 $\mu\text{T}$	0.06 $\mu\text{T}$	0.07 $\mu\text{T}$	0.04 $\mu\text{T}$
<b>Mittelwert:</b>	3.10 $\mu\text{T}$	1.50 $\mu\text{T}$	1.21 $\mu\text{T}$	0.66 $\mu\text{T}$

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)
<b>Maximalwert:</b>	17.08 $\mu\text{T}$	7.78 $\mu\text{T}$	5.08 $\mu\text{T}$	2.91 $\mu\text{T}$
<b>Minimalwert:</b>	0.30 $\mu\text{T}$	0.11 $\mu\text{T}$	0.07 $\mu\text{T}$	0.06 $\mu\text{T}$
<b>Mittelwert:</b>	3.14 $\mu\text{T}$	1.55 $\mu\text{T}$	1.30 $\mu\text{T}$	0.69 $\mu\text{T}$

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



**D 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](mailto:info@enotrac.com)  
[www.enotrac.com](http://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	
Berichtstitel	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:

<b>1</b>	<b>Einleitung, Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Aufgabenstellung	5
1.3	Verwendete Abkürzungen	5
1.4	Zusammenfassung	6
<b>2</b>	<b>Beschreibung des Simulationsmodells</b>	<b>7</b>
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
<b>3</b>	<b>Verwendete Tools</b>	<b>15</b>
3.1	SIMNET	15
3.2	EMFCALC3D	16
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Referenzen</b>	<b>22</b>

# 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.<sup>1</sup> 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

<sup>1</sup> 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 eingepreßt 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.

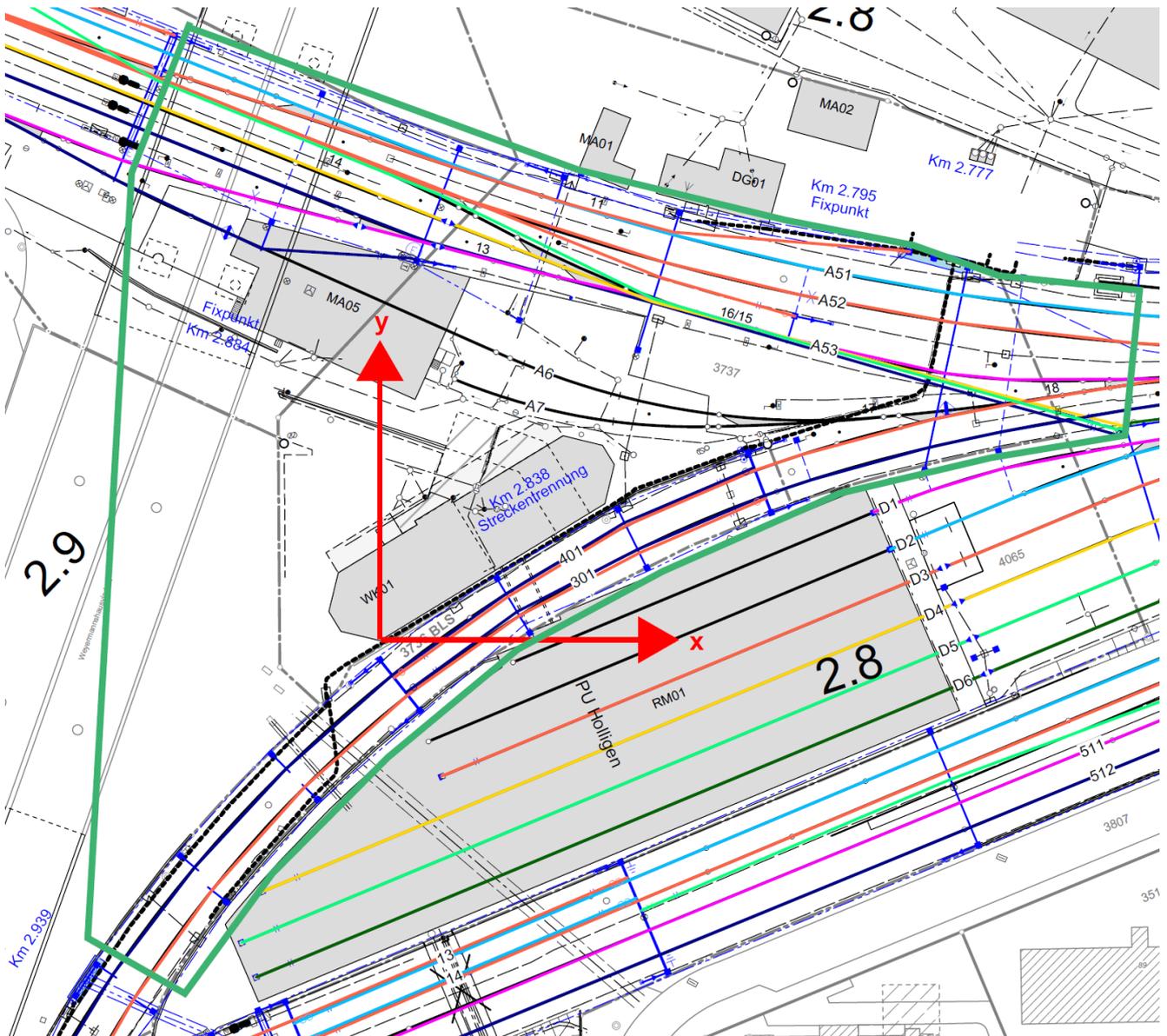


Abbildung 2-1: x- und y- Achse des gewählten Koordinatensystems. Die dicke grüne Linie zeigt zudem den Bereich, der für die 3D-Modellierung genutzt wurde. Ausschnitt aus [2].

## 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 (Osteil 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

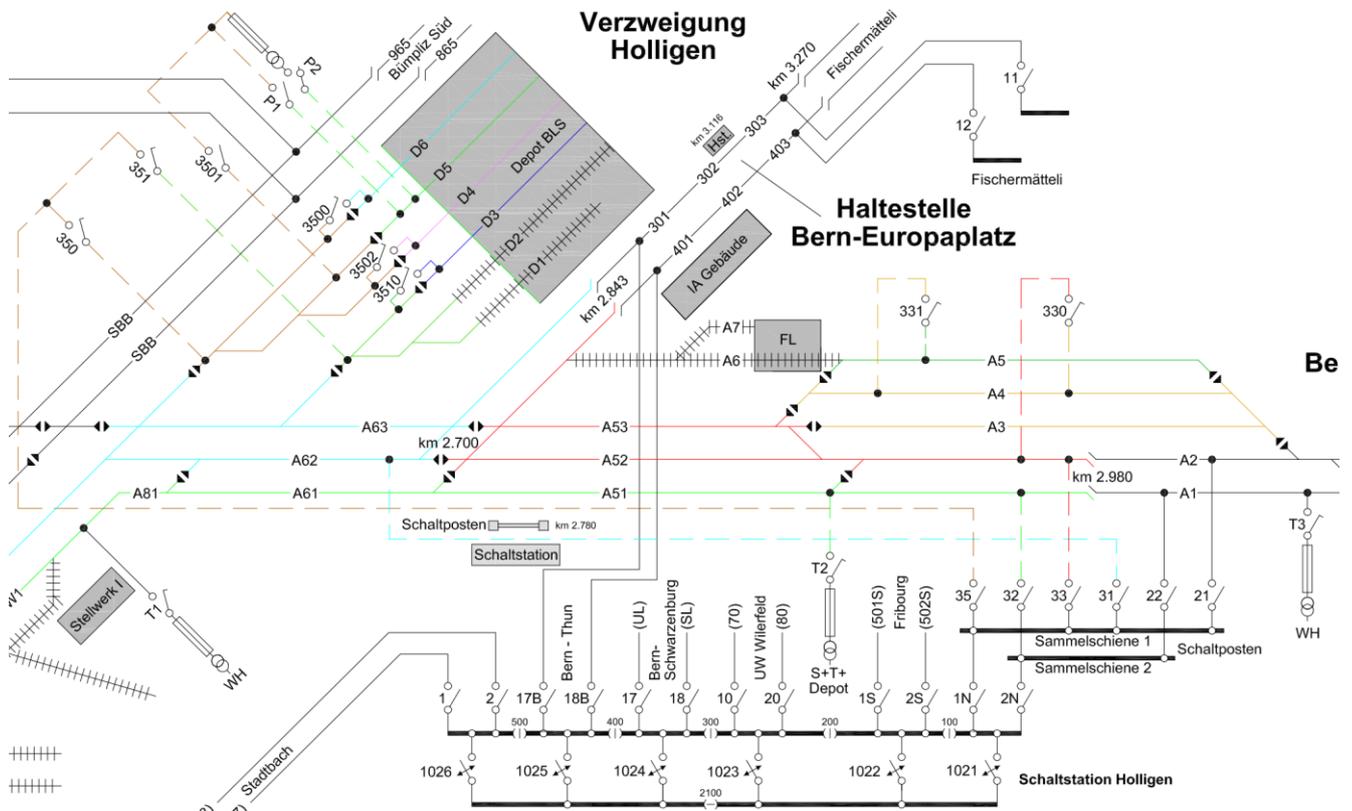


Abbildung 2-3: Auszug aus dem Schaltschema der Verzweigung Holligen [3].

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 25  $\Omega$  pro Mast modelliert und der Leitwert zwischen Schiene und Erde wurde mit 0.001 S/m angesetzt.

Bei jedem Kabel (im Untersuchungsbereich Hinleiter 240 mm<sup>2</sup> Cu mit Schirm 35 mm<sup>2</sup> Cu) ist jeweils parallel dazu ein Rückleiterseil 95 mm<sup>2</sup> 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.

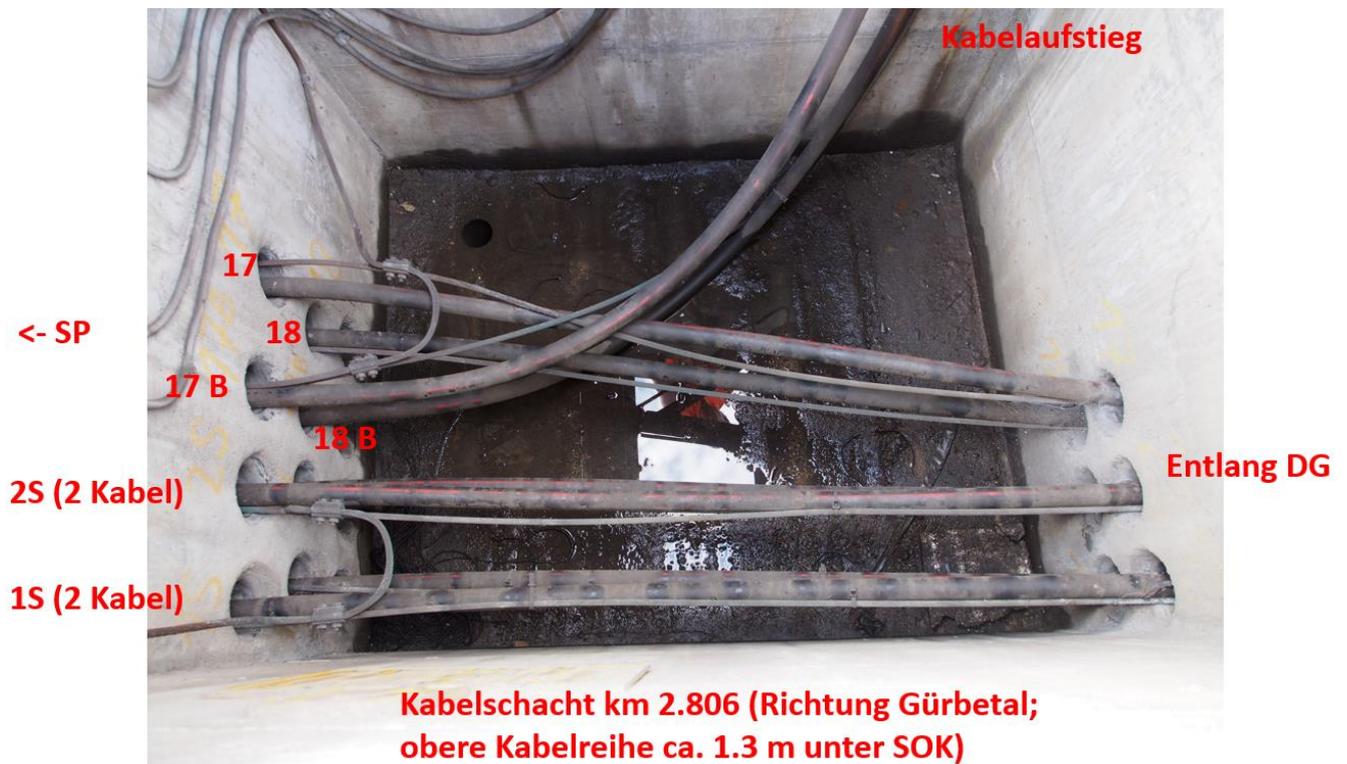


Abbildung 2-4: Anordnung der Kabel und der Rückleiter im Kabelschacht bei km 2.806, unmittelbar beim Kabelaufstieg der Speiseleitungen 17B und 18B.

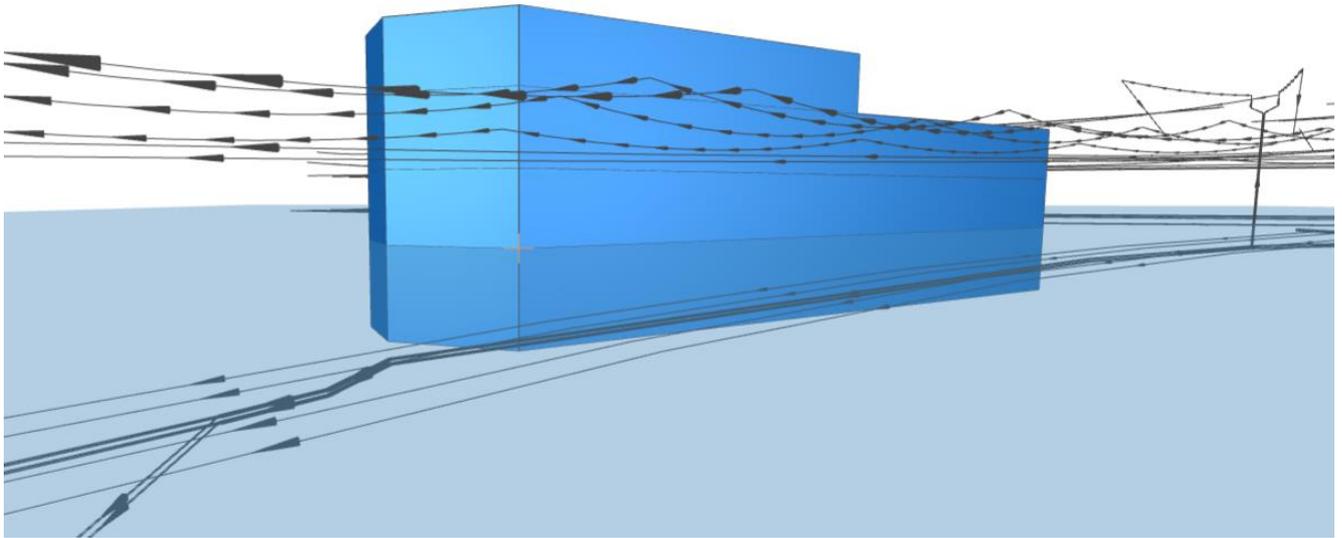


Abbildung 2-5: Modellierter Leiter (schwarze Linien mit Pfeilspitzen) und DG Holligen (dunkelblau). Blick von ca. km 2.900 von der Seite des Depot Holligen auf die Linie nach Belp/Schwarzenburg und das DG Holligen.

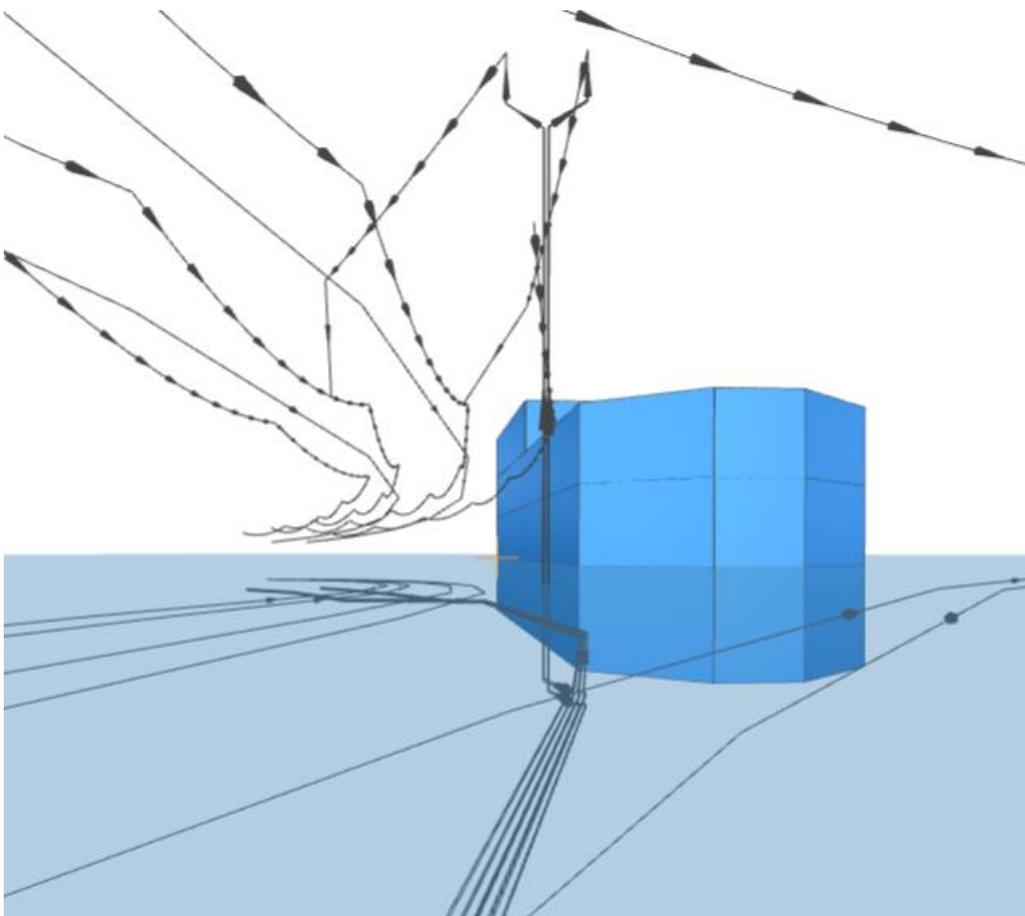


Abbildung 2-6: Modellierter Leiter (schwarze Linien mit Pfeilspitzen) und DG Holligen (dunkelblau). Blick auf den Kabelaufstieg bei km 2.806 und das DG Holligen. Nach rechts ist das Gleis A6, nach links die Linie nach Belp/Schwarzenburg sichtbar.

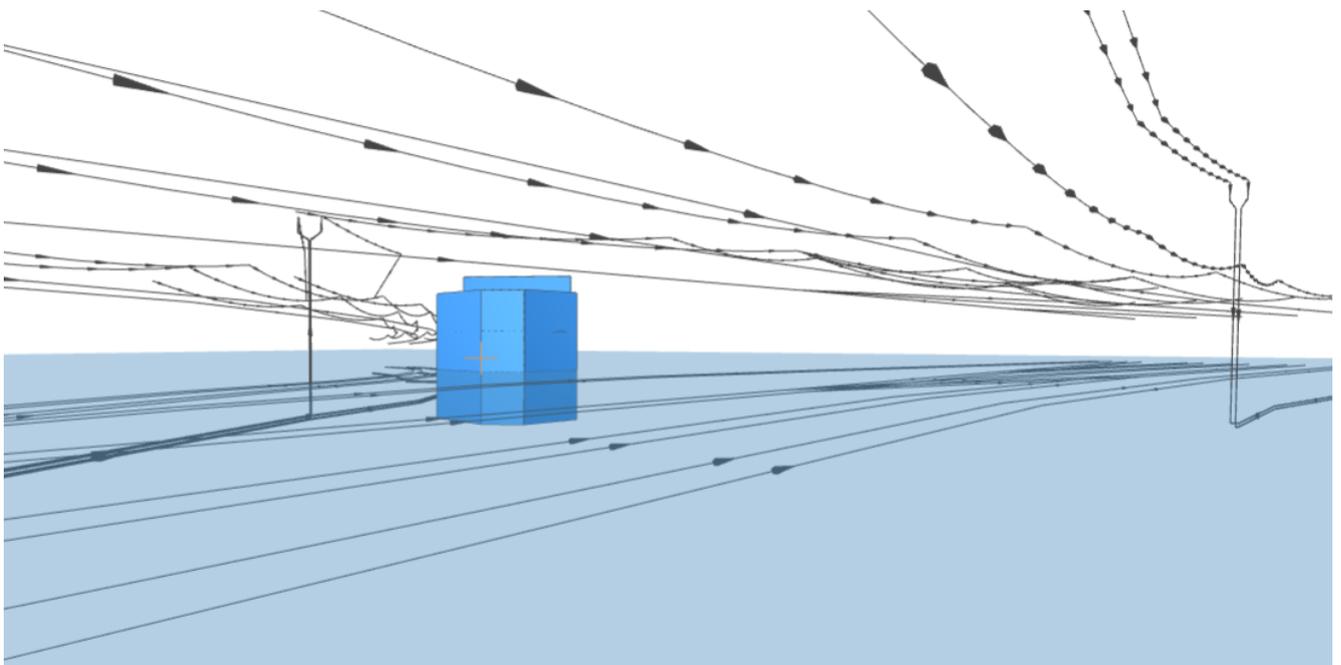


Abbildung 2-7: Modellierte Leiter (schwarze Linien mit Pfeilspitzen) und DG Holligen (dunkelblau). Blick von ca. km 2.8 auf das DG Holligen. Im Vordergrund die Gleise Richtung Neuenburg, ganz rechts die Speiseleitungen 21/22 Richtung Neuenburg mit dem Kabelaufstieg für die Leiterführung unter dem Autobahnviadukt.

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

Leiter	Material	Querschnitt [mm <sup>2</sup> ]	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 <sup>2</sup>	Cu	107	6.125	1	1.661E-04	
Tragseil StaKu 50 mm <sup>2</sup>	StaKu	50	4.5	1	1.000E-03	Tragseil BLS
Tragseil StaKu 92 mm <sup>2</sup>	StaKu	92	6.15	1	2.220E-04	Tragseil SBB
Seil Cu 95 mm <sup>2</sup>	Cu	95	6.25	1	1.871E-04	Speiseleitung, Rückleiter
Kabel Cu 240 mm <sup>2</sup> Kern	Cu	240	7.9	1	7.404E-05	
Kabel Cu 35 mm <sup>2</sup> 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 (Trasstyp) 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.

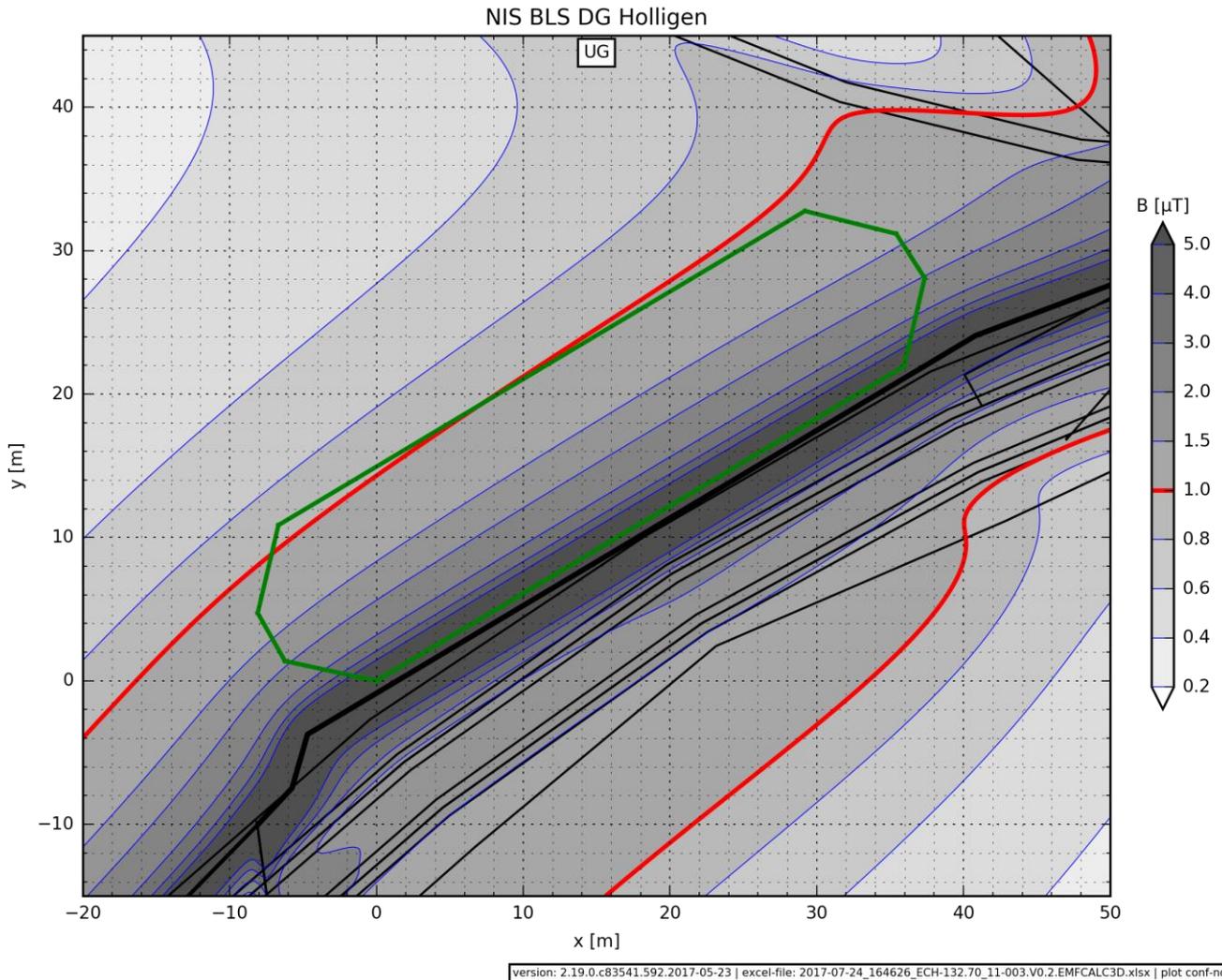


Abbildung 4-1: Isolinien der magnetischen Flussdichte, verursacht durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen, 1 m über Boden des Untergeschosses des DG Holligen ( $z=-3.55$  m).

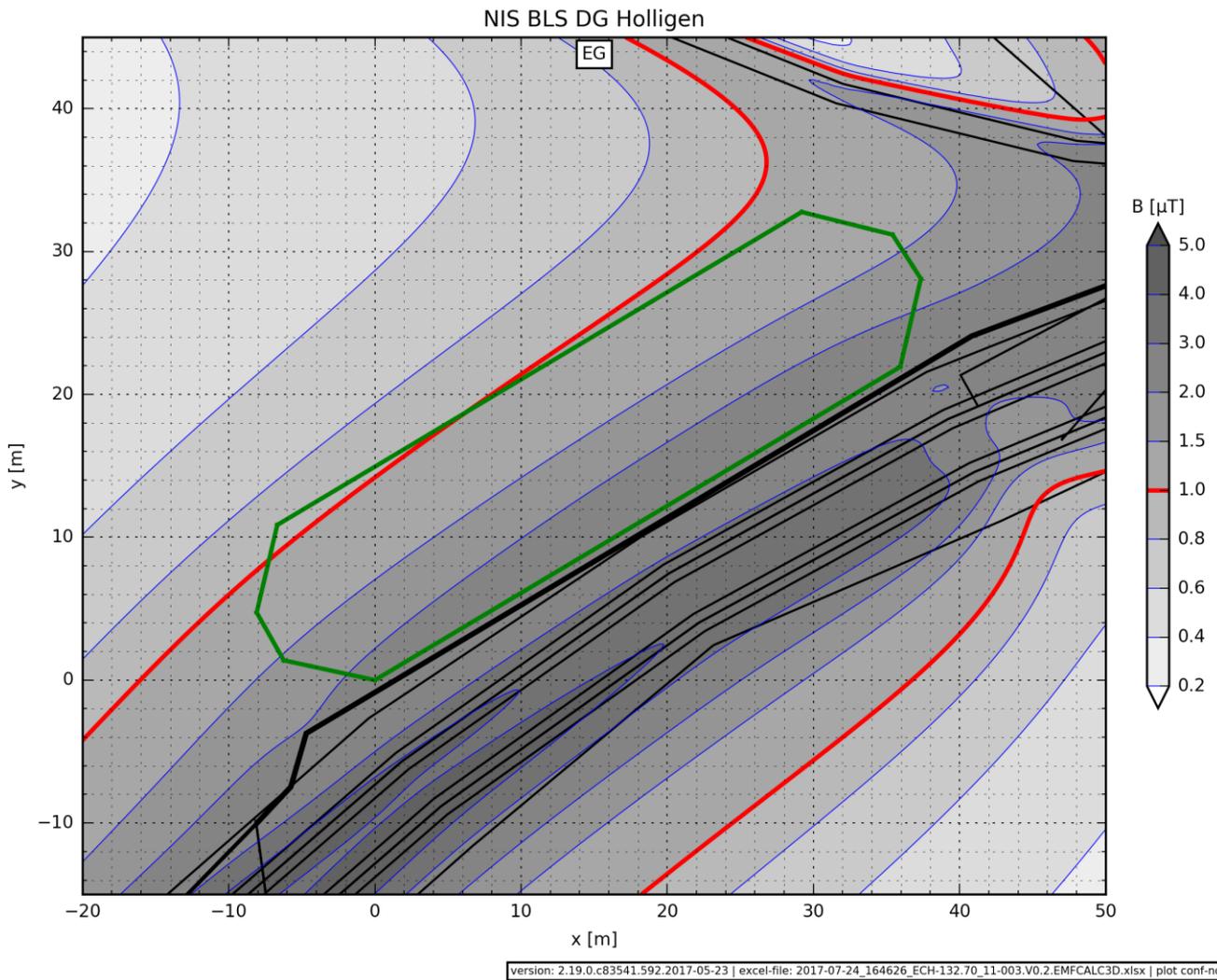


Abbildung 4-2: Isolinien der magnetischen Flussdichte, verursacht durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen, 1 m über Boden des Erdgeschosses des DG Holligen (z=1.00 m).

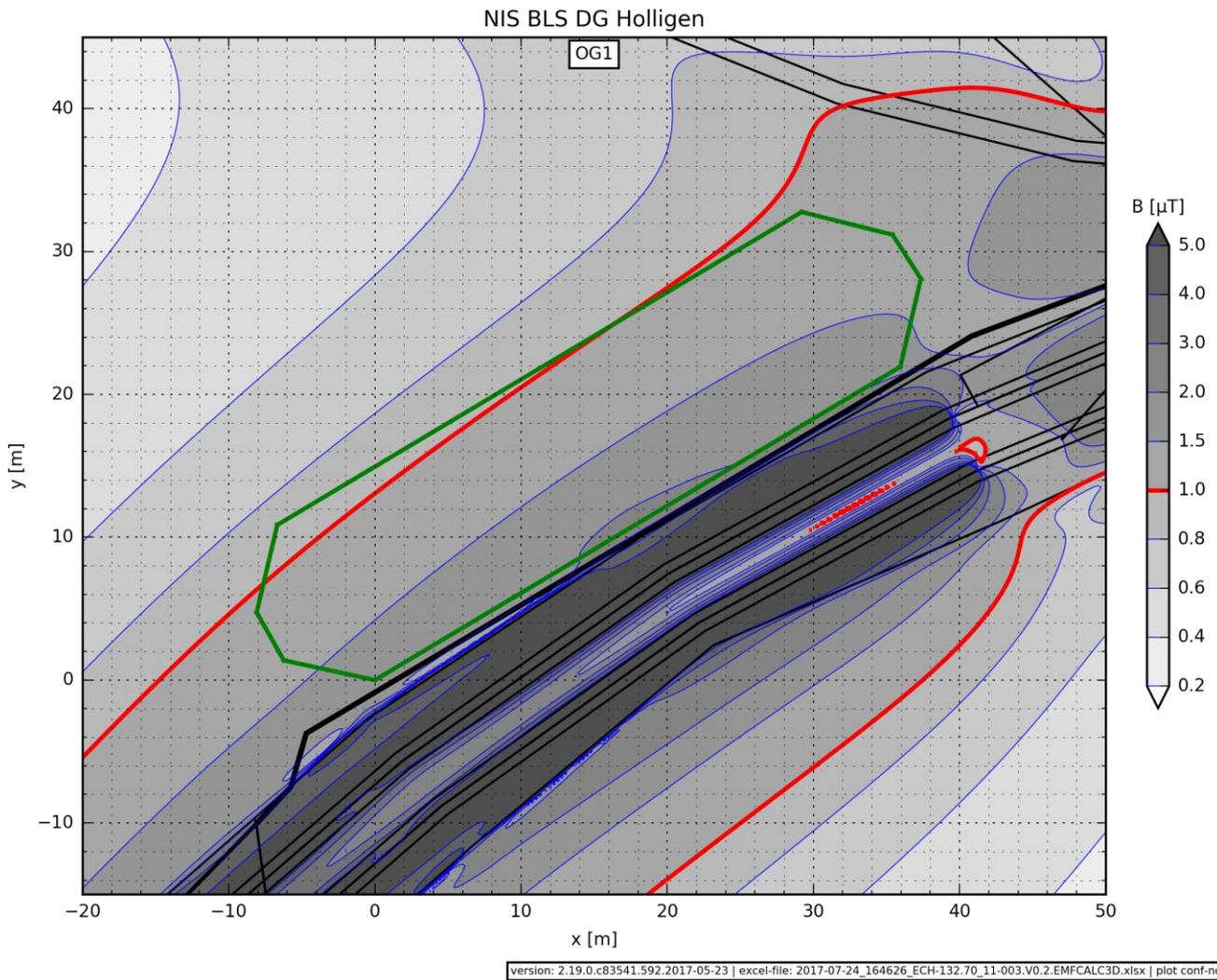


Abbildung 4-3: Isolinien der magnetischen Flussdichte, verursacht durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen, 1 m über Boden des 1. Obergeschosses des DG Holligen ( $z=4.50$  m).

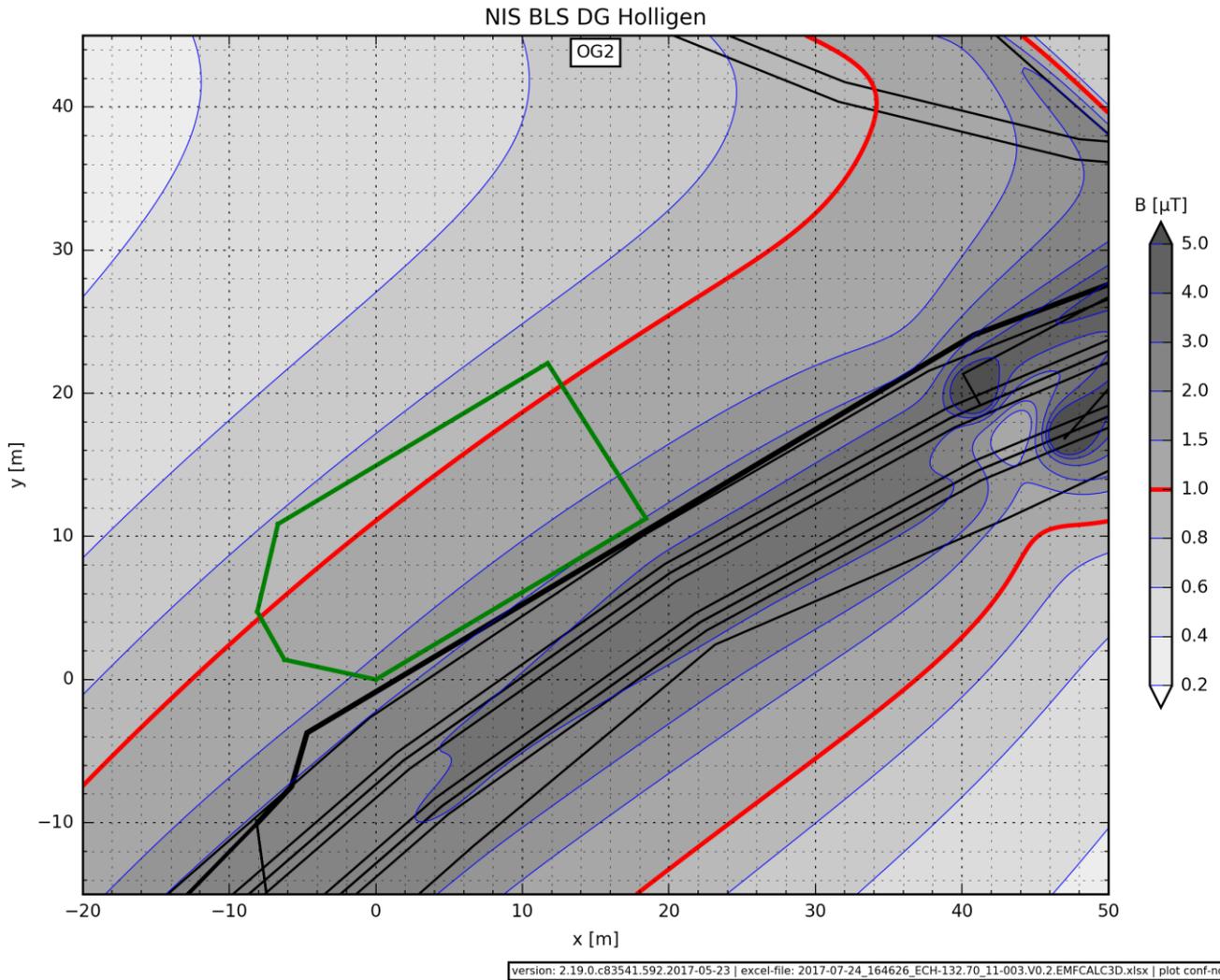


Abbildung 4-4: Isolinien der magnetischen Flussdichte, verursacht durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen, 1 m über Boden des 1. Obergeschosses des DG Holligen (z=8.00 m).

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 µT) rot dargestellt.

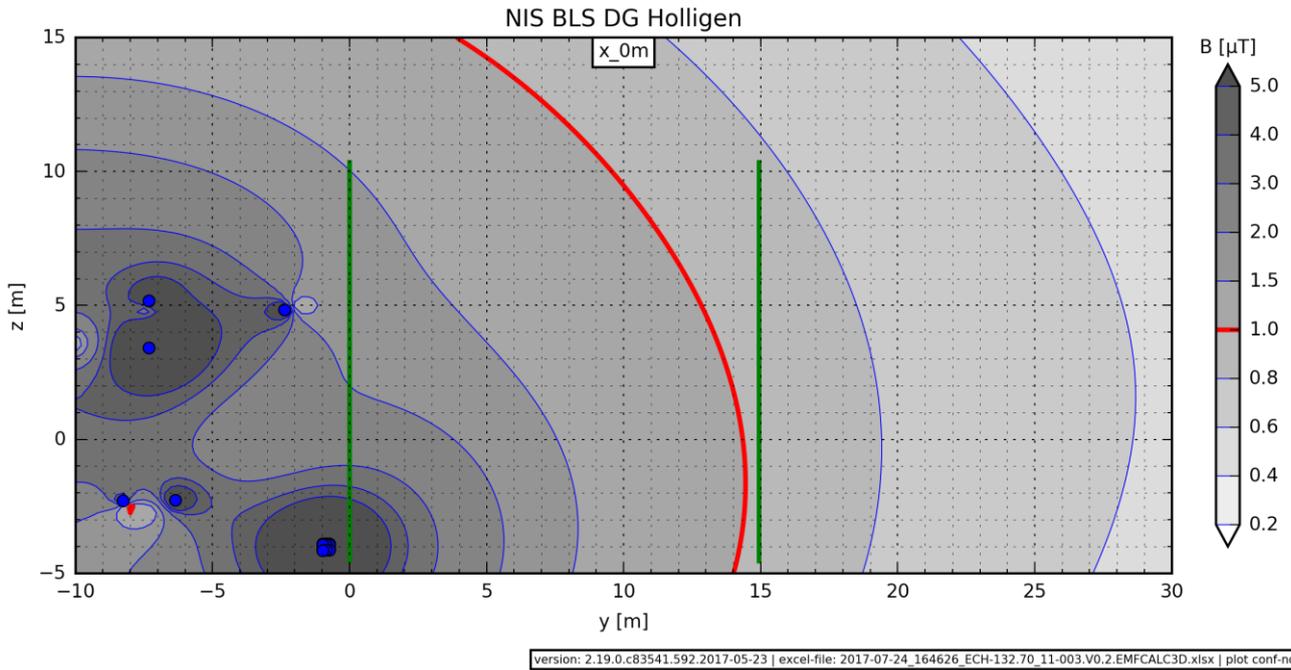


Abbildung 4-5: Isolinien der magnetischen Flussdichte, verursacht durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen, Vertikalschnitt durch das DG Holligen bei x=0.00 m.

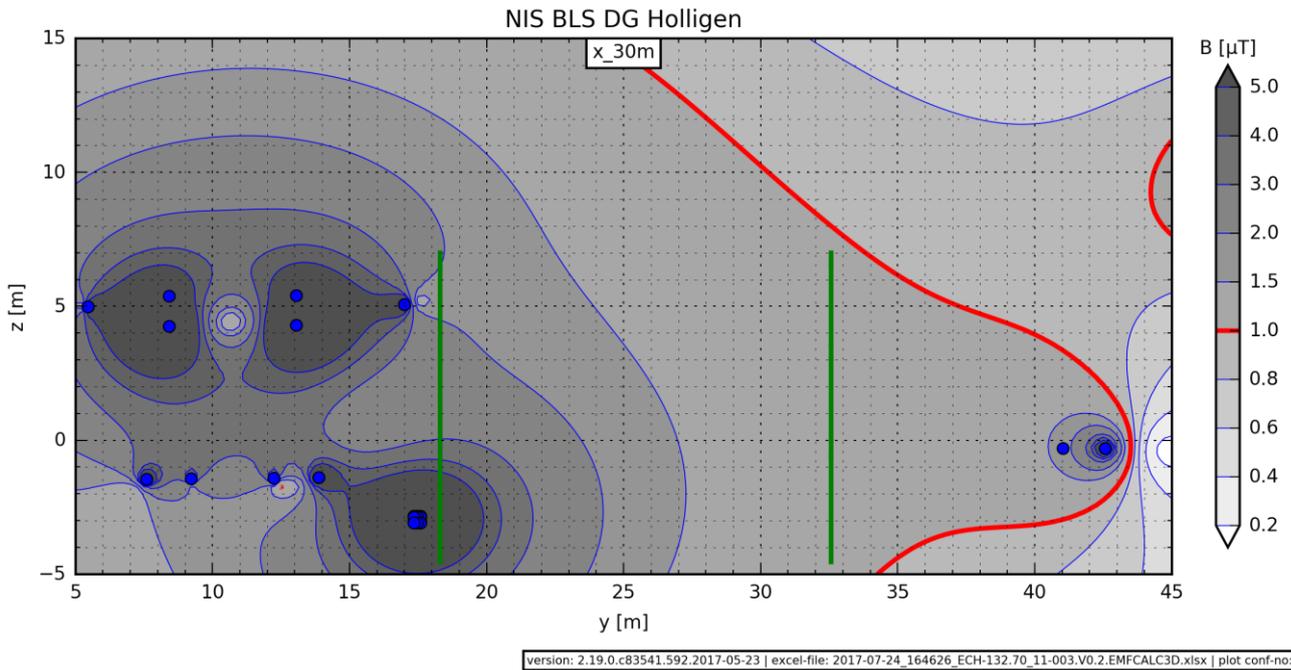


Abbildung 4-6: Isolinien der magnetischen Flussdichte, verursacht durch die umliegenden Fahrleitungsanlagen, Vertikalschnitt durch das DG Holligen bei x=30.00 m.

## 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



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

H.R. Keusen Dr. phil. Geologe, SIA, USIC  
Ch. Meyer 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, MnlAusgang\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

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

## **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 Direktscherversuche 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 unterschieden wir die folgenden Schichten:

Tabelle 1: Schichtaufbau

Schichtbezeichnung	Lage der Schichtobergrenze [m ü. M.]		Materialbeschreibung
	Westbereich	Ostbereich	
R	545.6	545.4	<b>obere Auffüllung / Koffermaterial: Sand und Kies</b> , z. T. leicht siltig, mit vereinzelt Steinen
R'	nicht vorhanden	544.1 – 544.6	<b>untere Auffüllung / Baugrubenaushub: tonig-siltiger Kies und Sand oder leicht toniger Silt</b> , steif
Al/O	545.6 - 546.6	543.2 - 543.9	<b>Seeablagerungen: Wechsellagerungen aus Sand und Silt/ Ton</b> , z. T. mit organischem Material; Lagen von <b>Torf</b>
As	nicht vorhanden	542.4 - 540.7	<b>eiszeitliche Seeablagerungen: weicher bis mittelsteifer toniger Silt bis magerer Ton</b> mit vereinzelt Sandbändern, im Übergangsbereich mit (wenig) Kies
Af	541.9 – 546.2	543.4 - 533.6	<b>Felderschotter: Kies</b> mit wechselnden Anteilen an Sand, Silt und Steinen, z. T. leicht tonig oder sauberem bis siltigem <b>Sand</b> mit wechselnden Anteilen an Kies, leicht siltig bis siltig
M	nicht erreicht	nicht erreicht	<b>Grundmoräne</b> der Würmzeit: <b>Kies</b> , sandig bis stark sandig, vorwiegend siltig, <b>Sand</b> mit wechselnden Anteilen aus Kies, Silt und Ton, <b>toniger Silt, toniger Kies</b> 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	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_{E1}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$M_{E2}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k$ [m/s]
R/R'	Auffüllung	<b>18</b> (17 – 20)	<b>20</b> (22 – 32)	<b>0</b>	–	<b>6</b> (1 – 10)	<b>20</b> (3 – 40)	<b>10<sup>-5</sup></b> (10 <sup>-6</sup> – 10 <sup>-4</sup> )
Al/O	Seeablagerungen, Torf, organisch	<b>14</b> (13 – 15)	<b>15</b> (14 – 16)	<b>0</b>	<b>10</b> (0 – 20)	<b>0.6</b> (0.3 – 1.6)	<b>2</b> (1.5 – 4)	<b>10<sup>-5</sup></b> (5×10 <sup>-6</sup> – 5×10 <sup>-5</sup> )
As	toniger Silt, Ton mittelsteif - steif	<b>19</b> (19 – 20)	<b>26</b> (23 – 29)	<b>8</b> (3 – 25)	<b>30</b> (10 – 50)	<b>5</b> (3 – 7)	<b>20</b> (12 – 33)	<b>10<sup>-9</sup></b> (10 <sup>-11</sup> – 10 <sup>-8</sup> )
Af	Felderschotter	<b>21</b> (20 – 22)	<b>37</b> (34 – 40)	<b>0</b>	–	<b>60</b> (40 – 100)	<b>150</b> (100 – 300)	<b>10<sup>-4</sup></b> (10 <sup>-5</sup> – 5×10 <sup>-3</sup> )
M	Moräne	<b>21</b> (21 – 22)	<b>35</b> (33 – 37)	<b>0</b>	–	<b>60</b> (40 – 100)	<b>200</b> (120 – 400)	<b>10<sup>-6</sup></b> (10 <sup>-7</sup> – 10 <sup>-5</sup> )

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

$\gamma$  Feuchtraumgewicht  
 $\phi'$  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<sub>u</sub>.

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	$4.5 \times 10^{-4}$
Af	Kb 4-04	10.2 – 11.2	$2.9 \times 10^{-4}$
Af	Kb 5-04	9.9 – 10.6	$1.2 \times 10^{-4}$

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/m <sup>2</sup> ]	versickerungswirksamer k-Wert [m/s]
R	-2.18 – -4.18	1.74	$2.9 \times 10^{-5}$

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

Tabelle 5: Wasserleitfähigkeiten im Bereich Magazin

	Versuchsart *	versickerungswirksamer k-Wert
Entnahmebrunnen	Pumpversuch	$4.6 \times 10^{-3}$ [m/s]
Schluckbrunnen	Versickerungsversuch	$6.1 \times 10^{-4}$ [m/s]

<sup>1</sup> 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/m<sup>2</sup> 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. Rammpfähle 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 <sup>2</sup> ]	Mantelreibung $\tau_{\text{Mantel, k}}$ [MN/m <sup>2</sup> ]
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 weiträumigen Setzungen

Zur Vermeidung solcher weitreichenden Absenkungen empfehlen wir, den Baugrubenabschluss relativ tief unter die Baugrubesohle 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 Baugrubesohle, 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 Belastungsklasse<sup>2</sup> des Dachaufbaus (direkte Versickerung, Bodenpassage etc.). Bei einem begrüntem Dach ist z. B. keine Bodenpassage nötig und das Dachwasser kann direkt in Schächten versickert werden. Dabei muss

<sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> ]	versickerungswirksamer k-Wert [m/s]
Af	3.6	$6 \times 10^{-5}$

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 A1/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.

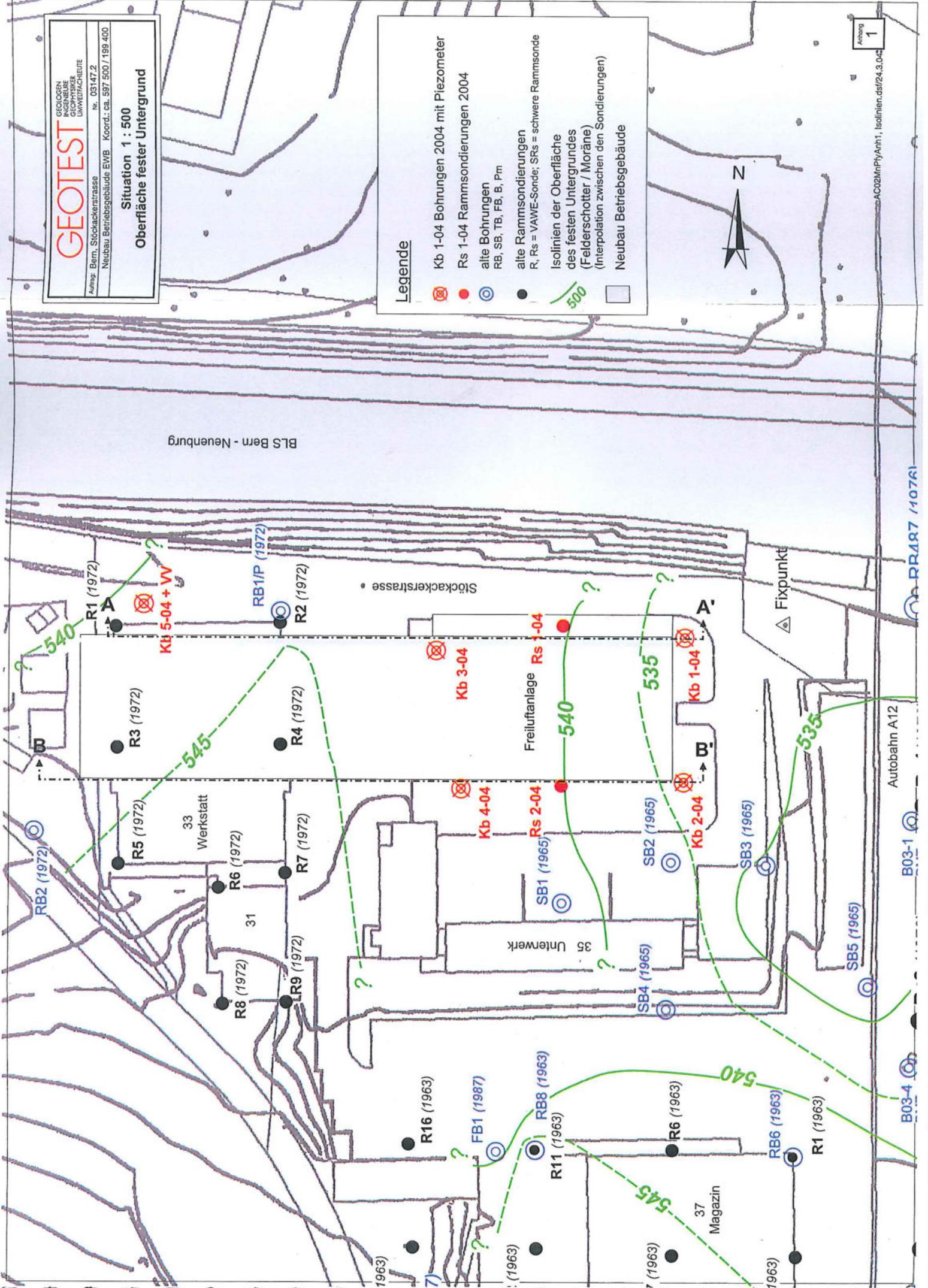
H. Ris H. Martin

### 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 = VAVE-Sonde; SRs = schwere Rammsonde
- Isolinien der Oberfläche  
des festen Untergrundes  
(Felderschotter / Moräne)  
(Interpolation zwischen den Sondierungen)
- Neubau Betriebsgebäude



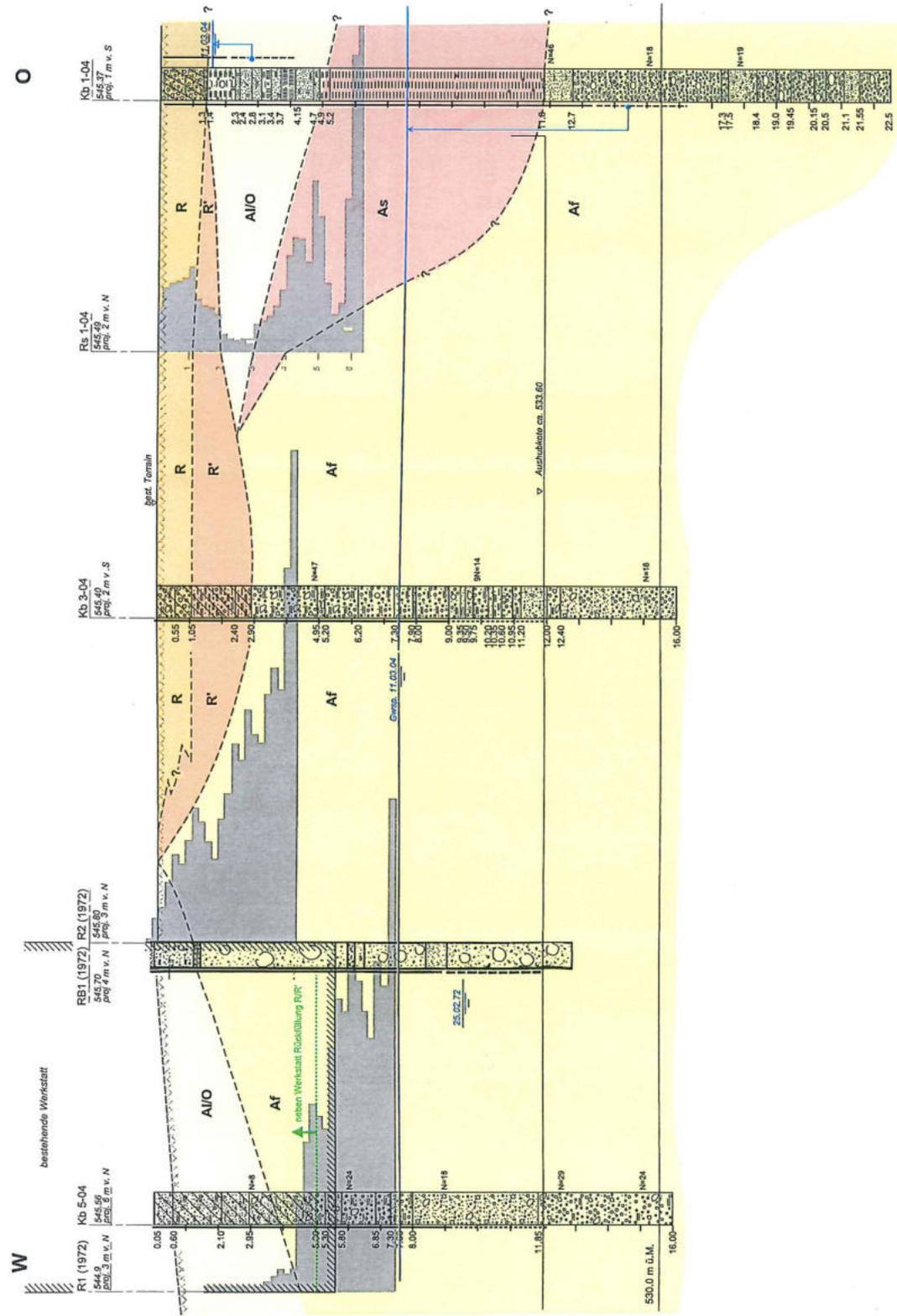
BLS Bern - Neuenburg



**LEGENDE**

- R** obere Auffüllung / Koffer:  
Sand mit viel Kies bis Kies mit viel Sand
- R'** untere Auffüllung:  
toniger Silt, toniger Sand mit Kies und stark tonig siltiger Kies
- AIO** Seeablagerungen mit organischen Anteilen:  
leicht toniger Silt, Torf, Sand, leicht organisch
- As** eiszeitliche Seeablagerungen:  
langer Silt bis magerer Ton, weich-mittelsteif
- Af** Felderschotter:  
Kies und Sand
- Schichtgrenze

Die Schichtverlauf ist zwischen den Sondierungen interpoliert. Es kann sein, dass die Schichtverläufe für geotechnische Modell abweichen.





# BOHRPROFIL Kb 1-04

## 1 : 100

Firma : Palèr SA, Hr Pontrandolfi

Sondierart : Rotationskernbohrung

Ausgeführt : 25.2. - 27.2.2004

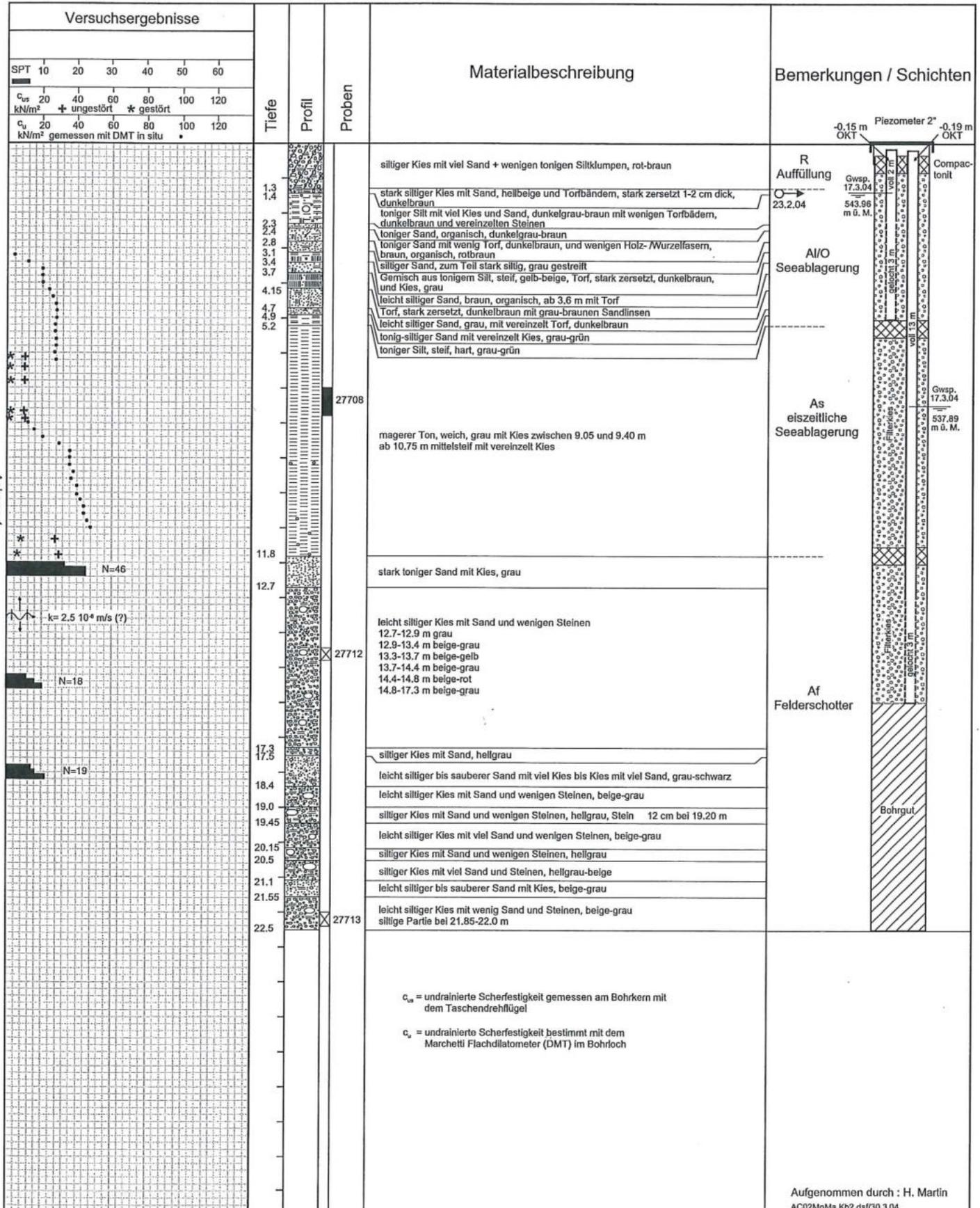
Terrainkote : 545.37 m ü. M.

Anfangsdurchmesser : 178 mm

Enddurchmesser : 178 mm

Doppelkernrohr ab : -

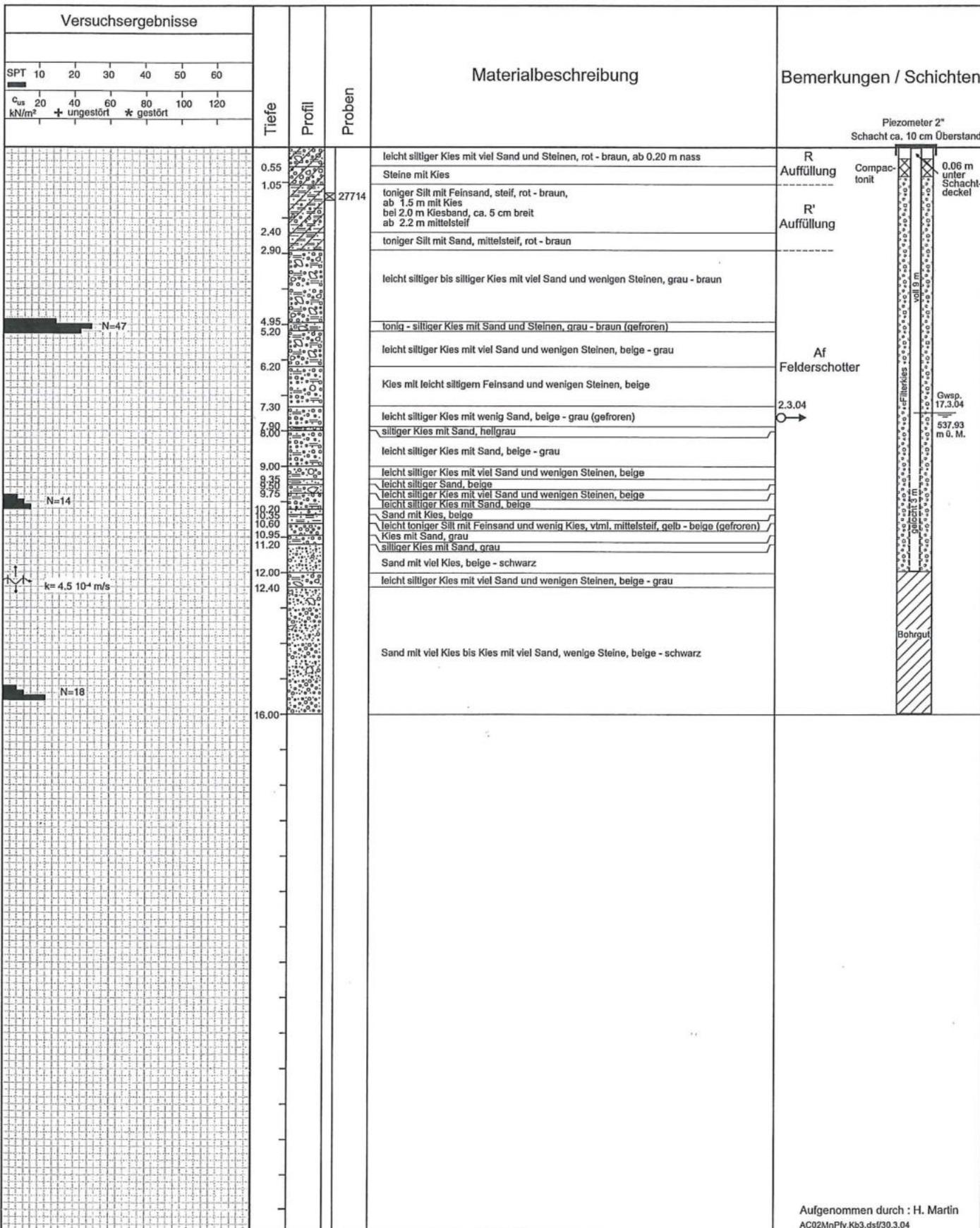
Koordinaten : 597 524 / 199 430





**BOHRPROFIL Kb 3-04**  
1 : 100

Firma : Palèr 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



Anhang 6

**BOHRPROFIL Kb 4-04**  
1 : 100

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
SPT	$c_{us}$ kN/m <sup>2</sup>					
10	20	30	40	50	60	
+ ungestört * gestört						
0.8					Kies mit viel Sand, rot-braun	R
1.1					leicht siltiger Kies mit viel Sand, braun	Auffüllung
1.25					siltiger Kies mit viel Sand, braun	
1.9					toniger Silt mit wenig Kies, steif, braun	R'
2.0					stark tonig-siltiger Kies mit roten Sandsteinstücken, rot-braun	Auffüllung
2.6					Stein, grau	
3.65					leicht siltiger Kies mit viel Sand + wenigen Steinen, braun-grau	
4.85	N=45				Kies mit viel siltigem Feinsand + wenigen Steinen, beige-grau	
5.4					Kies mit Sand und wenigen Steinen, beige-grau	
6.1					leicht siltiger Kies mit Sand, braun-grau	
6.8					Sand mit viel Kies, beige-schwarz	
7.6					leicht siltiger Kies mit viel Sand, beige-grau	
8.6					Kies mit viel Sand und wenigen Steinen, grau-beige	
10.2					Kies mit leicht siltigem Feinsand, grau-beige, 6.8-7.15 m trocken, 7.15-7.6 m feucht	
10.9					leicht siltiger bis siltiger Kies mit viel Sand und wenigen Steinen, grau-braun, nass	
12.0	N=13				sauberer bis leicht siltiger Kies mit viel Sand, beige-schwarz	
12.4					leicht siltiger bis siltiger Kies mit viel Sand, grau-beige, 10.8-10.9 m stark siltig	
13.3					fast sauberer Sand mit Kies, beige-schwarz, ~11.2 m Band aus Silt mit Sand, hellgrau, ca. 0.5 cm dick	
13.9					Kies mit viel Sand und wenigen Steinen, beige-schwarz	
14.85					Sand mit viel Kies und wenigen Steinen, beige-schwarz	
15.1	N=20				Kies mit viel Sand und wenigen Steinen, beige-schwarz	
16.0					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	
<p>Piezometer 2' -0.10 m OKT</p> <p>Compactonit</p> <p>Af Felderschotter</p> <p>2.3.04</p> <p>Gwsp. 17.3.04</p> <p>537.95 m ü. M.</p> <p>Bohrgut</p>						
<p>Aufgenommen durch : H. Martin</p> <p>AC02MnMa_Kb4.dsf/30.3.04</p>						

Anhang 7



Datum: 27.02.2004

Auftrag Nr. 03147.2

Objekt: Bern, Stöckackerstrasse, Betriebsgebäude EWB

Sonde: VAWE (unverrohrt, Spitze 10cm<sup>2</sup>, Fallmasse 30kg, Fallhöhe 20cm) gemäss SN 670 417

M = Mantelreibung (Schlagzahl bei Rammen nach Sondenrückzug)

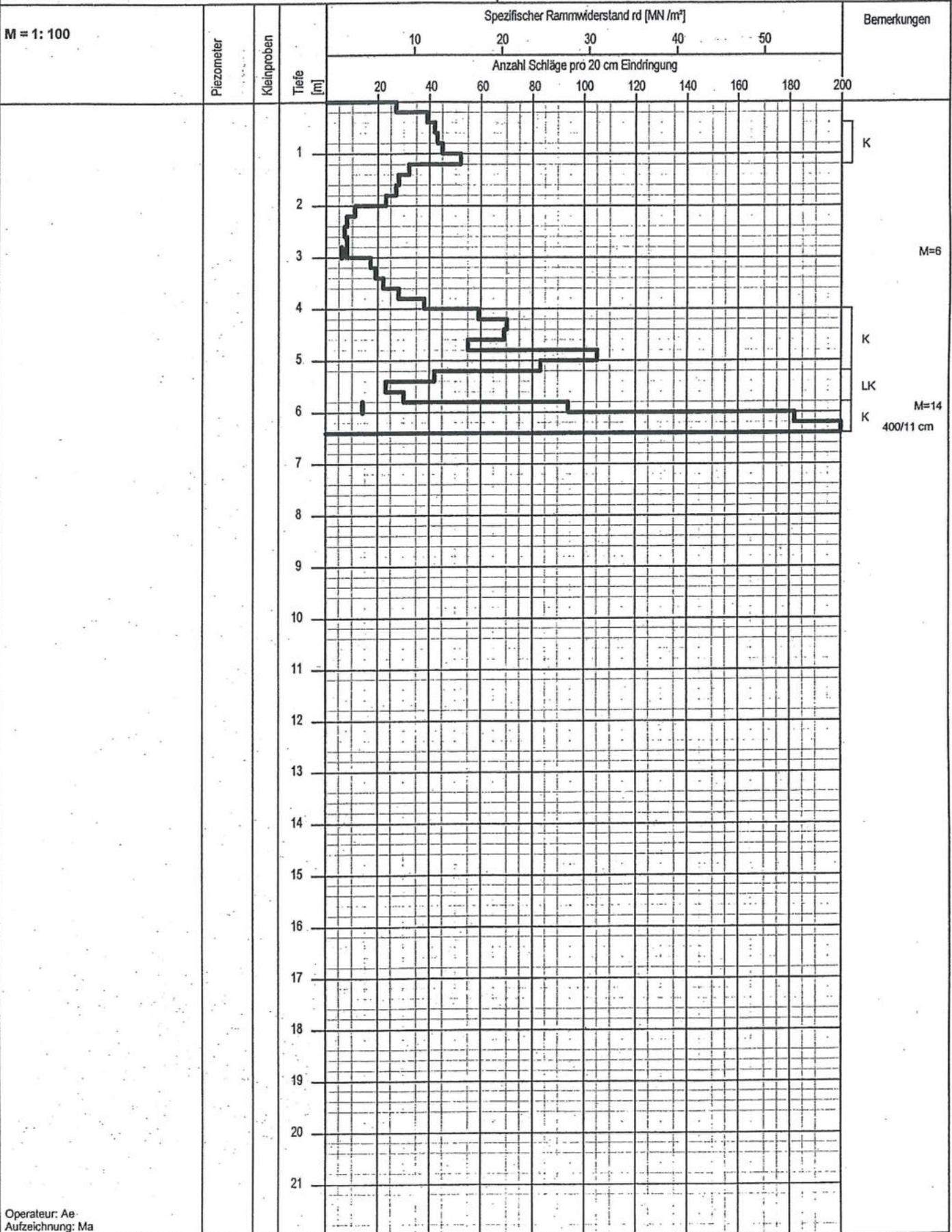
K = Knirschen beim Sondenrückzug (charakteristisch für Kies)

LK = leichtes Knirschen

Terrainkote: 545.49 m ü.M. Koordinaten ca.: 597 505 / 199 430

**GEOTEST** GEOLOGEN  
INGENIEURE  
GEOPHYSIKER  
UMWELTFACHLEUTE

### Rammsondierung Rs 1-04



Operateur: Ae  
Aufzeichnung: Ma

Datum: 27.02.2004

Auftrag Nr. 03147.2

Objekt: Bern, Stöckackerstrasse, Betriebsgebäude EWB

Sonde: VAWE (unverroht, Spitze 10cm<sup>2</sup>, Fallmasse 30kg, Fallhöhe 20cm) gemäss SN 670 417

M = Mantelreibung (Schlagzahl bei Rammen nach Sonderrückzug)

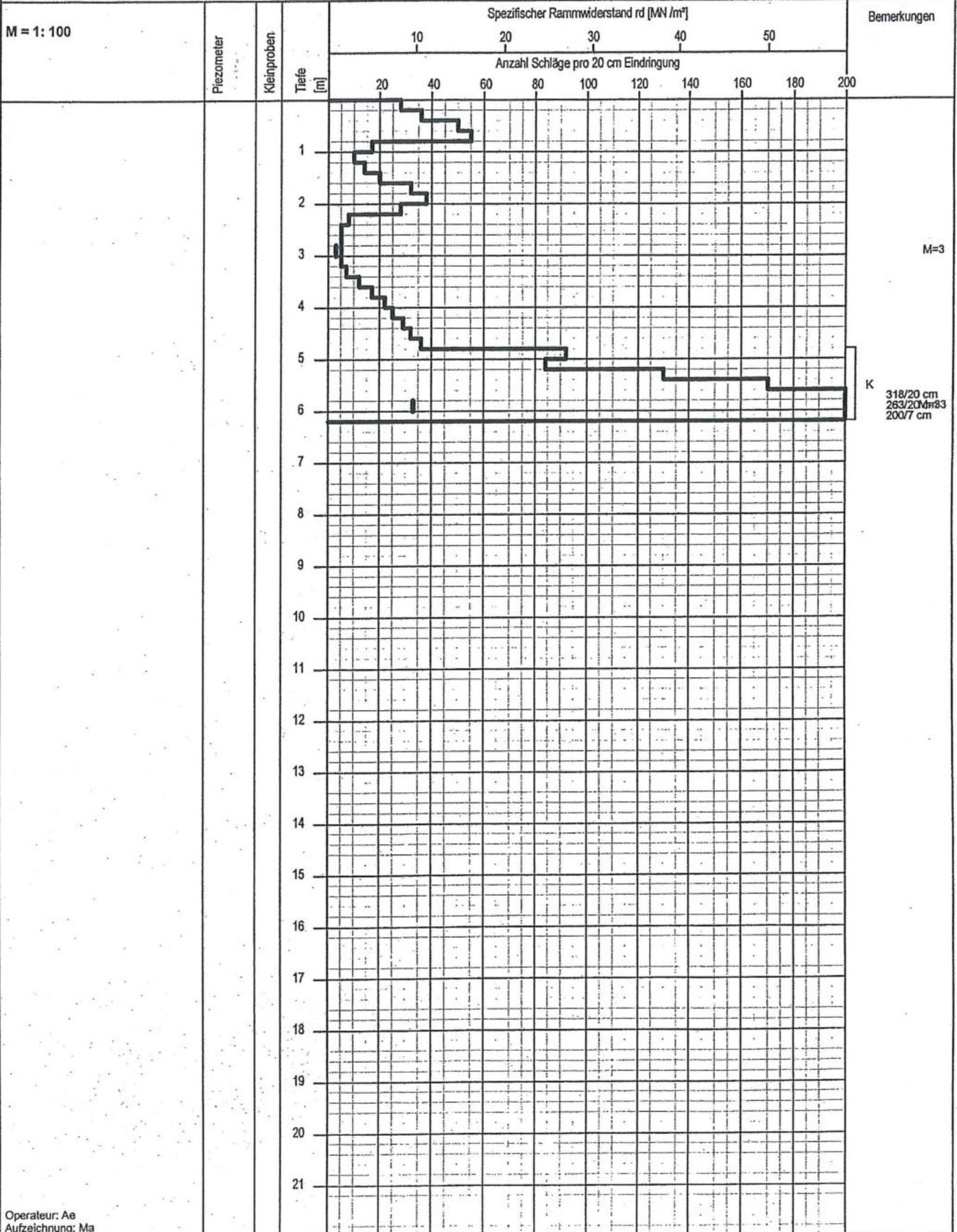
K = Knirschen beim Sonderrückzug (charakteristisch für Kies)

LK = leichtes Knirschen

Terrainkote: 545.38 m ü.M. Koordinaten ca.: 597 503 / 199 405

**GEOTEST** GEOLOGEN  
INGENIEURE  
GEOPHYSIKER  
UMWELTFACHLEUTE

### Rammsondierung Rs 2-04



Operateur: Ae  
Aufzeichnung: Ma



## 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 Längprofil 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 Ausubarbeiten bezüglich allfälliger Verunreinigungen des Untergrundes, Bern, 11.3.2003

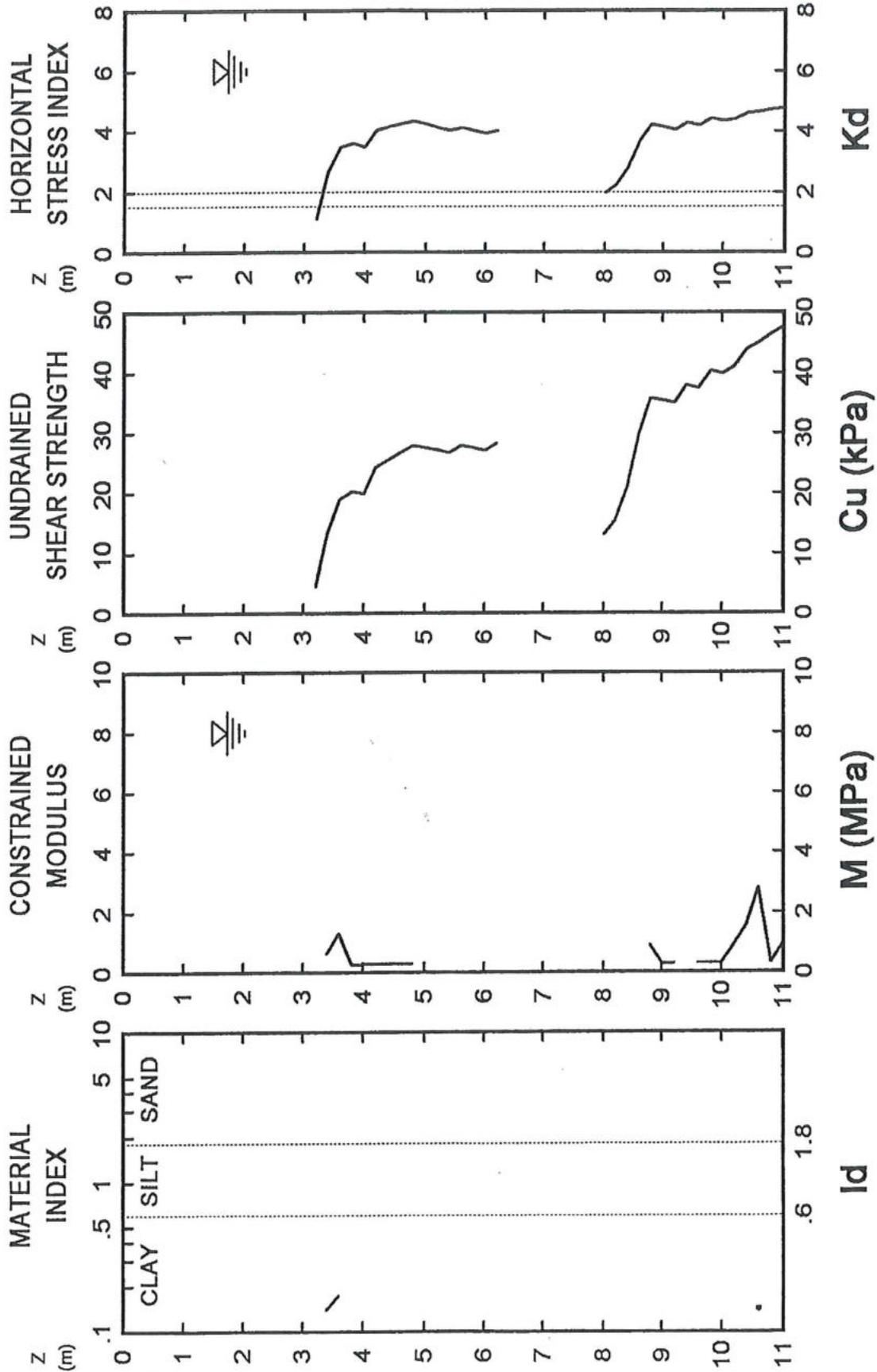
PALER SA  
EWB HOLLIGEN

GEOTEST AG  
BERN

TEST  
**KB 1**

25.02.2004

INTERPRETED GEOTECHNICAL PARAMETERS



KB 1	
25.02.2004	BERN KB1.dat
PALER SA	
GEOTEST AG	
EWS HOLLIGEN	
BERN	

LEGEND	
Z	= Depth Below Ground Level
P0, P1, P2	= Corrected A, B, C readings
Id	= Material Index
Ed	= Dilatometer modulus
Ud	= Pore Press. Index = (P2-U0)/(P0-U0)
Gamma	= Bulk unit weight
Sigma'	= Effective overb. stress
U0	= Pore pressure

INTERPRETED PARAMETERS	
Phi	= Safe floor value of Friction Angle
Ko	= In situ earth press. coeff.
M	= Constrained modulus (at Sigma')
Cu	= Undrained shear strength
Ocr	= Overconsolidation ratio
(OCR = "relative OCR" - generally realistic. If accurate independent OCR available, apply suitable OCR Factor)	

SOUNDING PARAMETERS	
DeltaA	= 10 kPa
DeltaB	= 45 kPa
GammaTop	= 17.5 kN/m <sup>3</sup>
FactorEd	= 34.7
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 TCl6 ISSMGE, 2001

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	P0 (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m <sup>3</sup> )	Sigma' (kPa)	U0 (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	Ko	Ocr	Phi (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	0.71	< 0.8		0.6	4	MID AND/OR PEAT
3.4	120	190		129	145		14.7	42	16	0.17	2.7	0.5	0.88	0.88	1.6		1.3	13	MID
3.6	160	240		169	195		14.7	43	18	0.17	3.5	0.9	0.91	0.91	2.4		1.3	19	MID
3.8	170	230		180	185		13.7	44	20	0.03	3.6	0.2	0.89	0.89	2.5		0.3	20	MID AND/OR PEAT
4.0	170	230		180	185		13.7	45	22	0.03	3.5	0.2	0.89	0.89	2.4		0.3	20	MID AND/OR PEAT
4.2	200	260		210	215		13.7	46	24	0.03	4.0	0.2	0.99	0.99	3.0		0.3	24	MID AND/OR PEAT
4.4	210	270		220	225		13.7	47	26	0.03	4.1	0.2	1.0	1.0	3.1		0.3	26	MID AND/OR PEAT
4.6	220	280		230	235		13.7	47	28	0.03	4.2	0.2	1.0	1.0	3.2		0.3	27	MID AND/OR PEAT
4.8	230	290		240	245		13.7	48	30	0.03	4.3	0.2	1.0	1.0	3.4		0.3	28	MID AND/OR PEAT
5.0	230	280		240	235		13.7	49	32	4.2	4.2	0.2	1.0	1.0	3.2		28	MID AND/OR PEAT	
5.2	230	280		240	235		13.7	50	34	4.1	4.1	0.2	1.0	1.0	3.1		27	MID AND/OR PEAT	
5.4	230	280		240	235		13.7	51	36	4.0	4.0	0.2	0.99	0.99	3.0		27	MID AND/OR PEAT	
5.6	240	290		250	245		13.7	51	38	4.1	4.1	0.2	1.0	1.0	3.1		28	MID AND/OR PEAT	
5.8	240	280		251	235		13.7	52	40	4.0	4.0	0.2	0.99	0.99	3.0		28	MID AND/OR PEAT	
6.0	240	290		250	245		13.7	53	42	3.9	3.9	0.2	0.97	0.97	2.9		27	MID AND/OR PEAT	
6.2	250	300		260	255		13.7	54	44	4.0	4.0	0.2	0.99	0.99	3.0		28	MID AND/OR PEAT	
8.0	170	210		181	165		13.7	61	62	2.0	2.0	0.53	0.53	0.53	0.97		13	MID AND/OR PEAT	
8.2	190	240		200	195		13.7	62	63	2.2	2.2	0.60	0.60	0.60	1.2		15	MID AND/OR PEAT	
8.4	230	270		241	225		13.7	62	65	2.8	2.8	0.74	0.74	0.74	1.7		21	MID AND/OR PEAT	
8.6	290	340		300	295		13.7	63	67	3.7	3.7	0.93	0.93	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	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	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	1.0	3.0		0.3	35	MID AND/OR PEAT
9.4	350	400		360	355		13.7	66	75	4.3	4.3	0.2	1.0	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	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	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	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	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	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	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	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	1.1	3.9		1.0	48	MID AND/OR PEAT

PALER SA  
EWB HOLLIGEN

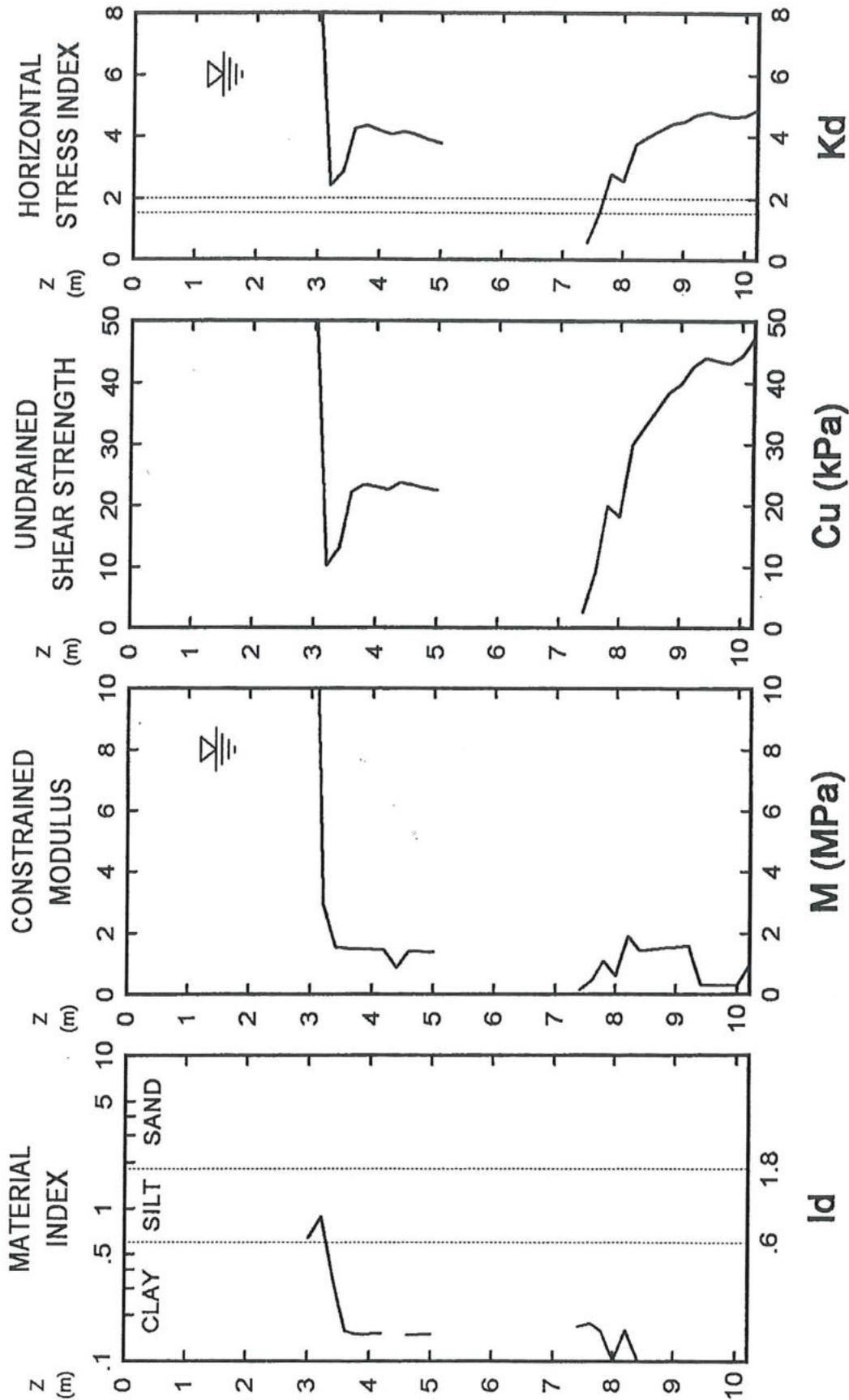
GEOTEST AG  
BERN

TEST  
KB 2

INTERPRETED GEOTECHNICAL PARAMETERS

23.02.2004

DILATOMETER TEST (DMT)



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	DeltaB = 45 kPa	GammaTop = 17.0 kN/m <sup>3</sup>
PALLER SA		Id = Material Index	Ed = Dilatometer modulus	Ko = In situ earth press. coeff.	M = Constrained modulus (at Sigma')	FactorEd = 34.7	Zm = 0.0 kPa
GEOTEST AG		Ud = Pore Press. Index = (P2-U0)/(P0-U0)	Gamma = Bulk unit weight	Cu = Undrained shear strength	OCR = Overconsolidation ratio	Zabs = 0.0 m	Zw = 1.45 m
EWB HOLLIGEN		Sigma' = Effective overb. stress	U0 = Pore pressure	(OCR = "relative OCR" - generally realistic. If accurate independent OCR available, apply suitable OCR Factor)			
BERN							

WaterTable at 1.45 m  
 Reduction formulae according to Marchetti, ASCE Geot.Jnl.Mar. 1980, Vol.109, 299-321; Phi according to TCl6 ISSMBE, 2001

Z (m)	A (kPa)	B (kPa)	C (kPa)	P0 (kPa)	P1 (kPa)	P2 (kPa)	Gamma (kN/m <sup>3</sup> )	Sigma' (kPa)	U0 (kPa)	Id	Kd	Ed (MPa)	Ud	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

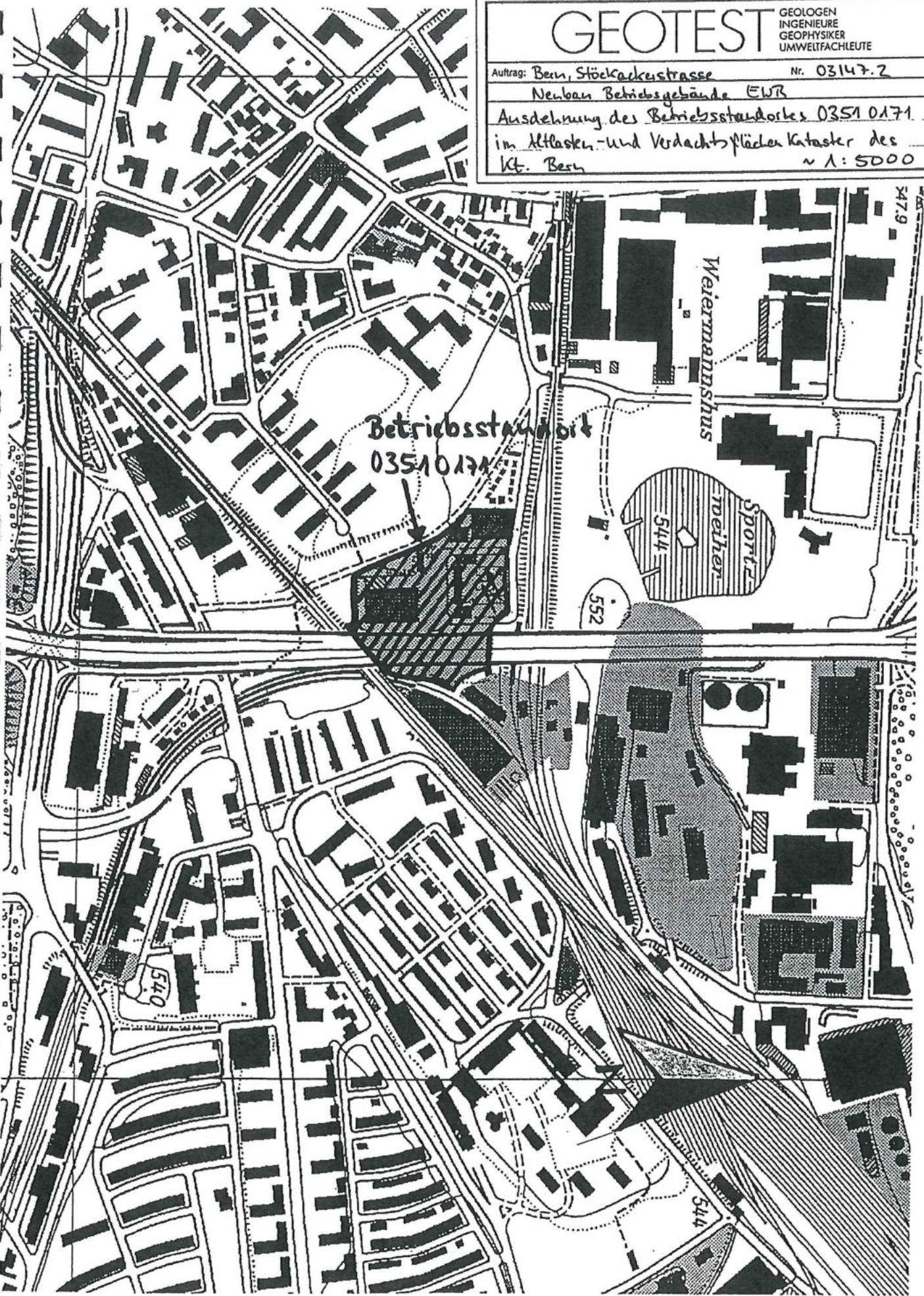
Auftrag: Bezn, Stöckackerstrasse

Nr. 03147.2

Neubau Betriebsgebäude EWR

Ausdehnung des Betriebsstandortes 0351 0171

im Altlasten- und Verdachtsflächenkataster des  
Kt. Bezn ~ 1:5000





**Prüfbericht Labor  
Nr. 03147.2433**

**Auftraggeber:** Energie Wasser Bern  
Abteilung Liegenschaften FL  
Monbijoustrasse 11  
Postfach  
3001 Bern

**Auftragerteiler:** Schenk-Architekten AG  
Frau S. Schenk  
Kirchenfeldstrasse 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 <b>A</b>
P3	Summationskurven <b>A</b>
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



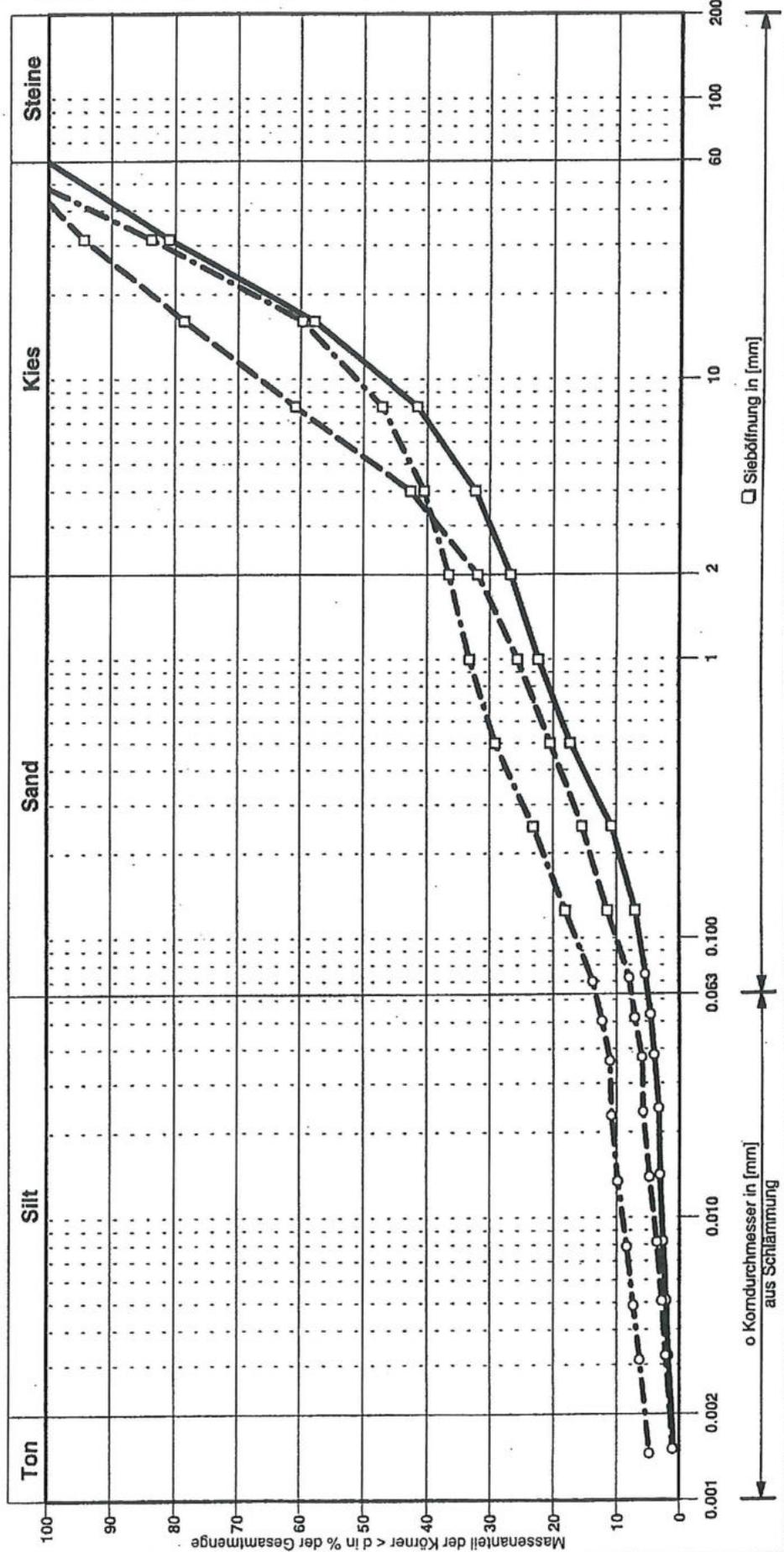
Sondierung Nr. / Probebezeichnung	Kb		2-04	2-04	1-04	1-04	1-04	1-04	1-04	5-04	akkreditierte Prüfung nach
	D	R									
Tiefe ab OK Terrain			5.60-6.30	4.40-4.60	7.0-7.6	14.45-14.80	22.0-22.4	3.2-3.4			
Störungsgrad			leicht	stark	leicht	stark	stark	stark			
Labor Nr.			27706	27707	27708	27712	27713	27720			
Klassifikation nach USCS			CM	CM	CM	(GW-GM)	(GP-GM)	GC			A95.510/511
Anlieferungswassergehalt	w	%	33.0	32.0	36.8	6.1	6.7	8.0			A95.502
Konsistenzgrenzen	w <sub>L</sub>	%	36	42	38	nicht	nicht	20			A95.506 / A95-507
	w <sub>p</sub>	%	21	22	22	plastisch	plastisch	14			
Plastizitätsindex	I <sub>p</sub> = w <sub>L</sub> - w <sub>p</sub>	%	15	20	17			6			
Liquiditätsindex	I <sub>L</sub> = 1 - I <sub>c</sub> = (w* - w <sub>p</sub> )/I <sub>p</sub>										
Konsistenzzahl	I <sub>c</sub> = (w <sub>L</sub> - w*)/I <sub>p</sub>										
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 <sub>s</sub>	t/m <sup>3</sup>									A95.522
Feuchtdichte	ρ	t/m <sup>3</sup>									A95.549/
Trockendichte	ρ <sub>d</sub>	t/m <sup>3</sup>									-520/521
undrainierter Scherversuch	Labordrehflügel	max. resid.	c <sub>us</sub>								A95.517
	Penetrometer	q <sub>up</sub> /2	c <sub>R</sub>								
drainierter Scherversuch (Direktscherversuch)	eff. Reibungswinkel	φ'	Grad	27.6				27.4			
	effektive Kohäsion	c'	kN/m <sup>2</sup>	0				0			
	Restreibungswinkel	φ' <sub>R</sub>	Grad	27.6				27.4			
	Restkohäsion	c' <sub>R</sub>	kN/m <sup>2</sup>	0				0			
Oedometerversuch	σ' <sub>v1</sub> = 100 bis 200 kN/m <sup>2</sup>	E <sub>Oed1</sub>	MN/m <sup>2</sup>								A96.524
	σ' <sub>v2</sub> = 100 bis 200 kN/m <sup>2</sup>	E <sub>Oed2</sub>	MN/m <sup>2</sup>								
	σ' <sub>v1</sub> = 200 bis 400 kN/m <sup>2</sup>	E <sub>Oed1</sub>	MN/m <sup>2</sup>								
	σ' <sub>v2</sub> = 200 bis 400 kN/m <sup>2</sup>	E <sub>Oed2</sub>	MN/m <sup>2</sup>								
Karbonatgehalt	CaCO <sub>3</sub>	%									A97.526
Verdichtungsversuch AASHTO	W <sub>opt</sub>	%									A95.508
	P <sub>d opt</sub>	t/m <sup>3</sup>									
organische Beimengungen	S <sub>r opt</sub>	%									A97.525/96-542

Auftrag Nr.:	03147	Datum:	25.03.2004
Objekt:	Bern, Stöckackerstrasse		
Auszug aus SN 670 120d:	Kl. Sand I	Kl. Sand II	Normen: SN 670 008a (97) SN 670 808a (85) SN 670 810c (85) SN 670 816a (89)
Anteil < 0.063 mm:	≤ 5%	≤ 12%	
Größtkorn D:	≤ 63 mm	≤ 90 mm	

### 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
						w <sub>L</sub>	w <sub>p</sub>	I <sub>p</sub>			
—	Kb 1-04	14.45-14.80	27712	(GW-GM)	6.1			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	3932		

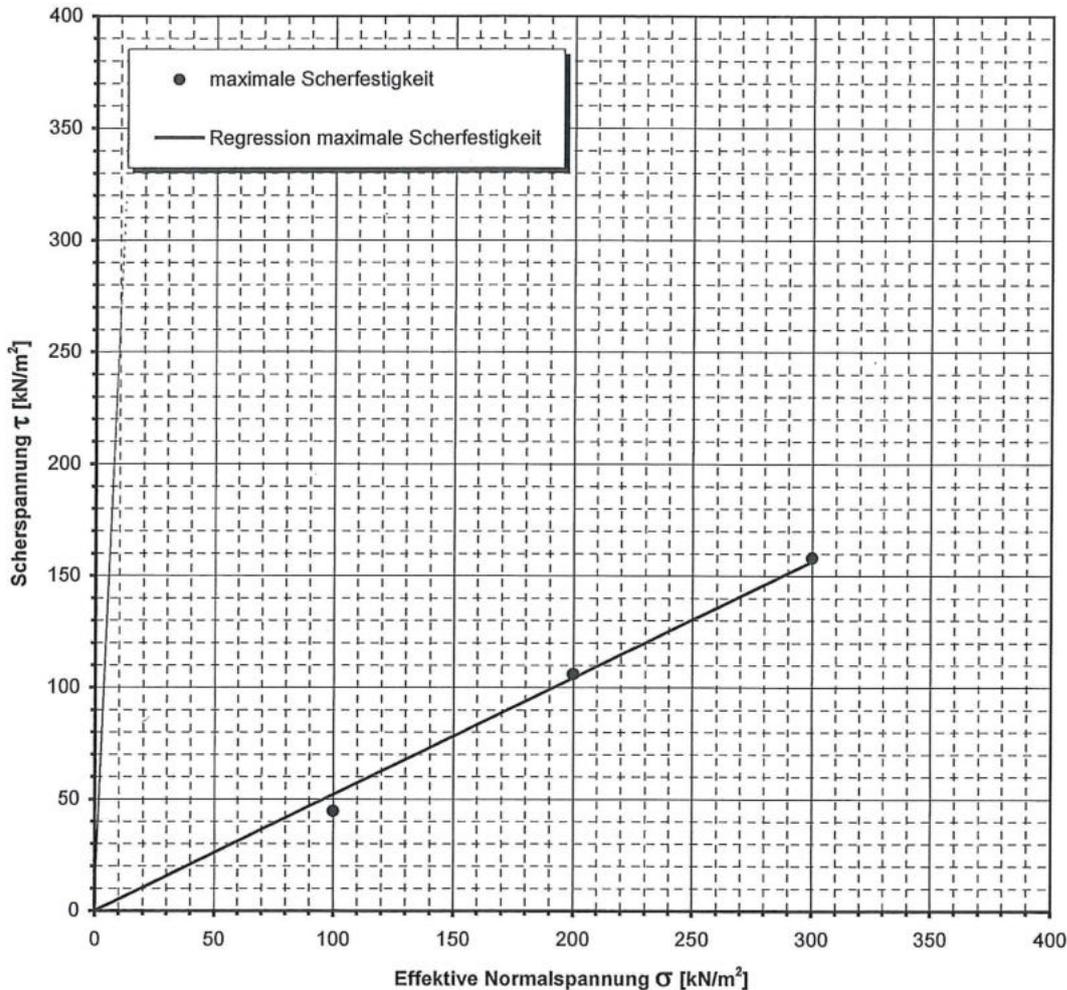


Auftrag Nr: 03147 Datum: 18.03.2004

Objekt: Bern, Stöckackerstrasse

Labornummer: 27706

Geotechnik  
**Direktscherversuch**  
Prüfung nach A99.xxx



<b>Gerät</b>		<b>Einbau</b>	
Scherrahmen	60 x 60 mm	<input checked="" type="checkbox"/> drainiert	
Schervorschub $v_s$	8.0E-05 mm/s	<input type="checkbox"/> teilw. drainiert	
<b>Gesamtprobe</b>		<input type="checkbox"/> aufbereitet	
Klassifikation USCS	CM	<input checked="" type="checkbox"/> ungestört	
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		

<b>Resultate</b> (Berechnung mit linearer Regression)			
effektiver Reibungswinkel	$\Phi'$	27.6	°
Kohäsion	$c'$	0.0	kN/m <sup>2</sup>
Restreibungswinkel	$\Phi'_R$	27.6	°
Restkohäsion	$c'_R$	0.0	kN/m <sup>2</sup>

Visum Labor:

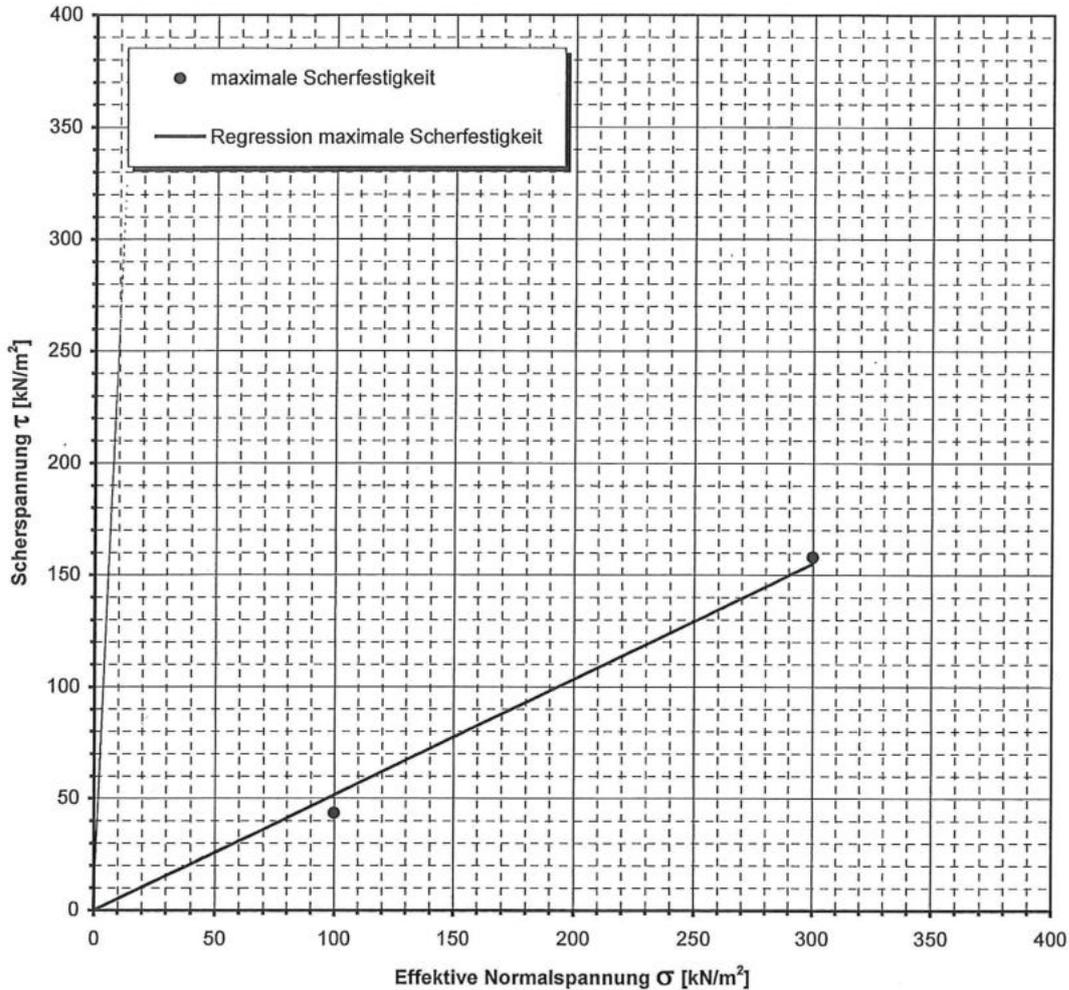
Bemerkungen:

Auftrag Nr: 03147 Datum: 19.03.2004

Objekt: Bern, Stöckackerstrasse

Labornummer: 27708

Geotechnik  
**Direktscherversuch**  
Prüfung nach A99.xxx



<b>Gerät</b>		<b>Einbau</b>	
Scherrahmen	60 x 60 mm	<input checked="" type="checkbox"/> drainiert	
Schervorschub $v_s$	8.0E-05 mm/s	<input type="checkbox"/> teilw. drainiert	
<b>Gesamtprobe</b>		<input type="checkbox"/> aufbereitet	
Klassifikation USCS	CM	<input checked="" type="checkbox"/> ungestört	
Einbau Wassergehalt $w$	36.8%		

	Versuch Nr.	1	2	3	4	5	
Wassergehalt nach Versuch		30%	28%				
Konsolidationsspannung vor Versuch		100	300				kN/m <sup>2</sup>
Normalspannung während Versuch		100	300				kN/m <sup>2</sup>
Maximale Scherspannung		43.5	158				kN/m <sup>2</sup>
Rest-Scherspannung		44.6	158				kN/m <sup>2</sup>

<b>Resultate</b> (Berechnung mit linearer Regression)			
effektiver Reibungswinkel	$\Phi'$	27.4	°
Kohäsion	$c'$	0.0	kN/m <sup>2</sup>
Restreibungswinkel	$\Phi'_R$	27.4	°
Restkohäsion	$c'_R$	0.0	kN/m <sup>2</sup>
Visum Labor: <input type="checkbox"/>			

Bemerkungen: